



Adaption der Zustandsbeschreibung von Abwasserkanälen für innovative Inspektionsmethoden

**Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur**

eingereicht von:

KURATKO, ALEXANDER

Betreuer: Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Thomas Ertl

Mitbetreuer: Dipl.-Ing. Hanns Plihal

Vorwort

Diese Masterarbeit wurde am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur, 1190 Wien, durchgeführt. Betreut wurde sie von Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Thomas Ertl, dem ich hiermit für die Ermöglichung der Bearbeitung eines Themas in der Siedlungswasserwirtschaft danke.

Ein besonderer Dank gilt meinem Co-Betreuer Dipl.-Ing. Hanns Plihal, welcher stets für meine Fragen Zeit fand, sehr engagiert die Fortschritte dieser Masterarbeit betrachtet hat, und mich insgesamt während eines großen Teils meines Studiums meisterhaft betreut hat. Nochmals einen herzlichen Dank hierfür.

Ebenso ganz besonderer Dank gilt meiner Mutter, welche diese Arbeit korrekturgelesen hat, sowie meinen Vater, welcher mir durch seine finanzielle Unterstützung das Studium der Kulturtechnik und Wasserwirtschaft ermöglicht hat.

Des Weiteren danke ich an dieser Stelle noch meinen Freunden Miroslav Gligorevic und Fiona Vohryzka, welche diese Masterarbeit in ihrer Entstehung mitverfolgt und verbessert haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
2. Zielsetzung und Aufgabenstellung	7
3. Allgemeine Grundlagen	8
3.1 Begriffsdefinitionen	8
3.2 Rechtliche Grundlagen	9
3.2.1 EU - Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)	10
3.2.2 EU - Kommunale Abwasserrichtlinie (91/271/EWG) - über die Behandlung von kommunalem Abwasser	10
3.2.3 Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 2014)	11
3.2.4 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung 1996 (AAEV 2014)	12
3.2.5 Umweltförderungsgesetz 1993 (UFG 2014)	13
3.2.6 Förderungsrichtlinien 1999 - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2008)	15
3.2.7 Rechtsvorschriften der Bundesländer	16
3.3 Technische Grundlagen	16
3.3.1 ÖNORM EN 752 (2008) - Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden	16
3.3.2 ÖNORM B 2503 (2004) - Kanalanlagen - Ergänzende Richtlinien für die Planung, Ausführung und Prüfung	17
3.3.3 ÖNORM EN 13508-2 (2002) - Zustand von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion	17
3.3.4 ÖWAV-Regelblatt 22 - Betrieb, Wartung und Überprüfung von Kanalanlagen (2015)	17
3.3.5 ÖWAV-Regelblatt 43 - Optische Kanalinspektion (2013)	18
3.4 Zustandserfassung	21
3.4.1 Die indirekte optische Zustandserfassung	24
3.4.2 Konventionelle optische Inspektionsmethoden	26
3.4.2.1 TV Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera	26
3.4.2.2 TV Inspektion mit Fahrwagen	27
3.4.3 Innovative optische Inspektionsmethoden	28
3.5 Zustandsbeschreibung	31
3.5.1 Aufbau des Kodiersystems nach ÖNORM EN 13508-2/A1 (2010)	32
3.5.1.1 Allgemeiner Aufbau	33
3.5.1.2 Hauptkode	34
3.5.1.3 Charakterisierung	37
3.5.1.4 Quantifizierung	39
3.5.1.5 Lage am Umfang	40
3.5.1.6 Sonstige Angaben	42
3.5.2 Kodes	42
3.5.3 Bedarf der Adaptierung des Kodiersystems nach EN 13508-2/A1 (2010) für den elektronischen Spiegel	42
3.6 Inspektionsstrategien	44
3.6.1 Derzeitige Inspektionsstrategien	44
3.6.2 Bedarfsorientierte Reinigung	44
3.6.3 Betrieblicher Überblick	45
4. Material und Methoden	49
4.1 Untersuchungsgebiete	49
4.2 Untersuchungszeiträume	50
4.2.1 Untersuchungszeiträume Kamerabefahrung	50
4.2.2 Untersuchungszeiträume Spiegelinspektionen	51

4.2.3	Zeitabstand zwischen Kamerabefahrungen und Spiegelinspektionen	52
4.3	Untersuchungsumfang	53
4.4	Elektronische Spiegelmodelle	55
4.4.1	iPEK QuickView / QuickView Haloptic	56
4.4.2	MesSen Nord STV3	57
4.5	Untersuchungsmethodik	57
4.5.1	Erfassung der Haltungszustände nach EN 13508-2/A1 (2010)	57
4.5.2	Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel	58
4.5.3	Auswertung mit und ohne Zustandsgruppen	58
4.5.4	Aufbau der Access-Datenbank	59
4.5.4.1	Allgemeiner Aufbau	59
4.5.4.2	Stammdaten	60
4.5.4.3	Zustandserfassung nach EN 13508-2/A1 (2010) durch TV-Befahrung	61
4.5.4.4	Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel	61
4.5.4.5	Ursachen für Nichterkennung mittels elektronischen Spiegel	62
4.5.4.6	Ablagerungshöhen	69
4.6	Stammdaten der untersuchten Haltungen	69
4.6.1	Kanalisationsnetz	69
4.6.2	Profilformen	70
4.6.3	Abmessungen der Haltungen	71
4.6.3.1	Haltungsdurchmesser Kreisprofile	71
4.6.3.2	Eiprofile der Haltungen	72
4.6.4	Rohrmaterialien	73
4.6.4.1	Rohrmaterialien 2009/10/12	73
4.6.4.2	Materialien 2011	73
5.	Ergebnisse	74
5.1	Erfasste Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mittels TV-Befahrung	74
5.1.1	Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) ohne Zustandsgruppen	75
5.1.2	Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) bei Bildung von Zustandsgruppen	77
5.2	Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel	80
5.2.1	Erfassung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mit dem elektronischen Spiegel ohne Anwendung von Zustandsgruppen	80
5.2.2	Erfassung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mit dem elektronischen Spiegel bei Anwendung von Zustandsgruppen	86
5.2.3	Änderungen der Erfassungsraten des elektronischen Spiegels durch die Anwendung von Zustandsgruppierungen	91
5.2.4	Ablagerungshöhen	93
6.	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse	94
6.1	Häufigkeitsverteilung der Zustände in den untersuchten Haltungen	94
6.2	Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel ohne der Anwendung von Zustandsgruppen	94
6.3	Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel bei der Anwendung von Zustandsgruppen	96
6.4	Änderung der Erfassungsrate des elektronischen Spiegel durch die Anwendung von Zustandsgruppen	99
6.5	Verschmutzungsgrad der Haltungen	100
7.	Zusammenfassung	101
7.1	Warum ist die Zustandsbeschreibung nach EN 13508-2/A1 (2010) nicht ideal für den elektronischen Spiegel anwendbar?	101

7.2	Wie verändert sich die Zustandserfassungsrate des elektronischen Spiegels bei der Anwendung von Zustandsgruppen	101
7.3	Welches System der Zustandsbeschreibung ist für den elektronischen Spiegel ideal?	102
8.	Ausblick	103
9.	Literaturverzeichnis	104
10.	Anhang	107
10.1	Kodiersystem nach ÖNORM EN 13508-2/A1 (2010)	107
10.2	Abbildungsverzeichnis	121
10.3	Tabellenverzeichnis	124
11.	Lebenslauf	125
12.	Eidesstaatliche Erklärung	128

Kurzfassung

Die optische Kanalinspektion liefert Informationen über den Istzustand von Kanalnetzen. Üblicherweise geschieht dies mittels eines Kamerafahrwagens (TV-Befahrung). Die Zustandsbeschreibung der Kanäle erfolgt dabei mit einem ausführlichen und komplexen Kodiersystem nach EN 13508-2/A1 (2010). Diese Beschreibung der Zustände soll für innovative Inspektionsmethoden adaptiert werden, da diese nicht den Detaillierungsgrad der Zustandserfassung wie bei der TV-Befahrung aufweisen können. Zu den innovativen Inspektionsmethoden zählen sowohl die in dieser Arbeit untersuchten elektronischen Spiegel, welche die Haltung nicht aktiv durchfahren, sondern von Schacht zu Schacht durch die Haltung zoomen, als auch die SewerBatt®-Technologie (akustische Zustandserfassung). Anwendungsgebiet ist nicht mehr eine ausführliche Beschreibung eines jeden einzelnen Zustandes innerhalb der Haltung, sondern ein schneller Überblick über den baulichen und betrieblichen Zustand, um darauf aufbauend weitere Entscheidungen treffen zu können, ob beispielsweise eine detaillierte Kamerabefahrung oder eine Reinigung notwendig sind. Da viele Zustände in Gruppen auftreten, soll untersucht werden, ob sich die Zustandserfassungsraten des elektronischen Spiegels ändern, wenn die Erfassung nicht nur wie bei der TV-Befahrung für jeden Zustand einzeln erfolgt, sondern auch zusammengefasst in Gruppen. Aus diesen Untersuchungen sollen Möglichkeiten der Adaptierung der Zustandsbeschreibung, passend für den elektronischen Spiegel, abgeleitet werden.

Abstract

The visual sewer inspection provides statements about the actual condition of sewer networks. Classically this is done with a camera crawler and a mounted camera (CCTV inspection). The description of the conditions is then carried out by a detailed and complex coding system according to EN 13508-2/A1 (2010). This description of conditions has to be adapted for innovative inspection methods, as they cannot provide the level of detail in condition detection as CCTV inspection. These innovative inspection methods include Manhole-Zoom camera (MZC) models, which do not move through a reach, but zoom from manhole to manhole, as well as SewerBatt®-technology (acoustic condition detection). With these technologies, the inspection purpose is no longer a detailed description of every single condition within the sewer network, but a quick overview of the physical and operational conditions, to subsequently make decisions whether a detailed CCTV inspection or cleaning is necessary. Since many conditions occur in groups, it should be examined whether the detection rates of the MZC changes if detection is done individually for each condition, but also for condition groups. Based on these investigations the possibilities of adapting the coding system for the MZC shall be analyzed.

1. Einleitung

Der Anschlussgrad häuslicher Abwässer an die Kanalisation beträgt in Österreich etwa 89% (oder rund 7,2 Millionen Einwohner). Auch ein Großteil der gewerblichen, industriellen und sonstigen nicht häuslichen Abwässer werden durch das Abwassersystem entsorgt. Bezogen auf die Preisbasis 2002 wurden in den letzten 35 Jahren rund 25 Milliarden Euro in die Entsorgung von kommunalen Abwässern investiert. Auf Grund dessen kommt der Instandhaltung zur Gewährleistung der Bausubstanz, der Funktionalität und der Werterhaltung höchste ökologische, volksgesundheitliche, als auch volkswirtschaftliche Priorität zu. Das Ziel eines jeden Betreibers von Abwassersystemen muss es sein den baulichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustand seines Systems zu kennen und einwandfrei zu erhalten (ÖWAV-RB 22, 2010).

Zu diesem Zweck wird heute die Kanal-TV-Inspektion eingesetzt, da diese ein umfassendes Bild über eine Kanalhaltung liefert. Diese ist jedoch mit hohen Kosten verbunden, und eine vorhergehende Kanalreinigung ist notwendig. Dadurch gehen wesentliche Aussagen über betriebliche Probleme verloren. So müssen innovative Inspektionsmethoden und -techniken eingesetzt werden, die diese hohen Kosten senken, und die negativen Einflüsse einer Kanalreinigung vor einer Inspektion vermeiden können (BÖLKE, 2012).

Einer dieser Methoden stellt die Inspektion mittels elektronischen Spiegel dar. Diese durchqueren nicht aktiv die Haltung, sondern zoomen von Schacht zu Schacht. Dadurch erhält man einen schnellen betrieblichen Überblick, und gröbere Schäden an der Haltung können identifiziert werden. So kann entschieden werden ob eine detaillierte TV-Inspektion, eine Reinigung, oder erst wieder eine Kontrolle zum nächsten Inspektionsintervall nötig ist.

Um einen etwaigen Sanierungs- oder anderen Handlungsbedarf im Kanal zu rechtfertigen, müssen alle Zustände in der Kanalhaltung erfasst und beschrieben werden. Geschehen hier Fehler wirken sich diese auf die gesamte weitere Instandhaltungs- und Sanierungsstrategie aus. Diese Zustandsbeschreibungen werden derzeit nach einem Kodiersystem der EN 13508-2/A1 (2010) durchgeführt. Dieses System ist jedoch für eine detaillierte TV-Inspektion mittels Kamerawagen konzipiert, daher ist eine Anwendung an die Inspektionsergebnisse des elektronischen Spiegels nicht gleichermaßen sinnvoll. Der Detaillierungsgrad einer Inspektion mittels elektronischen Spiegel wird dem der EN 13508-2/A1 (2010) nicht gerecht.

Da jedoch viele Zustände innerhalb einer Haltung in Gruppen auftauchen (beispielsweise ein schadhaft eingebundener Hausanschluss der in die Haltung einragend ist, was bereits einer dreifachen Kodierung nach EN 13508-2/A1 (2010) entsprechen würde), soll in dieser Arbeit untersucht werden, ob sich die Zustandserfassungsraten des elektronischen Spiegels ändern, wenn nicht mehr jeder Zustand einzeln, wie bei der TV-Befahrung, erfasst wird, sondern Gruppen von Zuständen erfasst werden. Da es für weitere Entscheidungen des Kanalisationsbetreibers bei Verwendung eines elektronischen Spiegels unerheblich ist, ob alle Zustände bis ins kleinste Detail erfasst wurden (da bereits ein erfasster baulicher Zustand eine weitere detaillierte TV-Inspektion bedingt), kann die Bildung von Zustandsgruppen eine adäquate Adaptierung des Kodiersystems der EN 13508-2/A1 (2010) für den elektronischen Spiegel darstellen, oder als Grundlage für eine noch mehr vereinfachtere Zustandserfassung dienen.

Diese Masterarbeit entstand im Rahmen des Projekts INNOKANIS - Innovative Methoden der Kanalinspektion zur Optimierung selektiver Betriebsstrategien (2015) des Instituts für Siedlungswasserbau, Industrieressourcenmanagement und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien, gefördert durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Der Bearbeitungsbeginn erfolgte im Sommer 2013. Die empirische Forschungsarbeit erstreckte sich bis Sommer 2014. Literaturrecherche, Aufbereitung der Ergebnisse und Interpretationen dauerten bis Frühjahr 2015 an.

2. Zielsetzung und Aufgabenstellung

Durch diese Diplomarbeit soll untersucht werden ob für innovative Inspektionsmethoden wie dem elektronischen Spiegel, ein angepasstes Kodiersystem der EN 13508-2/A1 (2010) zur Zustandsbeschreibung entwickelbar, als auch sinnvoll einsetzbar ist. Da diese Inspektionsmethoden noch nicht lange bzw. regelmäßig im Einsatz sind, gibt es noch keine adaptierte Zustandsbeschreibung. Das derzeit verwendete System nach der EN 13508-2 ist in seiner Ausführung zu detailliert und komplex, als dass es sinnvoll für Inspektionsvideos eines elektronischen Spiegels anwendbar ist. Dieser kann nur einen betrieblichen Überblick liefern, und grobe bauliche Mängel aufzeigen, jedoch keine detaillierte Erfassung eines jeden Einzelzustandes liefern, wie es mit einer TV-Befahrung möglich ist (sh. ÖWAV RB 43, 2013). Jedoch ist es nicht zwingend nötig, alle Zustände innerhalb der Haltung detailliert zu erfassen, um Aussagen treffen zu können, ob beispielsweise ein Sanierungsbedarf oder eine Reinigung für denjenigen Kanalabschnitt nötig sind. Daher können dynamische und effizientere Inspektions- und Sanierungsstrategien entwickelt werden.

Es ergeben sich folgende Fragestellungen:

- **Warum ist die Zustandsbeschreibung nach EN 13508-2/A1 (2010) nicht ideal für den elektronischen Spiegel anwendbar?**
- **Wie verändert sich die Zustandserfassungsrate des elektronischen Spiegels bei der Anwendung von Zustandsgruppen?**
- **Welches System der Zustandsbeschreibung ist für den elektronischen Spiegel ideal?**

Alle Fragestellungen beziehen sich auf die Haltungsinspektion. Die Schachtinspektion wird hier nicht berücksichtigt.

Als Datengrundlage dienen Inspektionsvideos von TV-Befahrungen und Inspektionen mittels elektronischen Spiegeln, bereitgestellt von neun Kanalisationsunternehmen. Die Untersuchungen mit dem elektronischen Spiegel fanden in den Jahren 2009 - 2012 statt. In einer umfassenden Datenbank, basierend auf Inspektionen von rund 500 Kanalhaltungen, wurden die Zustände zuerst mittels der Inspektionsvideos der TV-Befahrungen eingetragen. Anschließend wurden die selben Haltungen mit Inspektionsvideos von zwei Modellen des elektronischen Spiegels inspiziert, und die Ergebnisse in die Datenbank eingetragen. So wurde eine Grundlage für alle weiteren Untersuchungen geschaffen.

Kapitel 3 erläutert den generellen Bedarf von optischen Inspektionen und die Vorgehensweise. Des Weiteren werden die innovativen Inspektionsmethoden, insbesondere der elektronische Spiegel, und das derzeitige Kodiersystem nach EN 13508-2/A1 (2010) beschrieben. Insbesondere auf die Nachteile welche sich bei der Anwendung mit dem elektronischen Spiegel ergeben wird eingegangen. Mögliche Veränderungen an Sanierungs- und Inspektionsstrategien durch Verwendung eines elektronischen Spiegels werden ebenso beschrieben.

In Kapitel 4 wird die Datengrundlage vorgestellt und wie eine möglichst unabhängige und objektive Inspektion mit dem elektronischen Spiegel durchgeführt wurde, sowie der generelle Aufbau der Datenbank mit den Zustandskodierungen.

Kapitel 5 präsentiert die Ergebnisse, welche aus dem Inspektionsmaterial bzw. der erstellten Datenbank gewonnen werden konnten.

Die Kapitel 6 „Interpretation und Diskussion“, 7 „Zusammenfassung“ und 8 „Ausblick“ beschäftigen sich mit den Beeinflussungen der Zustandserfassungsrate des elektronischen Spiegels durch Gruppenbildung, der Anwendbarkeit dieser Gruppen bei der Zustandsbeschreibung, wie eine vereinfachte Zustandserfassung mit dem elektronischen Spiegel erfolgen kann, und dem weiteren Forschungsbedarf zu dieser Thematik.

3. Allgemeine Grundlagen

In den folgenden Kapiteln werden wichtige Begriffe der Siedlungswasserwirtschaft definiert, rechtliche und technische Grundlagen erörtert, sowie der theoretische Hintergrund der Zustandserfassung und Zustandsbeschreibung, als auch von Inspektionsstrategien beschrieben.

3.1 Begriffsdefinitionen

Abwasser:	„Wasser, bestehend aus jeglicher Kombination von abgeleitetem Wasser aus Haushalten, Industrie- und Gewerbebetrieben, Oberflächenabfluss und unbeabsichtigter Fremdwasserzufluss.“ (EN 1085, 2006)
Abwasserkanal:	„Meist erdverlegte Rohrleitung oder andere Vorrichtung zur Ableitung von Abwasser aus mehreren Quellen.“ (EN 1085, 2006)
Dichtheitsprüfung:	„Zerstörungsfreie Prüfung eines Bauteils, einer Rohrleitung oder dergleichen auf Dichtheit.“ (EN 1085, 2006)
Freispiegelsystem:	„Entwässerungssystem, bei dem der Abfluss durch Schwerkraft erfolgt und bei dem die Rohrleitung üblicherweise mit Teilfüllung betrieben wird.“ (EN 1085, 2006)
Haltung:	„Durchgehender Abschnitt einer Abwasserleitung oder eines Abwasserkanals zwischen zwei angrenzenden Knoten.“ (EN 13508-2, 2002)
industrielles Abwasser / gewerbliches Abwasser:	„Abwasser aus Industrie- oder Gewerbebetrieben.“ (EN 1085, 2006)
Inspektion:	„Untersuchungen zur Erfassung des baulichen/betrieblichen Zustandes.“ (DWA 149-2, 2006)
Kanalisation:	„Netz von Rohrleitungen und Zusatzbauten, das Abwasser von Abwasserleitungen zu Kläranlagen oder an anderen Entsorgungsstellen ableitet.“ (EN 1085, 2006)
Knoten:	„Schacht, Inspektionsöffnung, Auslass, Reinigungsöffnung oder anderer wichtiger, eindeutig definierter Punkt.“ (EN 13508-2, 2002)
kommunales Abwasser:	„Abwasser aus Siedlungen, das vorwiegend aus häuslichem Schmutzwasser besteht und zusätzlich Niederschlagswasser, Fremdwasser und gewerbliches oder industrielles Abwasser enthalten kann.“ (EN 1085, 2006)

Optische Inspektion:	„Erfassung des baulichen/betrieblichen Zustandes durch direkte oder indirekte Inaugenscheinnahme von innen.“ (DWA 149-2, 2006)
Schacht:	„Einstieg mit abnehmbaren Deckel, angebracht auf einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal, um den Einstieg von Personen zu ermöglichen.“ (EN 752, 2008)
Zustandsbeschreibung:	Siehe Zustandserfassung.
Zustandsbeurteilung:	„Einstufung der Ergebnisse der Inspektion nach dem Handlungsbedarf aufgrund der gestellten Anforderungen sowie maßgeblicher Einflussfaktoren. Sie besteht aus den Teilschritten Zustandsklassifizierung und Zustandsbewertung.“ (DWA 149-2, 2006)
Zustandsbewertung:	„Zustandsbewertung ist die Verknüpfung der Ergebnisse der Zustandsklassifizierung mit maßgeblichen Einflussfaktoren.“ (DWA 149-2, 2006)
Zustandserfassung	„Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des baulichen/betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Ist-Zustandes von Entwässerungssystemen.“ (DWA 149-2, 2006)
Zustandsklassifizierung:	„Zustandsklassifizierung ist die Einstufung der Ergebnisse der Inspektion durch Vergleich mit den gestellten Anforderungen.“ (DWA 149-2, 2006)

3.2 Rechtliche Grundlagen

Die Notwendigkeit einer optischen Inspektion und die Zustandsbeschreibung lassen sich aus mehreren Rechtsmaterien ableiten. Abbildung 1 zeigt einen Überblick über Rechtsmaterien, welche für den Kanalbetrieb relevant sind.

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
Kanal-(gebühren)-ordnungen				Kommunen

Abbildung 1 - Relevantes Recht im Kanalwesen (POLLINGER, 2009)

Nachfolgend werden einzelne Rechtsvorschriften auszugsweise vorgestellt.

3.2.1 EU - Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)

Ziel dieser Richtlinie ist der Schutz und die Verbesserung aller Oberflächengewässer (guter chem. und ökolog. Zustand) und der Grundwässer (guter mengenmäßiger und chem. Zustand).

„Ziel dieser Richtlinie ist die Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers zwecks

a) Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt,

b) Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen,

c) Anstrebens eines stärkeren Schutzes und einer Verbesserung der aquatischen Umwelt, unter anderem durch spezifische Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären Stoffen und durch die Beendigung oder schrittweise Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären gefährlichen Stoffen;

d) Sicherstellung einer schrittweisen Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers und Verhinderung seiner weiteren Verschmutzung; und

e) Beitrag zur Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren, womit beigetragen werden soll

- zu einer ausreichenden Versorgung mit Oberflächen- und Grundwasser guter Qualität, wie es für eine nachhaltige, ausgewogene und gerechte Wassernutzung erforderlich ist;

- zu einer wesentlichen Reduzierung der Grundwasserverschmutzung;“
(EU Wasserrahmenrichtlinie, 2000)

3.2.2 EU - Kommunale Abwasserrichtlinie (91/271/EWG) - über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Ziel der kommunalen Abwasserrichtlinie ist der Schutz der Umwelt vor schädlichen Auswirkungen durch kommunales Abwasser. In dieser ist ein Zeitplan zur Errichtung von Kanalisationsanlagen und Abwasserreinigungsanlagen definiert. Des Weiteren werden Anforderungen an die Kanalisation gestellt.

„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 15 000 Einwohnerwerten (EW),

— bis zum 31. Dezember 2005 in Gemeinden von 2 000 bis 15 000 EW.

Die Mitgliedstaaten tragen dafür Sorge, daß in Gemeinden mit mehr als 10 000 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.

(2) Die in Absatz 1 genannten Kanalisationen müssen den Anforderungen von Anhang I Abschnitt A entsprechen. Die Kommission kann diese Anforderungen ändern. Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie werden nach dem in Artikel 18 Absatz 3 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen.“ (EU Kommunale Abwasserrichtlinie, 1991)

Im Anhang I „Anforderungen an kommunale Abwässer“ findet man über Anforderungen an Kanalisationen unter Punkt A:

„Kanalisationen sollen den Anforderungen an die Abwasserbehandlung Rechnung tragen. Bei Entwurf, Bau und Unterhaltung der Kanalisation sind die optimalen technischen Kenntnisse zugrunde zu legen, die keine unverhältnismäßig hohen Kosten verursachen; dies betrifft insbesondere:

- Menge und Zusammensetzung der kommunalen Abwässer,*
- Verhinderung von Leckagen,*
- Begrenzung einer Verschmutzung der aufnehmenden Gewässer durch Regenüberläufe.“ (EU Kommunale Abwasserrichtlinie, 1991)*

3.2.3 Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 2014)

Das Wasserrechtsgesetz in der jeweils gültigen Fassung ist ein Bundesgesetz, welches das Wasserrecht regelt. Es behandelt als Themengebiete die Benutzung, Schutz und Reinhaltung von Gewässern, als auch den Schutz vor den Gefahren von Wasser. Wichtige Paragraphen, welche die Errichtung und Erhaltung von Kanalisationsanlagen betreffen, werden nachfolgend angeführt:

Der Begriff „Stand der Technik“ nach WRG:

„§ 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 allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind.“ (WRG, 2014)

Über die allgemeine Sorge der Reinhaltung:

„§ 31. (1) Jedermann, dessen Anlagen, Maßnahmen oder Unterlassungen 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, instandzuhalten 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, 2014)

Über die Notwendigkeit der Erhaltung von Kanalisationsanlagen sagt das WRG aus:

„§ 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.

(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.“ (WRG, 2014)

Besondere Aufsichtsbestimmungen:

„§ 134. (1) Öffentliche Wasserversorgungsanlagen einschließlich der Schutzgebiete sind vom Wasserberechtigten auf seine Kosten durch Sachverständige oder geeignete Anstalten und Unternehmungen hygienisch und technisch überprüfen zu lassen.

(2) Ebenso haben die im Sinne des § 32 Wasserberechtigten das Maß ihrer Einwirkung auf ein Gewässer sowie den Betriebszustand und die Wirksamkeit der bewilligten Abwasserreinigungsanlagen auf ihre Kosten überprüfen zu lassen.

(3) Überprüfungen nach Abs. 1 und 2 haben in Zeitabständen von höchstens fünf Jahren zu erfolgen, sofern die Wasserrechtsbehörde nicht unter Bedachtnahme auf besondere Umstände kürzere Zeitabstände vorschreibt.

(4) Der Betreiber einer Anlage zur Lagerung oder zur Leitung wassergefährdender Stoffe (§ 31a) hat die Wirksamkeit der zum Schutz der Gewässer getroffenen Vorkehrungen, insbesondere die Dichtheit von Behältern und Leitungen, in Zeitabständen von höchstens fünf Jahren auf seine Kosten überprüfen zu lassen, sofern die Behörde nicht unter Bedachtnahme auf besondere Umstände kürzere Zeitabstände vorschreibt. Untersuchungen gemäß § 82b der Gewerbeordnung gelten als Überprüfung im Sinne dieses Bundesgesetzes, wenn sie in gleichen oder kürzeren Zeitabständen erfolgen.“ (WRG, 2014)

3.2.4 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung 1996 (AAEV 2014)

Diese Verordnung regelt die Begrenzung von Abwassermissionen in Kanalisationsanlagen und Gewässern, als auch die Abwasserbehandlung. Wichtige Abschnitte welche den Betrieb, Wartung und Funktionskontrolle von Kanälen betreffen sind wie folgt:

Geltungsbereich:

„§ 1. (1) Diese Verordnung gilt für die Einleitung von

1. Abwasser;

2. Mischwasser;

3. Niederschlagswasser, mit welchem Schadstoffe von der Landoberfläche eines Einzugsgebietes in ein Gewässer abgeschwemmt werden, die überwiegend durch menschliche Tätigkeiten in diesem Einzugsgebiet entstanden sind;

4. Grundwasser oder Tiefengrundwasser gemäß Abs. 2 Z 3 und 4, wenn dessen Eigenschaften in Prozessen gemäß Abs. 3 Z 1 derart verändert wird, daß es Fließgewässer in ihrer Beschaffenheit zu beeinträchtigen oder zu schädigen vermag;

5. Sickerwasser aus AbfalldPONien;

6. wäßrigen Kondensaten ausgenommen Niederschlagswasser in Fließgewässer oder öffentliche Kanalisationen.“ (AAEV, 2014)

Allgemeine Grundsätze:

„§ 2. Bei der Einleitung von Abwasser und Abwasserinhaltsstoffen in ein Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation soll - soweit nicht anders verordnet oder bescheidmäßig zugelassen - unter Bedachtnahme auf den Stand der Abwasserreinigungstechnik und auf die Möglichkeiten zur Verringerung des Abwasseranfalles, bei gefährlichen Abwasserinhaltsstoffen auch auf die nach dem Stand der Technik gegebenen Möglichkeiten zur Vermeidung der Einleitung, darauf geachtet werden, daß

1. Einbringungen von Abwasserinhaltsstoffen und Abfallenergie nur im unerlässlich notwendigen Ausmaß erfolgen;
2. Einsparung, Vermeidung und Wiederverwertung von Stoffen, die ins Abwasser gelangen können, sowie von Energie Vorrang haben vor Abwasserbehandlungsmaßnahmen;
3. die Schutzmaßnahmen für ein Fließgewässer nicht zu einer unvermeidbaren Verlagerung von Belastungen auf andere Gewässer führen;
4. die an ein Fließgewässer abgegebene Abwassermenge durch Einsatz wassersparender Technologien und Methoden möglichst gering gehalten wird;
5. Abwasserinhaltsstoffe möglichst unmittelbar am Ort der Entstehung oder des Einsatzes zurückgehalten werden (Teilstrombehandlung).“ (AAEV, 2014)

Anforderungen an die Abwasserbehandlung:

„§ 3. (1) In einem zusammenhängenden Siedlungsgebiet sollen die Abwässer grundsätzlich in Kanalisationsanlagen gesammelt und in zentralen Reinigungsanlagen gereinigt werden. Auf zukünftige Entwicklungen soll dabei Bedacht genommen werden. Bei der Behandlung der Abwässer soll die biologische Reinigung mit Entfernung der Kohlenstoffverbindungen und Nitrifikation sowie in Abhängigkeit von der Größenordnung der Reinigungsanlage mit Stickstoff- und Phosphorentfernung angewandt werden.

(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 Fehlanlüsse 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, 2014)

3.2.5 Umweltförderungsgesetz 1993 (UFG 2014)

In diesem Gesetz werden die Voraussetzungen für Förderungen zum Schutz der Umwelt geregelt.

Ziele:

„§ 1. Ziele dieses Bundesgesetzes sind:

1. Schutz der Umwelt durch geordnete Abwasserentsorgung einschließlich betrieblicher Abwässer und Gewährleistung einer ausreichenden Wasserversorgung sowie durch Verbesserung des ökologischen Zustandes der Gewässer (Wasserwirtschaft);

§ 2. (1) Die Gewährung einer Förderung soll einen größtmöglichen Effekt für den Umweltschutz bewirken. Dabei ist insbesondere nach ökologischer Prioritätensetzung vorzugehen.

(2) Das öffentliche Interesse am Umweltschutz, die technische Wirksamkeit sowie die betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Zweckmäßigkeit der Maßnahme sind zu beachten. Auf die Art und das Ausmaß der voraussichtlichen Auswirkungen der Maßnahme auf die Umwelt, die Verhinderung einer Verlagerung von Umweltbelastungen sowie den Anreiz zur Entwicklung und Verbesserung umweltschonender, rohstoff- und energiesparender Technologien ist Bedacht zu nehmen.“ (UFG, 2014)

Wasserwirtschaftliche Ziele:

„§ 16. Ziele der Förderung von Maßnahmen zur Wasserversorgung, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind

1. der Schutz des ober- und unterirdischen Wassers vor Verunreinigungen, die Versorgung der Bevölkerung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser sowie die Bereitstellung von Nutz- und Feuerlöschwasser;

2. die Sicherstellung eines sparsamen Verbrauches von Wasser;

3. die Verringerung der Umweltbelastungen für Gewässer, Luft und Böden sowie die Erhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes;

4. die Berücksichtigung der künftigen Bedarfsentwicklung neben dem bestehenden Ver- und Entsorgungsbedarf.“ (UFG, 2014)

Förderungsgegenstände:

„§ 17. (1) Im Rahmen der Siedlungswasserwirtschaft können gefördert werden

1. Maßnahmen zur Versorgung mit Trink- und Nutzwasser einschließlich der künftigen Wasserversorgung;

2. Maßnahmen zum Schutz des ober- und unterirdischen Wassers durch Ableitung und Behandlung von Abwässern und Behandlung der Rückstände aus Abwasserbehandlungsanlagen;

2a. Maßnahmen zur Strukturverbesserung im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung, die zu Effizienzsteigerungen führen;

3. Maßnahmen zur Verwertung oder Nutzung der in Anlagen anfallenden und dort benötigten Energie;

4. Maßnahmen zur Erneuerung und Sanierung von

a) Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen, deren Baubeginn vor dem 1. April 1973 erfolgte;

b) Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen, die noch nie gefördert wurden.

5. Maßnahmen zur Sanierung von Abwasserbehandlungsanlagen und Anpassung an den Stand der Technik;

6. Grundsatzkonzepte, Untersuchungen, Studien, generelle Planungen sowie Gutachten, die im Zusammenhang mit Maßnahmen gemäß Z 1 bis 5 notwendig sind.

(2) Weiters können Maßnahmen zur betrieblichen Abwasserentsorgung und sonstige innerbetriebliche abwasserbezogene Maßnahmen gefördert werden.“ (UFG, 2014)

3.2.6 Förderungsrichtlinien 1999 - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW 2008)

Die Förderungsrichtlinie für die kommunale Siedlungswasserwirtschaft beschreibt die Voraussetzungen für eine Förderung im Detail.

Zielsetzungen:

„§ 1 Zielsetzung

(1) Ziel der Förderung von Maßnahmen zur Wasserversorge, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung oder Schlammbehandlung ist der Schutz des ober- und unterirdischen Wassers vor Verunreinigungen, die Versorgung der Bevölkerung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser und die Bereitstellung von Nutz- und Feuerlöschwasser.

(2) Die Förderung hat die Durchführung von Maßnahmen zur Wasserversorgung, Abwasserentsorgung oder Schlammbehandlung zu ermöglichen, soweit sie ohne Förderung nicht oder nicht im notwendigen Umfang durchgeführt werden können, ohne die Gebührenpflichtigen über ein zumutbares Maß hinaus zu belasten. Die Förderungsmittel sind nach den Grundsätzen der Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu vergeben.

(3) Die Förderung von Wasserversorgungsanlagen soll einen sparsamen Gebrauch des wertvollen Gutes Wasser sicherstellen und damit soll auch der Abwasseranfall auf das unvermeidbare Ausmaß beschränkt werden. Zu beachten ist weiters, dass die Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt minimiert werden. Ein energiesparender Betrieb der Wasserversorgungsanlage ist sicherzustellen.“ (BMLFUW 2008)

Begriffsbestimmungen:

„§ 2 Begriffsbestimmungen

(3) Abwasserentsorgungsanlagen im Sinne dieser Richtlinien bestehen aus Abwasserableitungs- und Abwasserreinigungsanlagen.

(4) Abwasserableitungsanlagen im Sinne dieser Richtlinien sind sämtliche Anlagen (Bauwerke und zugehörige Einrichtungen) - ausgenommen Inneninstallationen - die zur Sammlung, Weiter- und Ableitung von Schmutz- oder Niederschlagswässern und zur Vorflutbeschaffung erforderlich sind.

(5) Als Inneninstallationen bei Abwasserableitungsanlagen im Sinne dieser Richtlinien gelten Anschlusskanäle und Einrichtungen, die mindestens 3 m innerhalb der Grundstücksgrenze des betroffenen Grundstückes, von dem Abwasser in die Abwasserableitungsanlage eingeleitet werden sollen, liegen. Sollte der Anteil des Anschlusskanales außerhalb des anzuschließenden Objektes mehr als 30 m betragen, so werden 30 m der Inneninstallation zugerechnet. Der verbleibende Teil des Anschlusskanales kann in diesem Fall der zu fördernden Abwasserableitungsanlage zugerechnet werden. Bei Über- oder Unterdrucksystemen beginnen die Inneninstallationen erst nach dem funktionell dazugehörigen Übergabeschacht.

(8) Stand der Technik im Sinne dieser Richtlinien ist der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher technologischer Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen heranzuziehen.“ (BMLFUW 2008)

Gegenstände der Förderung:

„§ 3 Gegenstand der Förderung

4. die Errichtung von Anlagen, die dem Schutz des ober- und unterirdischen Wassers vor Verunreinigungen dienen (z. B. Abwasserreinigungsanlagen, Abwasserableitungsanlagen einschließlich Hausanschlussleitungen [ohne Inneninstallationen]);

5. Die Sanierung von Abwasserentsorgungsanlagen gemäß § 2 Abs. 18;

6. die Anpassung von Abwasserreinigungsanlagen oder die Anpassung von Wasserversorgungsanlagen;
17. Maßnahmen zur Strukturverbesserung im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung, die zu Effizienzsteigerungen führen;“ (BMLFUW 2008)

3.2.7 Rechtsvorschriften der Bundesländer

Kanalgesetze und Richtlinien für den Betrieb von Kanalisationsanlagen sind in den meisten Bundesländern vorhanden. Diese legen auch teilweise Inspektions- und Reinigungsintervalle fest. Im Land Niederösterreich fallen darunter beispielsweise das NÖ Kanalgesetz und die NÖ Bauordnung, in Oberösterreich existiert das OÖ Abwasserentsorgungsgesetz 2001.

3.3 Technische Grundlagen

Als technische Grundlagen dienen österreichische Normen (ÖNORM) und Regelwerke für den Kanalbetrieb.

3.3.1 ÖNORM EN 752 (2008) - Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

Diese Norm stellt einen Rahmen für Planung, Bau, Sanierung, Unterhalt und Betrieb von Entwässerungssystemen von Gebäuden dar. Zusätzlich gibt es noch detailliertere Normen zu Untersuchung, Planung, Bau, Organisation und Überwachung (ÖNORM EN 752, 2008).

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.“ (ÖNORM EN 752, 2008)

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 integrale Kanalmanagement beinhaltet 4 grundlegende Aktivitäten:

- *Untersuchung aller Leistungsaspekte des Entwässerungssystems in angemessenem Umfang;*
- *Beurteilung der Leistung durch Vergleich mit den Leistungsanforderungen einschließlich des Erkennens von Ursachen für Leistungsversagen;*
- *Entwicklung des Plans der durchzuführenden Maßnahmen;*
- *Umsetzung des Plans.*

Integrales Kanalmanagement bildet die Grundlage für den Betrieb und die Sanierung des Entwässerungssystems.

Die Information wird regelmäßig für das zukünftige Management des Entwässerungssystems aktualisiert.“ (ÖNORM EN 752, 2008)

Näheres zur Zustandserfassung lässt sich unter Punkt 3.4. finden.

3.3.2 ÖNORM B 2503 (2004) - Kanalanlagen - Ergänzende Richtlinien für die Planung, Ausführung und Prüfung

„Diese ÖNORM ist für die Planung und Ausführung von Kanalanlagen gemeinsam mit den ÖNORMEN EN 476, EN 752 -1 bis -7 und EN 1610 anzuwenden.

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 und ÖWAV RB 34 verwiesen.“ (ÖNORM B 2503, 2004)

3.3.3 ÖNORM EN 13508-2 (2002) - Zustand von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion

Diese Norm beschreibt ein europaweit einheitliches Kodiersystem zur Zustandsbeschreibung von Entwässerungssystemen.

„Anwendungsbereich (1)

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.“ (ÖNORM EN 13508-2, 2002)

Eine nähere Beschreibung dieses Kodiersystems nach ÖNORM EN 13508-2 erfolgt in Kapitel 3.5.1.

3.3.4 ÖWAV-Regelblatt 22 - Betrieb, Wartung und Überprüfung von Kanalanlagen (2015)

Regelwerk über den Stand der Technik bei Betrieb, Wartung und Überprüfung von Kanalisationsanlagen.

„Das vorliegende Regelblatt beschreibt die dem Stand der Technik entsprechenden Aktivitäten betreffend Betrieb, Wartung und Überprüfung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden.

Das Ziel für jeden Betreiber muss sein, den baulichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustand des Entwässerungssystems zu kennen. Bei der Nennung von Mindestanforderungen wird die ökonomische Komponente dadurch berücksichtigt, dass alle erforderlichen Aktivitäten bezüglich ihres Einflusses auf die langfristige Funktions- und Werterhaltung betrachtet werden. Für Überwachung und Wartung von Kanalanlagen zur Ableitung gewerblicher, industrieller oder sonstiger Abwässer gilt dieses Regelwerk sinngemäß. Die Vielschichtigkeit der Situationen in derartigen Anlagen erfordert eine eingehende fachliche Beurteilung im Einzelfall.“ (ÖWAV, 2015)

Hinweis zu rechtlicher Grundlage:

„Sowohl das Einhalten des Standes der Technik als auch die Verpflichtung zur Instandhaltung wasserbaulichen Anlagen und Anlagenteilen sind im Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) und

anderen Rechtsnormen (z. B. Allgemeine Abwasseremissionsverordnung AAEV, Landesgesetz) verankert. Eine besondere Instandhaltungsverpflichtung besteht für aus öffentlichen Mitteln geförderte Anlagen (z. B. Umweltförderungsgesetz – UFG 1993, Technische Richtlinien für die Siedungswasserwirtschaft). Das WRG 1959 fordert in den Zielbestimmungen (§ 30 Abs. 1) unter anderem die Reinhaltung aller Gewässer einschließlich des Grundwassers. Gewässerverunreinigungen, insbesondere durch den Betrieb von Anlagen, sind zu vermeiden (§ 31 Abs. 1).

Nach § 50 Abs. 1 haben die Wasserberechtigten ihre Wasserbenutzungsanlagen einschließlich der dazugehörigen Kanäle in einem der Bewilligung entsprechenden Zustand zu erhalten, sodass eine Verletzung öffentlicher Interessen und fremder Recht nicht stattfindet.

Auch in der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (§ 3 Abs. 5) ist vorgegeben, dass Kanalisationen in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert, gewartet sowie auf Bestand und Funktionsfähigkeit überprüft werden und die Ergebnisse dieser Überprüfungen dokumentiert werden sollen.

Konkrete Vorgaben hinsichtlich Betrieb, Wartung und Überprüfung der Kanalisation finden sich in der Regel im individuellen Bewilligungsbescheid. Hier kann auch ein definiertes Wiederkehrintervall z. B. für die Durchführung der Zustandskontrollen festgelegt sein.

Die Nichterfüllung dieser gesetzlichen Verpflichtungen stellt nicht nur eine Verwaltungsübertretung dar, sondern kann darüber hinaus auch eine strafrechtliche oder zivilrechtliche Verantwortlichkeit zur Folge haben.“ (ÖWAV, 2015)

3.3.5 ÖWAV-Regelblatt 43 - Optische Kanalinspektion (2013)

Dieses Regelblatt legt Standards für die Erfassung und Dokumentation aller Zustände in einer Kanalhaltung fest. Die Dokumentation von Haltungen und Schächten soll in fachlich und inhaltlich korrekter Form dokumentiert werden. Der handwerklich korrekte Umgang mit TV-Inspektionssystemen wird festgelegt. (ÖWAV, 2013)

„Das Kanalfernsehen ist seit vielen Jahren die wichtigste Methode zur Inneninspektion von Rohrleitungen, Kanälen und Schächten. Es ermöglicht das Erfassen sowohl des baulichen als auch des betrieblichen Zustandes ohne auf die bauliche Struktur störend einwirken zu müssen. Es trägt dazu bei, den ungestörten Abfluss des Abwassers sicherstellen zu können und Gefahren, wie z.B. das Erfassen von Unterbrechungen der Vorflut durch Ablagerungen im Kanal oder Lokalisieren und Dokumentieren von Kanalschaden um Verkehrsgefährdungen damit auszuschließen.“ (ÖWAV, 2013)

Inspektionsarten:

„Bei der Inspektion von Kanalisationsanlagen können folgende Aufgabenstellungen mit unterschiedlichen Inspektionsarten (sh. Tabelle 1) erfüllt werden:

- a) Detaillierte Dokumentation des baulichen und betrieblichen Zustandes
- b) Überblick verschaffen über betriebliche Erfordernisse
- c) Bedarfsermittlung (Reinigung, Inspektion, Sanierung)“ (ÖWAV, 2013)

Tabelle 1 - Inspektionsarten und Methoden (adaptiert nach ÖWAV Regelblatt 43, 2013)

Aufgabenstellung	Inspektionsart	Methoden/Technik	Zusätzliche Dokumentation
Betrieblicher Überblick verschaffen Bedarfsermittlung (Reinigung, Detail-Inspektion, Sanierung), Erfüllung Wartungsauftrag	Sichtkontrolle	Durchschauen oder Kanalspiegel	Keine Bild- und Videodokumentation
		„elektronischer Spiegel“ (TV-Inspektion mit ortsfester Kamera im Schacht)	Bild- und Videodokumentation
		Begehung	Keine Bilddokumentation
Detaillierte bauliche und betriebliche Zustandserfassung, z.B. für - Kanalinformationssystem, - Sanierungsplanung, - Bau- und - Gewährleistungsabnahme nach Neubau bzw. Sanierung	TV-Inspektion mit Fahrwagen (ortsbeweglicher Kamera)	Fahrwagen mit Dreh- und Schwenkkopfkamera	Detaillierte Bild- und Videodokumentation
		Fahrwagen mit Scansystem	Detaillierte Bild- und/oder Videodokumentation + Abwicklung
	Inspektion durch Begehung	Begehung mit Kamera	Eingeschränkte Bild- und/oder Videodokumentation
Detaillierte bauliche und betriebliche Zustandserfassung von Hauskanälen	TV-Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrwagen und Schiebetechnik mit Dreh- und Schwenkkopfkamera - Schiebetechnik mit Axialsichtkameras - Satellitenanlagen 	Detaillierte Bild- und Videodokumentation
Erfassung des Zustandes	Akustische Inspektion	Messung von Schallreflexion (Lautsprecher und Mikrofon)	Grafische Auswertung der Reflexionsmuster, Lokalisierung und Beschreibung von Zuständen

Inspektionsanlagen:

„Die Kanal-TV-Inspektionsanlagen sind im prinzipiellen Aufbau grundsätzlich gleich, unterscheiden sich jedoch in folgenden Punkten:

- in der Verwendung der Kanal-TV-Kameras mit ihren speziellen Fahrwagen oder sonstigen Transporteinheiten
- in der elektronischen Verknüpfung
- im Ausstattungsgrad
- in der Anordnung der Bedienelemente und
- in der Datenerfassungs-Software.

Bei den Kanal-TV-Anlagen muss grundsätzlich zwischen transportablen Anlagen, die in jedem Fahrzeug mitgenommen werden können, und Anlagen, die fest in einem Fahrzeug installiert sind, unterschieden werden.“ (ÖWAV, 2013)

Näheres zu konventionellen TV-Inspektionsmethoden findet sich unter Punkt 3.4.2.

Zustandserfassung:

„Folgende Fragen sind im Vorfeld abzuklären:

- der Inspektionszweck,
- die Fragen der Verkehrssicherheit,
- die Klärung zur Reinigung vor der Inspektion,
- das Prozedere zur Übergabe der Unterlagen, der Einsatzablauf,
- die Art und Weise der Ergebnisübergabe (Videos und Protokolle) und
- die Abklärung zu der erforderlichen Messtechnik eindeutig festgelegt wird,
- die Abklärung, ob eine Testinspektion zu fahren ist.

Grundsätzlich gilt für eine detaillierte umfassende Zustandsdokumentation

- Erfassung aller baulichen, betrieblichen Zustände sowie die Bestandserfassung aller Zustände im Kanal, in Leitungen und Schächten (Hauptgruppen mit Spezifizierungen) auf der Grundlage der ON EN 13508-2 in Verbindung mit einer klaren Zuweisung der Zustände lt. Definition

- Basis sind die theoretischen Grundlagen zur Erkennung von Zuständen sowie für deren Dokumentation die im Anhang befindlichen Definitionen der Zustände

Die Zustandserfassung umfasst grundsätzlich die Bereiche:

- Haltung (öffentlicher Bereich)
- nichtbegehbare Kanäle
- schließbare Kanäle
- Schacht/Bauwerke
- Hausanschluss/Straßenablauf“ (ÖWAV, 2013)

Näheres zur Zustandserfassung lässt sich unter Punkt 3.5 finden.

Zustandsbewertung:

„Die detaillierte Erfassung des baulichen Zustandes von Abwasserleitungen und die Umsetzung in eine qualifizierte Bewertung, stellt eine sehr komplexe Aufgabe dar. Da die Zustandsbewertung in keiner Norm definiert ist, wird die Zustandsbewertung gegenüber der Zustandserfassung und der Ermittlung der Prioritäten so weit wie möglich abgegrenzt und definiert.“ (Ertl und Kitzberger, 1999)

„Die Zustandsklassifizierung hat primär die Aufgabe die Zustände innerhalb einer Haltung zusammenzufassen. Die Zustandsbewertung hat die Aufgabe die Haltungen innerhalb von größeren Kanalnetzen einfacher für eine Prioritätenreihung verfügbar bzw. verwaltbar zu machen. Dabei drücken die Zustandsklassen immer einen Handlungsbedarf in baulicher, betrieblicher bzw. umweltrelevanter Hinsicht aus.

Die fürs Österreich empfohlenen Klassifizierungstabellen sind im Kap. Bewertung im ÖWAV RB22 festgelegt.

Es soll keine Vorklassifizierung mehr durch den Inspekteur erfolgen, auch soll sie nicht mehr Bestandteil einer Zustandserfassungssoftware sein. Der Inspekteur soll nur eine Beschreibung und keine Bewertung abgeben. Bei der Bewertung fließen die örtlichen Randbedingungen und Präferenzen des Betreibers mit ein, die ein externer Inspekteur nicht wissen muss.

Alle nach ON EN 13508-2 erfassten Zustände werden mit den entsprechenden Zustandsbewertungsmodellen nach den drei Kriterien

- Dichtigkeit*
 - Standsicherheit und*
 - Betriebssicherheit*
- bewertet.*

Die Gesamtbewertung und Klassifizierung hat grundsätzlich durch den Ingenieur zu erfolgen. Bei sehr übersichtlichen kleinen Kanalnetzen kann statt einer (teilweise) automatisierten Zustandsbewertung eine direkte Begutachtung der Einzelzustände durch den Ingenieur und daraus eine entsprechende Schlussfolgerung für einen Sanierungsplan erfolgen.

Für die Zustandsbewertung gibt es zwei Systeme die es ermöglichen, Zustände welche nach ON EN 13508-2 erfasst worden sind, zu klassifizieren. Diese beiden Systeme sind das Bautechnik ISYBAU 2006 und das DWA Merkblatt M 149-3.

Für Österreich wird das folgende System empfohlen, weil es durch die strikten Vorgaben die vergleichbarsten Ergebnisse bei Bewertung durch verschiedene Personen ergibt:

- Bautechnik ISYBAU 2006.“ (ÖWAV, 2013)*

„Bei jedem Bewertungsmodell stehen Ziele im Hintergrund, nach deren Erfüllungsgrad die Bewertung durch Kriterien stattfindet. Bevor man zu bewerten beginnt, sollte man die Ziele kennen und definieren und die Prioritäten, die sie für die Verantwortlichen besitzen. Wenn man ein Bewertungsmodell übernimmt, sollte überprüft werden, welche Ziele mit welchen Prioritäten die Kriterien und deren Gewichtung festlegen.“ (Ertl und Kitzberger, 1999)

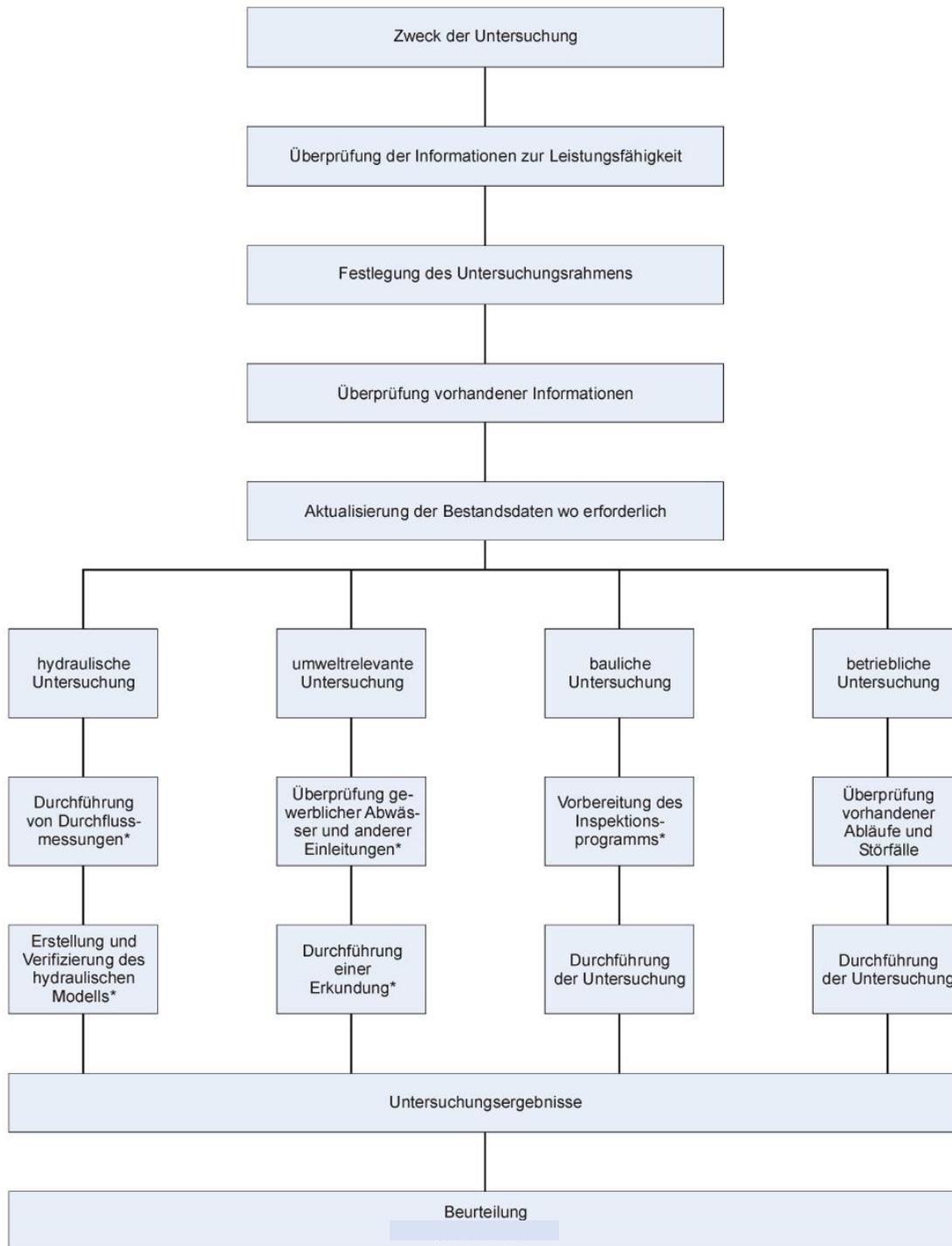
„Dabei ist für die Zustandsbewertung nach Bautechnik ISYBAU 2006 insbesondere zu beachten, dass die Quantifizierung der numerischen Werte bei vielen Zuständen maßgeblich die Klassifizierungsergebnisse bestimmt. Deshalb ist eine Messung der numerischen Werte (insbesondere bei Rissbreiten etc.) einer Abschätzung durch den Inspekteur jedenfalls vorzuziehen.“ (ÖWAV, 2013)

3.4 Zustandserfassung

Das folgende Kapitel beschreibt den Vorgang der Zustandserfassung und mit welchem technischen Equipment diese möglich ist. Um Aussagen über den baulichen, betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustand einer Kanalhaltung treffen zu können, ist eine Kanaluntersuchung notwendig. Daher zählen die Zustandserfassung mitsamt der Zustandsbeschreibung zu den wesentlichen Aufgaben eines Kanalbetreibers.

„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 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.“ (ÖNORM EN 752, 2008)

Abbildung 2 stellt ein Fließschema der vier Untersuchungszwecke dar:



*Andere Typen zur Untersuchung/Überwachung sind ebenfalls möglich.

Abbildung 2 - Fließschema von Untersuchungen (adaptiert nach ÖNORM EN 752, 2008)

Die Untersuchung wird zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Abwasserleitungssystems durchgeführt. Dabei kann die Zielstellung der Untersuchungen eine strategische oder betriebliche Planung sein. Der Zweck einer Untersuchung beeinflusst Art und Weise der Durchführung (z.B.: Wahl des Verfahrens, Detaillierungsgrad, Beurteilung der Ergebnisse). (ÖNORM EN 752, 2008)

Bei baulichen Untersuchungen kann entweder eine vollständige Untersuchung des

Entwässerungssysteme oder eine selektive erfolgen. Das Alter und Lage, die Umgebung und das Potential von Schäden muss in Betracht gezogen werden. Eine Begehung des Kanals (direkte optische Inspektion) sollte vermieden werden, und durch eine indirekte optische Inspektion erfolgen. Während der Untersuchung ist das System von Abwasser frei zu halten. Der Zustand des Systems muss möglichst präzise und umfassend dokumentiert werden. Damit die Untersuchungsergebnisse vergleichbar sind, muss ein einheitliches Kodiersystem nach den Anforderungen der EN 13508-2 angewendet werden. Die dokumentierten Zustände müssen zumindest alle beinhalten, die den baulichen Zustand des Systems beeinflussen, beispielsweise:

- unzulässige Risse
- Verformungen
- verschobene Verbindungen
- schadhafte Anschlüsse
- Wurzeln, Infiltrationen, Ablagerungen, anhaftende Stoffe an der Rohrwandung, andere Abflusshindernisse
- Setzungen
- Beschädigungen im Schacht
- mechanische Beschädigung der Rohrwandung oder chemische Oberflächenangriffe (Korrosion)
- Inventarisierung von Anschlüssen

(ÖNORM EN 752, 2008)

Anwendung der baulichen Untersuchung:

- bei der Bauabnahme nach Neuerrichtung oder Sanierung eines Kanalnetzes
- vor Ablauf der gesetzlichen Gewährleistung
- als Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen

Bei betrieblichen Untersuchungen ist der Einfluss von Betriebsproblemen auf die hydraulische, umweltrelevante und bauliche Leistungsfähigkeit des Systems zu ermitteln. Die Ursachen für wiederkehrende betriebliche Störfälle sind zu untersuchen. (ÖNORM EN 752, 2008)

Anwendung der betrieblichen Untersuchung:

- planmäßig für vorbeugende Instandhaltung
- Erstellung eines Kanalkatasters
- Fremdwasseruntersuchungen
- Indirekteinleiterkontrolle
- Suche von Fehlanschlüssen
- Informationen für bedarfsorientierte Reinigung

Bei der Zustandserfassung ist auf Qualitätssicherung zu achten. Diese besteht aus:

- Sammlung der Daten
- formale und sachliche Prüfung
- Einsatz von fachkundigen Personal

Bei der formalen Prüfung sind die Eingangsdaten vorab auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen:

- Kanalbestandsdaten (Lage, Höhe, Profilart, Nennweite, Material, Baujahr,...)
- örtliche Randbedingungen (Boden, Grundwasser,...)
- Zustandsdaten der Inspektion (nicht untersuchte Objekte, Abbrüche, unvollständige Zustandserfassung)

Die sachliche Prüfung überprüft stichprobenartig die Plausibilität der Inspektionsaufzeichnungen:

- ausreichende optische Erkennbarkeit (Ausleuchtung, Videoqualität, Kameraposition,...)
- fachgerechte Anwendung des Kodiersystems nach ÖNORM EN 13508-2
- Vereinbarkeit mit Bestandsdaten und Daten früherer Inspektionen

(DWA 149-3, 2007)

3.4.1 Die indirekte optische Zustandserfassung

Die indirekte optische Zustandserfassung stellt die Basis bzw. das Fundament für alle weiteren Schritte der Planung am Abwasserkanal dar. Die eigentlichen Instandsetzungs- und Sanierungskonzepte können nur so gut sein, wie die Basis auf welcher sie beruhen. Werden hier Fehler gemacht, führen sich diese im gesamten Kanalmanagement fort. Daher lässt sich feststellen, dass die Zustandserfassung für die Qualität der gesamten Kanalbewirtschaftung (betrieblich als auch baulich) eine zentrale Bedeutung einnimmt. (SCHMUCK, 2004)

Fehler in der Zustandserfassung wirken sich auf die Zustandsklassifizierung und Zustandsbeurteilung aus. Dies wiederum beeinflusst alle darauf aufbauenden Planungsmaßnahmen. *„Untersuchungen, die eine Ursachenermittlung und Quantifizierung solcher Fehler zum Ziel hatten, zeigen, dass Fehleinschätzungen i.d.R. nicht auf eine unzureichende Technik, sondern im Wesentlichen auf eine im betrieblichen Alltag oft unzureichende Qualität der Durchführung zurückzuführen sind.“* (MÜLLER et al., 2006)

Zur Vergleichbarkeit muss die Zustandserfassung nach einem einheitlichen Kodiersystem geschehen. In Österreich ist dies derzeit das System nach ÖNORM EN 13508-2/A1 („Zustand von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion“).

Abbildung 3 liefert einen Überblick wo sich die die Zustandserfassung mittels indirekter optischer Inspektion innerhalb der baulichen / betrieblichen Untersuchungen einordnen lässt.

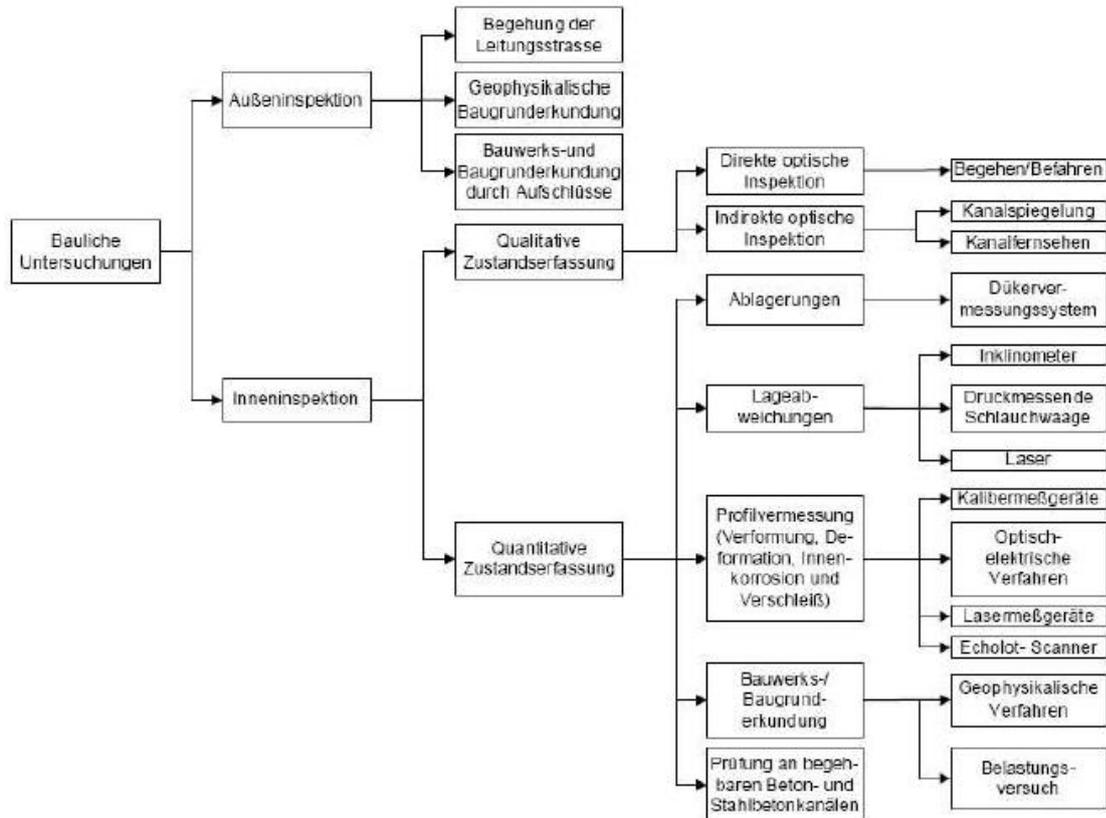


Abbildung 3 - Verfahren zur Untersuchung des baulichen und betrieblichen Zustands von Kanalhaltungen (DWA-M 149-5, 2009)

Zu den indirekten optischen Inspektionsmethoden zählen die Kanalspiegelung (mittels herkömmlichen Spiegel oder elektronischen Spiegel), und die TV-Inspektion mit Kamerafahrwagen bzw. ortsbeweglicher Kamera. Tabelle 2 stellt die Methoden und Techniken der optischen Inspektion in Zusammenhang mit den Aufgaben- bzw. Zielstellungen der Haltungsinspektion dar.

Tabelle 2 - Methoden und Arten der optischen Inspektion und deren Aufgabenstellung (ÖWAV, 2013)

Aufgabenstellung	Inspektionsart	Methoden/Technik	Zusätzliche Dokumentation
Betrieblicher Überblick, Bedarfsermittlung (Reinigung, Detail-Inspektion, Sanierung), Erfüllung Wartungsauftrag	Sichtkontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Durchschauen • Kanalspiegel 	
		„elektronisches Spiegeln“ (TV-Inspektion mit im Schacht positionierter Kamera)	Eingeschränkte Bild- und Videodokumentation
		Begehung ohne Kamera	
Detaillierte bauliche und betriebliche Zustandserfassung, z. B. für <ul style="list-style-type: none"> • Kanalinformationssystem • Sanierungsplanung • Bau- und Gewährleistungsabnahme nach Neubau bzw. Sanierung 	TV-Inspektion mit Fahrwagen	Fahrwagen mit Dreh- und Schwenkkopfkamera	Detaillierte Bild- und Videodokumentation
		Fahrwagen mit Scansystem	Detaillierte Bild- und/oder Videodokumentation + Abwicklung
	Inspektion durch Begehung	Begehung mit Kamera	Eingeschränkte Bild- und/oder Videodokumentation
Detaillierte bauliche und betriebliche Zustandserfassung von Hauskanälen	TV-Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera	<ul style="list-style-type: none"> • Schiebetechnik • Spülvortrieb • Fahrwagen • Satellitenanlage 	Detaillierte Bild- und Videodokumentation

Die direkte optische Inspektion (Begehung) ist bei Kreisprofilen ab DN 1200, und bei Eiprofilen ab 800/1200 möglich.

3.4.2 Konventionelle optische Inspektionsmethoden

Zu den konventionellen optischen Inspektionsmethoden zählt als direktes Verfahren die Inspektion durch Begehung mit Kamera, oder das alleinige Durchschauen als Sichtkontrolle. Unter indirekte konventionelle Inspektionsmethoden versteht man die klassische Kanalspiegelung mit einem herkömmlichen Spiegel, die TV-Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera und die TV-Inspektion mit Fahrwagen. Heutzutage sind hauptsächlich die TV-Inspektionen mit ortsbeweglicher Kamera oder mit Fahrwagen im Einsatz, daher wird in weiterer Folge nur auf diese beiden Methoden eingegangen.

3.4.2.1 TV Inspektion mit ortsbeweglicher Kamera

Zu den TV-Inspektionen mit ortsbeweglicher Kamera zählen die Schiebetechnik und Satellitenanlagen. Des Weiteren wird unterschieden zwischen axialsichtigen Kameras und solchen mit Schwenkkopf.

Die axialsichtigen Kameras sind überwiegend Schiebekameras für den Einsatz im Hausanschlussbereich. Dabei existieren heutzutage schon Systeme mit immer lagerichtigen Bild, da sich der Horizont immer wieder einpegelt, sodass die Sohle des Kanalrohres immer unten ist. Mit Satellitensystemen ist es möglich vom Hauptkanal in die Anschlussleitung eine Kamera zu schieben. Hier unterscheidet man wiederum zwischen den Hydro- und den Schiebesystemen.

Hydrosysteme arbeiten mit dem Prinzip der Rückstoßkraft von einer Kanalreinigungsdüse, welche die Kamera in die Anschlussleitung hineinschiebt. Im Vorwärtsgang wird der Anschluss

gleichzeitig gereinigt und beim Zurückziehen erfolgt die Inspektion. Bei den Satellitenanlagen mit Schiebesystem wird über einen motorischen Vorschub vom Fahrwagen im Hauptkanal aus eine Schiebestange in den Anschluss eingeführt. (BÖLKE, 2004)



Abbildung 4 - Schiebekamera (IPEK, 2014)



Abbildung 5 - Satellitensystem (RICO, 2014)

3.4.2.2 TV Inspektion mit Fahrwagen

Hierzu zählen Fahrwägen mit Dreh- und Schwenkkopfkamera, und solche mit Scansystem.

Bei den Drehschwenkkopfkameras gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Systeme die sich durch die Lage der Schwenkachse unterscheiden. Es gibt TV-Kameras mit waagrechter und jene mit senkrechter Schwenkachse. Bei den Systemen mit senkrechter Schwenkachse werden zuerst die Seitenbereiche angeschwenkt und dann wird der restliche Teil der Rohrwandung durch Drehen der gesamten Kamera erfasst. Bei einem System mit waagrechter Schwenkachse werden zuerst der Scheitel oder die Sohle angeschwenkt und dann erst weitere Teile der Rohrwandung durch Drehen der Kamera erfasst. Es existieren auch Systeme bei denen der Aufnahmechip der Drehbewegung nachgeführt wird, wodurch ein ständig aufrechtes Bild entsteht. (BÖLKE, 2004)

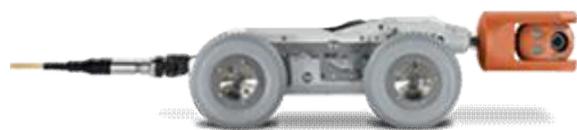


Abbildung 6 - Drehschwenkkopfkamera (IBAK, 2014)

Bei den Scansystemen gibt es verschiedene Ausführungen. Grundsätzlich wird die gesamte Haltung mittels Scanner gescannt, oder mit hochauflösenden Fotokameras (3D-Kugelbildscanner) in bestimmten Abständen aufgenommen (im fachlichen Sinne keine Scanner) und zu einem dreidimensionalen Abbild zusammengesetzt. Dadurch kann die eigentliche Inspektion vom Büro aus erfolgen. Gleichzeitig wird auch eine zweidimensionale Abwicklung der Rohrwandung erzeugt, welches das Vermessen von zweidimensionalen Zuständen erlaubt. (BÖLKE, 2004)

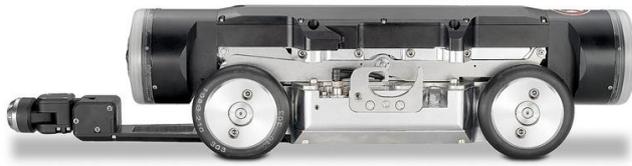


Abbildung 7 - Scansystem (IBAK, 2014)

3.4.3 Innovative optische Inspektionsmethoden

Als innovative optische Inspektionsmethoden werden Methoden abseits der klassischen TV-Inspektion bezeichnet. Diese sollen kostengünstig sein, und trotzdem ausreichend Informationen liefern zur Instandhaltung eines Kanalisationsnetzes.

Definiert durch das Projekt INNOKANIS (2015) zählen zu den innovativen Inspektionsmethoden unter anderem die optische Inspektion mittels elektronischen Spiegels und die akustische Inspektion (Sewer Batt) bzw. die Kombination beider. In dieser Arbeit wird nur der elektronische Spiegel näher betrachtet.

Betriebliche und bauliche Problemstellen werden standardmäßig mit einer detaillierten TV-Inspektion erfasst. Diese Inspektionen sind jedoch kostenintensiv, wenn sie fachlich korrekt ausgeführt werden. Des Weiteren ist davor grundsätzlich eine Kanalreinigung notwendig. Dadurch gehen jedoch wesentliche Aussagen über betriebliche Probleme verloren, wie zum Beispiel Ablagerungen oder Wurzeleinwüchse. Daher muss eine Inspektionsmethode gesucht werden, welche Inspektionskosten senkt, einen schnellen Überblick des Kanalisationsnetzes liefert, und die negativen Einflüsse einer Kanalreinigung vermeiden kann. Hier kommt der elektronische Spiegel als innovative Inspektionsmethode in Frage.

Dieses Inspektionsgerät wird unter fachlich falschen Namen von verschiedenen Firmen auf dem Markt angeboten. Die Bezeichnung „Schacht-Zoom-Kamera“ oder „Zoom-Schacht-Kamera“ lassen darauf schließen, dass vorrangig der Schacht inspiziert wird. Um dem eigentlichen Aufgabengebiet, nämlich der Haltungsinspektion, gerecht zu werden, müssen diese Systeme „elektronischer Spiegel“ genannt werden. Die Arbeitsweise entspricht dem alten Verfahren der Kanalspiegelung, wobei der elektronische Spiegel eine moderne Form und Technik dieses Prinzips darstellt. Man inspiziert von einem Schacht aus in den Kanal hinein, und kann sich gleichzeitig die Informationen welche dieses System liefert elektronisch aufzeichnen lassen, und so auch später auswerten. (BÖLKE, 2012)



Abbildung 8 - Elektronischer Spiegel (IPEK, 2014)



Abbildung 9 - Anwendung elektronischer Spiegel (MesSen Nord, 2014)



Abbildung 10 - Inspektionsvideo eines elektronischen Spiegels (BOKU 2009)

Mittels einer Teleskopstange wird die TV-Kamera mitsamt integrierter Beleuchtungseinheit in den Schacht hinabgelassen und mit einer abgedeferten Fußstütze so im Gerinne platziert, dass

die Kamera zentrisch zum Haltungsrohr im Schacht steht. Dabei ist zu beachten, dass die Kamera aufwärts steigend oder abwärts fallend gehalten muss, je nachdem ob die Inspektion gegen oder in Fließrichtung erfolgt. Sonst würde der Blick in Richtung Rohrscheitel bzw. Rohrsohle gehen. Eine Hand hält die Teleskopstange, mit der zweiten wird die Steuereinheit bedient. Durch Fixierung der Teleskopstange an einem Stativ, entfällt das Halten im Schacht. Durch den Zoom ist es nun möglich in die Haltung (axialsichtig) zu zoomen. (Bölke, 2012)

Gesteuert wird der Spiegel über eine Steuereinheit, welche bei den verschiedenen Herstellern unterschiedlich ausgeführt ist (jedoch meistens eine Joystick-Steuerung). Bei den meisten Systemen ist es möglich zwischen automatischen und manuellen Fokus umzuschalten. Das Kamerabild kann entweder auf den Displays der Systeme betrachtet werden, oder auch auf einen mit den Systemen verbundenen Laptop oder Tablet in Kombination mit einer Inspektionssoftware. Die Inspektionsvideos werden entweder im internen Speicher des Systems gespeichert, oder über die Inspektionssoftware. Im zweiten Fall kann gleichzeitig eine Zustandserfassung vor Ort digital erfolgen.

Die Inspektion einer Haltung erfolgt grundsätzlich von zwei Schächten aus, und zwar in bzw. gegen Fließrichtung des Kanals.

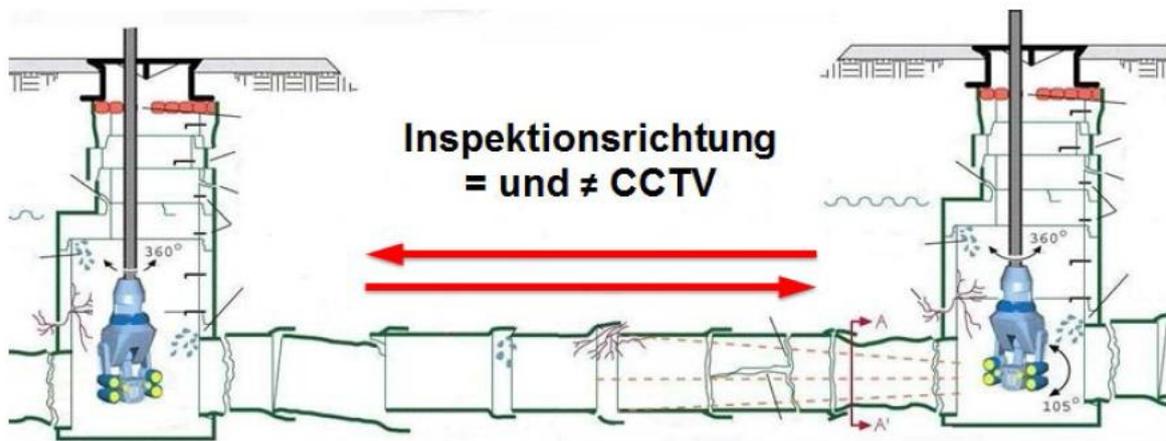


Abbildung 11 - Inspektionsrichtungen elektronischer Spiegel (ERTL und PLIHAL, 2012)

Vorteile des elektronischen Spiegels:

- Die Haltung muss vor der Inspektion nicht gereinigt werden, somit bleibt der betriebliche Zustand erhalten, kann dokumentiert und in weiterer Zukunft beobachtet werden. Ein höherer Wasserstand ist für die Inspektion mit elektronischem Spiegel nicht unbedingt störend. (BÖLKE, 2012)
- „Schnell: Einsatz der Technik ohne große Vorbereitung, Bedienung mit nur einem Mann, geringe Anforderung an den Arbeitsschutz.“ (BÖLKE, 2012) Dadurch muss ein Straßenabschnitt nicht so lange gesperrt werden, wie bei einer TV-Befahrung. Des Weiteren muss niemand in den Schacht hinabsteigen.
- „Effizienz: unkomplizierter Einsatz der Technik in einem Schacht, durch Zoomen fiktives axialsichtiges Einfahren in eine Haltung, sofortiges digitales Aufzeichnen der Inspektion.“ (BÖLKE, 2012)
- Kostengünstig: durchschnittliche Kosten 0,3 € / m (vgl.: TV-Befahrung: 1 - 2 € / m). (INNOKANIS, 2012)
- Inspektionslängen von 2000 - 3000 m / Tag (vgl.: TV-Befahrung: 400 - 800 m / Tag). (INNOKANIS, 2012)
- Umstieg von intervallbasierender Reinigung auf bedarfsorientierte Reinigung.

- Schnelle Kontrolle von bekannten Schäden.
- Einragende Zustände besonders gut erkennbar.
- Untersuchung von Haltungen in unwegsamem Gelände besser möglich.

Nachteile des elektronischen Spiegels:

- Wird die Teleskopstange mit der Hand gehalten, wird die Dokumentation mit größer werdendem Zoom immer unruhiger. Auch hat man dann nur eine Hand für die Bedienung der Steuereinheit frei. Abhilfe bringt hier die Fixierung der Stange an einem Stativ. (BÖLKE, 2012)
- Eine exakte Positionierung in der Achse der zu inspizierenden Haltung im Schacht ist schwierig, da die Fußstütze vor dem Einsetzen der Kamera fest eingestellt werden muss. (BÖLKE, 2012)
- Es sind keine Positionsangaben der Zustände möglich.
- Eine Inspektion kann behindert werden durch:
 - Bauliche Hindernisse:
 - Zu große Abwinkelungen innerhalb der Haltung.
 - Schachtsohle ungeeignet.
 - Nachträglich gebaute Schächte, welche eine Inspektion nicht ermöglichen.
 - Betriebliche Hindernisse:
 - Wasserdampf.
 - Spinnweben.
 - Regenwetter (Wassertropfen auf Linse).
 - Zu hoher Wasserstand / Ablagerungen.
 - Technische Beschränkungen:
 - Unzureichende Ausleuchtung.
 - Unzureichende Fokussierung.
 - Zu geringe Kameraauflösung.

3.5 Zustandsbeschreibung

Die Zustandsbeschreibung mittels optischer Inspektion, sowie die Dokumentation der Feststellungen durch ein entsprechendes Kodiersystem ist ein in Europa erprobtes und etabliertes Verfahren. Hier kamen bislang diverse Systeme zum Einsatz, zum Beispiel:

- ISYBAU 1996 (2001).
- DWA-M 149-2 (1999).
- Lokale Systeme der Netzbetreiber. (KOCH, 2009)

Sinn solch einer Kodierung ist eine verallgemeinerte und allverständliche Kurzform der mit Langtexten beschriebenen Kanalzustände zur Abspeicherung in Datenbanken. (BÖLKE, 2004)

Bei diesen Systemen wurde jedoch nicht ausreichend beachtet, dass die Kanalinspektion nur eine Momentaufnahme liefern kann, jedoch Haltungen im Wechselbereich von Grund- oder Schichtwasser liegen. Dadurch können undichte Kanäle zum Zeitpunkt der Inspektion im

trockenen Liegen. Des Weiteren wurden Inkrustationen und Wurzeleinwüchsen ungenügend Bedeutung beigemessen. (BÖLKE und ERTL, 2007)

„Durch Einführung der EN 13508-2/A1, sowie Umsetzung in nationale Normung, wurde nun ein europaweiter, verbindlicher Standard geschaffen, welcher sich dieser Probleme angenommen hat. Die Codes nach EN 13508-2/A1 stellen ein rein alphabetisch aufgebautes System dar, welches die Problematik der Übersetzung in verschiedene Sprachen umgeht.“ (KURATKO et al., 2013) Dies ermöglicht einen Datenaustausch zwischen den europäischen Ländern.

Mit Veröffentlichung der EN 13508-2 „Zustandserfassung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion“ sind Zustandserfassungen nur noch nach diesem System durchzuführen. Dies gilt für die Erfassung des Istzustandes, Abnahme von Neubau- oder Sanierungsmaßnahmen und Abnahmen vor Ablauf der Gewährleistungsfrist. (KOCH, 2009)

3.5.1 Aufbau des Kodiersystems nach ÖNORM EN 13508-2/A1 (2010)

Die Übernahme dieses Systems in nationale Norm gilt für Entwässerungssysteme welche als Freispiegelsystem betrieben werden. Anwendbar ist dieses Kodiersystem für Abwasserleitungssysteme von der Stelle an, an der das Abwasser bzw. Regenwasser in einen Straßeneinlauf fließt. Die Norm beschreibt die Regularien an dieses Kodiersystem. Diese sehen eine Trennung nach Grundlageninformationen, sowie eine Einteilung der Zustände in bauliche und betriebliche Zustände, nach der Inventarisierung und nach weiteren Aspekten vor. Für jeden Zustand gibt es einen verbindlichen Code. (BÖLKE, 2004)

Die eindeutigen Vorteile dieses Systems sind laut Bölke:

„Die herausragendsten Vorteile liegen in der differenzierteren Beschreibung der Kanalzustände und der Untergliederung der Zustände nach

- Baulichkeit (hier: Schäden/statische Probleme)*
- Betrieb (hier: Funktionsbeeinträchtigung des Kanalbetriebs)*
- Inventarisierung (hier: Bestandsaufnahme)*
- sonstige Codierungen (hier: u.a. Steuertexte)*

Die Zuordnung der verschiedenen Zustände zu den o.g. einzelnen Zustandsgruppen wurde eindeutig festgelegt. Somit wird es möglich bei statistischen Auswertungen schneller und fehlerfreier an maßgebliche Informationen zu kommen. Die Angaben zur Undichtigkeit sind in der neuen Codierung eigene Hauptcodes. Dadurch bekommt die Anwendung in der Zustandsbeschreibung nach Primär- oder Sekundärschaden eine weitere wichtige Bedeutung. In Abhängigkeit der Texteingabe definiert sich dann die Undichtigkeit als primär - erste Zustandszeile - oder als sekundär - zweite Zustandszeile -. Die differenziertere Beschreibung der Zustände spiegelt sich in der Zweigliedrigkeit der „Charakterisierung“ wieder, die eine wesentliche höhere Kombinationsmöglichkeit eröffnet als dies in den alten Systemen möglich war. Dies gilt auch bei der Verwendung nur einer „Charakterisierung“.“ (BÖLKE, 2004b)

Nachfolgende Beschreibung des Kodiersystems bezieht sich nur auf die Haltungserfassung. Für Codes zur Schacherfassung siehe: „EN 13508-2: Zustand von Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion“.

3.5.1.1 Allgemeiner Aufbau

Der EN-Kode besteht aus:

- Einem Hauptkode (3-stellig).
- Bis zu zwei Charakterisierungen (Spezifizierung eines Zustandes).
- Bis zu zwei Quantifizierungen (numerische Werte).
- Bis zu zwei Angaben zur Lage am Umfang (Uhrzeitreferenz).
- Einer Angabe ob sich der Zustand an einer Rohrverbindung befindet.
- Eine (mögliche) zusätzliche Bemerkung.
- Stationierung.
- Fotonummer.
- Videozähler.

(BÖLKE, 2004)

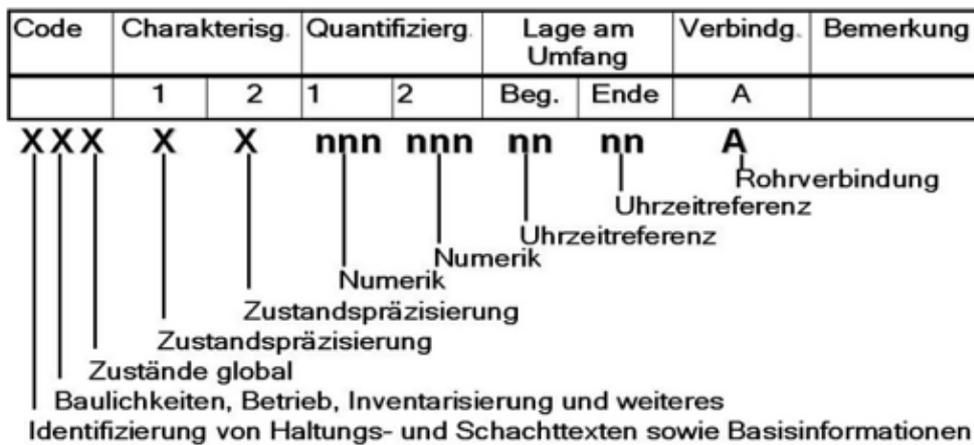


Abbildung 12 - Allgemeiner Aufbau des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)

3.5.1.2 Hauptkode

Die drei Stellen des Hauptkodes sind in Abbildung 13 beschrieben:

1. Stelle
 - B Code für Haltungstexte
 - D Code für Schachttexte
 - A Code für Basisinformationen für Haltungen
 - C Code für Basisinformationen für Schächte

2. Stelle
 - A Code für Baulichkeiten für Haltungen und Schächte
 - B Code für Betrieb für Haltungen und Schächte
 - C Code für Inventarisierung für Haltungen und Schächte
 - D Code für weitere Angaben für Haltungen und Schächte

3. Stelle Code für Zustände für Haltungen und Schächte

Abbildung 13 - Hauptkode des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)

Über die 1. Stelle des Hauptkodes lässt sich feststellen, ob es sich um einen Haltungs- oder Schachttext handelt. Die Kodierungen A und C für Basisinformationen gelten nur als Empfehlung.

Die 2. Stelle teilt die Zustände nach baulichen Zustand, betrieblichen Zustand, Inventarisierung und Sonstiges ein. Die 3. Stelle beschreibt dann den eigentlichen Zustand. (BÖLKE, 2004)

Die folgenden Tabellen listen die möglichen 3. Stellen des Hauptkodes für Haltungen auf (in Abhängigkeit von der 2. Stelle).

Code	Charakterisg.		Quantifizierg.		Lage am Umfang		Verbindg.	Bemerkung
	1	2	1	2	Beg.	Ende		
XXX	X	X	nnn	nnn	nn	nn	A	
								Rohrverbindung
								Uhrzeitreferenz
								Uhrzeitreferenz
								Numerik
								Numerik
								Zustandspräzisierung
								Zustandspräzisierung
								Zustände global
								Baulichkeiten, Betrieb, Inventarisierung und weiteres
								Identifizierung von Haltungs- und Schachttexten sowie Basisinformationen

Abbildung 14 - 3. Stelle des Hauptkodes nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)

Tabelle 3 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet einen baulichen Zustand (BÖLKE, 2004)

Haltungszustände - BAX	
A	Deformation
B	Rissbildung
C	Bruch/Einsturz
D	Defektes Mauerwerk
E	Fehlender Mörtel
F	Oberflächenschaden
G	Einragender Anschluss
H	Schadhafter Anschluss
I	Einragendes Dichtungsmaterial
J	Lageabweichungen Verschobene Verbindungen
K	Schadhafte Innenauskleidung
L	Schadhafte Reparatur
M	Schadhafte Schweißnaht
N	Poröse Wand
O	Boden sichtbar
P	Hohlraum sichtbar

Tabelle 4 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet einen betrieblichen Zustand (BÖLKE, 2004)

Haltungszustände - B X	
A	Wurzeleinwuchs
B	Anhaftende Stoffe
C	Ablagerungen
D	Eindringen von Bodenmaterial
E	Andere Hindernisse
F	Infiltration
G	Exfiltration
H	Ungeziefer

Tabelle 5 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet eine Inventarisierung (BÖLKE, 2004)

Haltungszustände - B C X	
A	Anschlüsse
B	Punktuelle Reparatur
C	Krümmung der Leitung
D	Startpunkt (Anfangsknoten)
E	Endpunkt (Endknoten)

Tabelle 6 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet einen sonstigen Zustand (BÖLKE, 2004)

Haltungszustände - B D X	
A	Allgemeines Foto
B	Allgemeine Anmerkung
C	Inspektionsabbruch
D	Wasserspiegel
E	Zufluss aus einem Anschluss
F	Atmosphäre
G	Keine Sicht

3.5.1.3 Charakterisierung

Die bis zu zwei Stellen der Charakterisierung präzisieren den durch die 3. Stelle des Hauptkodes gegebenen Zustand. Die Verwendung von zwei Charakterisierungen ist nicht immer sinnvoll bzw. möglich. Folgend Beispiele für die Charakterisierung. (BÖLKE, 2004)

Für eine vollständige Auflistung siehe: „EN 13508-2: Zustand von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion“.

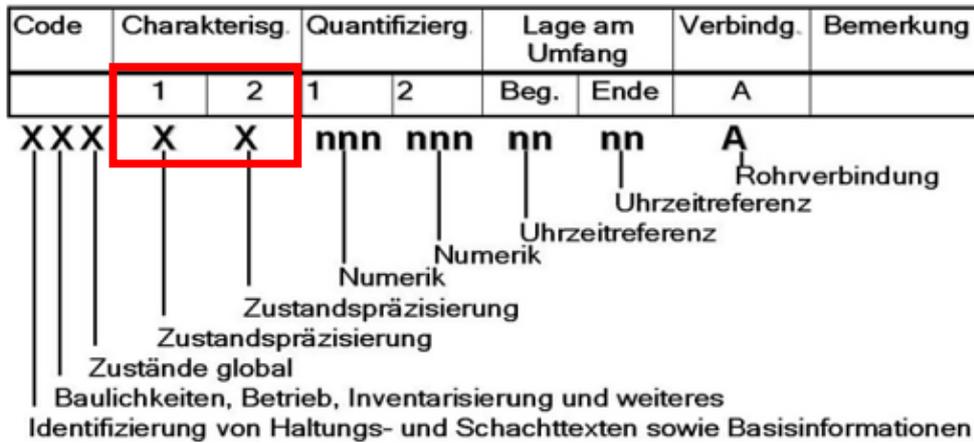


Abbildung 15 - Charakterisierungen des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)

Beispiel 1: Rissbildung

Tabelle 7 - Charakterisierung von BAB - Rissbildung (BÖLKE, 2004)

Charakterisierung 1		Charakterisierung 2	
A	Haarriss	A	Längs
B	Riss	B	Quer
C	Klaffender Riss	C	Komplex - Scherbe
-	-	D	Gewunden / Spiralförmig



Abbildung 16 - Kodierbeispiel 1: BAB-CA (BOKU, 2015)

Beispiel 2: Einragendes Dichtungsmaterial

Tabelle 8 - Charakterisierung von BAI - Einragendes Dichtungsmaterial (BÖLKE, 2004)

Charakterisierung 1		Charakterisierung 2	
A	Dichtring	A	Sichtbar, nicht einragend
Z	Andere Dichtungsart	B	Hängend, nicht gebrochen oberh. Mitte
-	-	C	Hängend, nicht gebrochen unterh. Mitte
-	-	D	Gebrochen
-	-	E	Hineinragend, nicht hängend



Abbildung 17 - Kodierbeispiel 2: BAI-AB (BOKU, 2015)

Beispiel 3: Wurzeleinwuchs

Tabelle 9 - Charakterisierung von BBA - Wurzeleinwuchs (BÖLKE, 2004)

Charakterisierung 1		Charakterisierung 2	
A	Pfahlwurzel	-	-
B	Einzelne feine Wurzeln	-	-
C	Komplettes Wurzelwerk	-	-



Abbildung 18 - Kodierbeispiel 3: BBA-B (BOKU, 2015)

3.5.1.4 Quantifizierung

Hier wird das Ausmaß eines Zustandes numerisch beschrieben. Es sind zwei Quantifizierungen möglich. Meistens ist nur eine erforderlich, außer der Querschnitt ist unterschiedlich in Breite und Höhe. Numerische Werte sollten immer gemessen und nicht geschätzt werden. (BÖLKE, 2004)

Code	Charakterisg.		Quantifizierg.		Lage am Umfang		Verbindg.	Bemerkung
	1	2	1	2	Beg.	Ende		
XXX	X	X	nnn	nnn	nn	nn	A	

XXX | Zustände global
 X | Zustände global
 X | Zustände global
 nnn | Zustandspräzisierung
 nnn | Zustandspräzisierung
 nn | Uhrzeitreferenz
 nn | Uhrzeitreferenz
 A | Rohrverbindung

Baulichkeiten, Betrieb, Inventarisierung und weiteres
 Identifizierung von Haltungs- und Schachttexten sowie Basisinformationen

Abbildung 19 - Quantifizierung des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)

Abbildung 20 zeigt zwei einragende Anschlüsse. Zusätzlich zum Zustandskode BAG - Einragender Anschluss, muss auch eine Inventarisierung mit dem Kode BAC - Anschluss erfolgen.

Dadurch ergeben sich die Kodierungen:

- BCA-DA - 09 Uhr Anschluss, einfacher Anschluss - gebohrt, Anschluss offen
- BAG - 15% - 09 Uhr Einragender Anschluss, 15% in Haltung einragend
- BCA-DA - 03 Uhr Anschluss, einfacher Anschluss - gebohrt, Anschluss offen
- BAG - 25% - 03 Uhr Einragender Anschluss, 25% in Haltung einragend
- BAH-C - 03 Uhr Schadhafter Anschluss; Anschluss unvollständig eingebunden

Hier ist nun ersichtlich, dass nicht zu jedem Zustandskode eine Quantifizierung sinnvoll oder möglich ist.



Abbildung 20 - Kodierbeispiel 4: Einragende Anschlüsse mit Quantifizierung (BOKU, 2015)

3.5.1.5 Lage am Umfang

Die Lageangaben erfolgen über die Ziffernblatt- bzw. Uhrzeitreferenz. Ein punktueller Zustand wird mit einer Lageangabe (z.B.: 09) angegeben. Ein über den Rohrumfang verlaufender Zustand wird mit zwei Lageangaben (z.B.: 09 - 03) eindeutig am Umfang festgelegt. (BÖLKE, 2004)

Code	Charakterisg.		Quantifizierg.		Lage am Umfang		Verbindg.	Bemerkung
	1	2	1	2	Beg.	Ende		
XXX	X	X	nnn	nnn	nn	nn	A	
								Rohrverbindung
								Uhrzeitreferenz
								Uhrzeitreferenz
								Numerik
								Numerik
								Zustandspräzisierung
								Zustandspräzisierung
								Zustände global
								Baulichkeiten, Betrieb, Inventarisierung und weiteres
								Identifizierung von Haltungs- und Schachttexten sowie Basisinformationen

Abbildung 21 - Lage am Umfang des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)

Winkel (Grad)	Zifferblatt- referenz	Toleranz Ziffer- blattreferenz (h)
0 ± 15	12	$12 \pm 0,5$
30 ± 15	01	$01 \pm 0,5$
60 ± 15	02	$02 \pm 0,5$
90 ± 15	03	$03 \pm 0,5$
120 ± 15	04	$04 \pm 0,5$
150 ± 15	05	$05 \pm 0,5$
180 ± 15	06	$06 \pm 0,5$
210 ± 15	07	$07 \pm 0,5$
240 ± 15	08	$08 \pm 0,5$
270 ± 15	09	$09 \pm 0,5$
300 ± 15	10	$10 \pm 0,5$
330 ± 15	11	$11 \pm 0,5$
360 ± 15	12	$12 \pm 0,5$

Abbildung 22 - Zifferblattreferenz nach EN 13508-2 (1) (DWA-M 149-2, 2006)

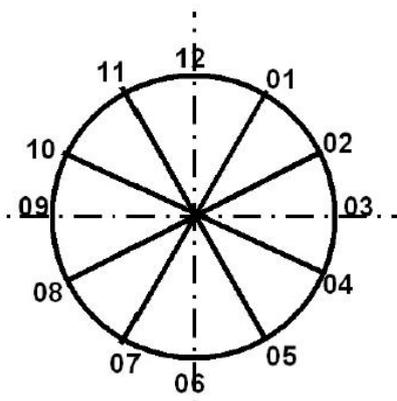


Abbildung 23 - Zifferblattreferenz nach EN 13508-2 (2) (DWA-M 149-2, 2006)

Abbildung 24 zeigt eine Inkrustation an einer Rohrverbindung. Daraus ergibt sich folgende Kodierung:

BBB A - 5% - 10 04 - A Anhaftende Stoffe - Inkrustation, 5%, von 10 Uhr bis 04 Uhr, an einer Rohrverbindung



Abbildung 24 - Kodierbeispiel 5: BBB A mit Uhrzeitreferenz (BOKU, 2015)

3.5.1.6 Sonstige Angaben

Angabe an der Rohrverbindung:

Durch die Angabe des Kürzels „A“ in der Spalte „Rohrverbindung“ kann eindeutig dokumentiert werden, dass sich der Zustand an einer Rohrverbindung befindet. (BÖLKE, 2004)

Angabe Streckenschaden:

„Durch die Ergänzung der jeweiligen Positionsangaben durch ein „A“ für Anfang oder „E“ für Ende werden Streckenschäden in ihrer Ausdehnung in Längsrichtung begrenzend dokumentiert.“ (BÖLKE, 2004)

3.5.2 Kodes

Eine Auflistung und Beschreibung der Kodes lässt sich in Anhang 10.1. finden.

3.5.3 Bedarf der Adaptierung des Kodiersystems nach EN 13508-2/A1 (2010) für den elektronischen Spiegel

Durch den detaillierten Aufbau des Kodiersystems der EN 13508-2 eignet sich dieses ideal für eine TV-Befahrung mit einer ortsbeweglichen Kamera. Es lassen sich Zustände exakt beschreiben, quantifizieren und deren Position innerhalb der Haltung bestimmen und dokumentieren.

Wegen den technischen Einschränkungen des elektronischen Spiegels (ortsfeste Kamera) lässt sich jedoch keine Inspektion durchführen, die diesem Detaillierungsgrad des Kodiersystems gerecht wird. Einige Teile des Kodes können gar nicht, oder nur bedingt eingesetzt werden.

Es ist nicht möglich Zustände zu vermessen (eine Quantifizierung von betrieblichen Zuständen ist jedoch durch Schätzung relativ genau möglich). Die Festlegung der genauen Lage (Positionierung) eines Zustandes, und somit auch die Beschreibung eines Streckenschadens mit Anfangs- und Endpunkt, sind nicht möglich (nur Hilfsbeschreibungen wie „von erster bis zweiter Muffe“ sind möglich). Des Weiteren sind kleine Zustände (feine Risse) und

Veränderungen an der Rohrwandung kaum erkennbar, falls diese nicht direkt in Schachtnähe auftreten. Es kann auch nicht die Rohrwandung abgeschwenkt werden.

Grobe Schäden, einragende Elemente, Infiltrationen und betriebliche Hindernisse sind jedoch gut mit dem elektronischen Spiegel erkennbar.

Einsatzzwecke von innovativen Inspektionsmethoden wie dem elektronischen Spiegel soll jedoch nicht die detaillierte Inspektion der gesamten Haltung bis ins kleinste Detail sein, sondern der betriebliche Überblick, wie in Punkt 3.6.3 näher beschrieben. Es sollte aber auch neben der Dokumentation des Reinigungsbedarfs eine Mitdokumentation von baulichen Zuständen erfolgen, jedoch nach einem vereinfachten System (welches als erstmaliger Versuch in dieser Arbeit entwickelt wird). Durch die technischen Beschränkungen des elektronischen Spiegels ist die starre Anwendung des Kodiersystems nach EN 13508-2 nicht sinnvoll.

Es ist unerheblich ob alle Zustände genauestens identifizierbar sind, sondern einzelne Ereignisse, die als Zustandsgruppen zusammengefasst werden, reichen aus um weitere Entscheidungen im Kanalmanagement treffen zu können.

Daher muss das Kodiersystem der EN 13508-2 vereinfacht und an den elektronischen Spiegel angepasst werden. Eine Möglichkeit ist dabei die Betrachtung von Zustandsgruppierungen. Als Beispiel zur Veranschaulichung kann das Zusammenfassen der Codes BAC (Anschluss) + BAG (Einragender Anschluss) + BAH (Schadhafter Anschluss) genannt werden. Ein einragender Anschluss stellt schon alleine ein Betriebshindernis durch Querschnittsverminderung dar. Ob dieser nun noch schadhafte ist (z.B. nicht fachgerecht eingebunden) ist für die weiteren Konsequenzen nicht relevant, da durch den Code BAG schon Handlungsbedarf besteht. Ob ein Anschluss schadhafte ist, ist mit dem elektronischen Spiegel auch häufig nicht einwandfrei zu erkennen (besonders ab Entfernungen > 20 m).

Abbildung 25 zeigt einen einragenden Anschluss, der zusätzlich auch noch schadhafte ist. Hier werden die Codes nach EN 13508-2 zusammengefasst zur Gruppe BCA + BAG + BAH (Inventarisierung Anschluss + Einragender Anschluss + Schadhafter Anschluss).



Abbildung 25 - Beispiel Zustandsgruppierung BCA + BAG + BAH (BOKU, 2009)

Durch die Zustandsgruppierung wird die Zustandsbeschreibung an die Inspektionsstrategie des betrieblichen Überblicks angepasst. Somit ist eine rasche Inspektion und Beschreibung der Haltung möglich. Inwiefern dieses Zusammenfassen zu Zustandsgruppierungen die Erfassungsrate des elektronischen Spiegels beeinflusst, ist Kernthema dieser Arbeit.

3.6 Inspektionsstrategien

Derzeit verwendete Inspektionsstrategien sind die Feuerwehrstrategie, Präventivstrategie und die Selektive Strategie. Mit dem elektronischen Spiegel ergibt sich die Möglichkeit der bedarfsorientierten Reinigung und des betrieblichen Überblicks.

3.6.1 Derzeitige Inspektionsstrategien

Inspektionsstrategien, als auch generell ein strategisches Kanalmanagement, sind von besonderer Bedeutung für die Werterhaltung eines Kanalnetzes und einen effizienten zukünftigen Kanalbetrieb. (ÖWAV, 2015)

Generell kann man derzeit zwischen drei verschiedenen Strategien unterscheiden:

- Feuerwehrstrategie.
- Präventivstrategie.
- Selektive Strategie.

Bei der Feuerwehrstrategie werden Haltungen erst als Reaktion auf eine Störung instand gesetzt, wobei dies Gefahren für die Umwelt und die Entsorgungssicherheit birgt. Dies verursacht im Allgemeinen höhere volkswirtschaftliche Kosten, da auch kaum Geld in Inspektion oder Wartung investiert wird.

Bei der Präventivstrategie werden in periodischen Intervallen Inspektionen und Wartungen (wie zum Beispiel eine Reinigung) durchgeführt. Dabei wird das gesamte Kanalnetz immer bearbeitet, unabhängig davon, ob es bei einzelnen Haltungen überhaupt nötig ist.

Bei der selektiven Strategie werden durch Inspektion die zu wartenden Bereiche des Kanalnetzes ermittelt.

Eine Kombination von Präventiv- und Selektivstrategie ist empfehlenswert. (ÖWAV, 2015)

3.6.2 Bedarfsorientierte Reinigung

Die bedarfsorientierte Reinigung entspricht im Grunde einer selektiven Strategie. Hier erfolgt die Reinigung nur, wenn sie auch erforderlich ist. Daher ist zuvor der Verschmutzungsgrad innerhalb der Haltung zu ermitteln. Für diese Aufgabe ist der elektronische Spiegel prädestiniert, da er einen raschen Überblick über die Haltung liefern kann.

Vorteile solch einer Strategie sind:

- Reinigung einer Haltung immer in Abhängigkeit des tatsächlichen Verschmutzungsgrades.
- Weniger Störfälle durch Verstopfungen.
- Prozessoptimierung der gesamten Kanalreinigung.

Nachteilig ist der Mehraufwand durch eine zusätzliche Inspektion bevor weitere Schritte eingeleitet werden können. (PLIHAL et al., 2013)

3.6.3 Betrieblicher Überblick

Der betriebliche Überblick ist ein Hauptanwendungsgebiet des elektronischen Spiegels. Es lässt sich der Reinigungsbedarf, sowie der Sanierungs- oder Erneuerungsbedarf ermitteln, und das Inspektionsintervall für die TV-Befahrung verlängern. Dadurch ist ein bedarfsorientiertes Kanalmanagement möglich.

Aufgebaut ist diese Inspektionsstrategie aus vier Punkten, ähnlich eines Ampelsystems:

- Sanierungs- / Erneuerungsbedarf
- Zusätzlicher Inspektionsbedarf
- Reinigungsbedarf
- Nächstes Inspektionsintervall

Zu den einzelnen Punkten:

- Sanierungs- / Erneuerungsbedarf

Hier ist das Konstruktionsgefüge der Haltung vollständig zerstört. Eine zusätzliche TV-Inspektion zur Feststellung der einzelnen Zustände ist nicht mehr nötig, sondern eine umgehende Rohrerneuerung oder Rohrsanierung.



Abbildung 26 - Betrieblicher Überblick: Sanierungs- / Erneuerungsbedarf (INNOKANIS, 2015)

● Zusätzlicher Inspektionsbedarf

Eine zusätzliche TV-Inspektion ist nötig bei Erfassung von baulichen Zuständen, oder bei betrieblichen bzw. baulichen Zuständen die nicht eindeutig erkennbar oder zuordnungsbar sind.

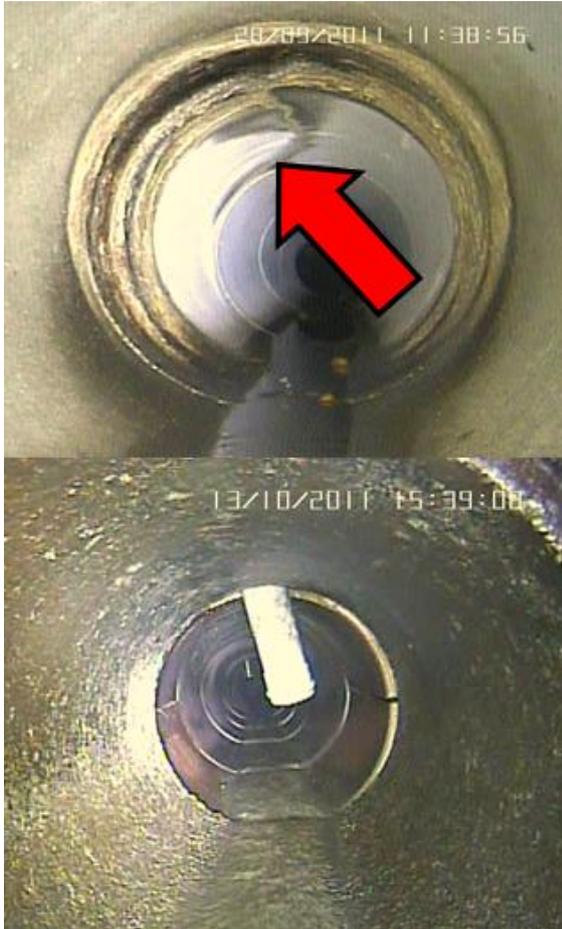


Abbildung 27 - Betrieblicher Überblick: zusätzlicher Inspektionsbedarf (INNOKANIS, 2015)

● Reinigungsbedarf

Dadurch, dass Haltungen vor Inspektionen mit dem elektronischen Spiegel nicht gereinigt werden müssen, bleiben Informationen über den Reinigungsbedarf erhalten. In Anlehnung an eine Studie der Ruhr-Universität Bochum (Zustands-, Prozess- und Wirkungsanalyse zur Entwicklung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie für Kanalnetze, 2008), wird die Ablagerungshöhe in drei Klassen (als Prozentwert der Querschnittsfläche) eingeteilt:

- $\leq 2,5 \%$
- $> 2,5 \%$ - $\leq 15 \%$
- $> 15 \%$

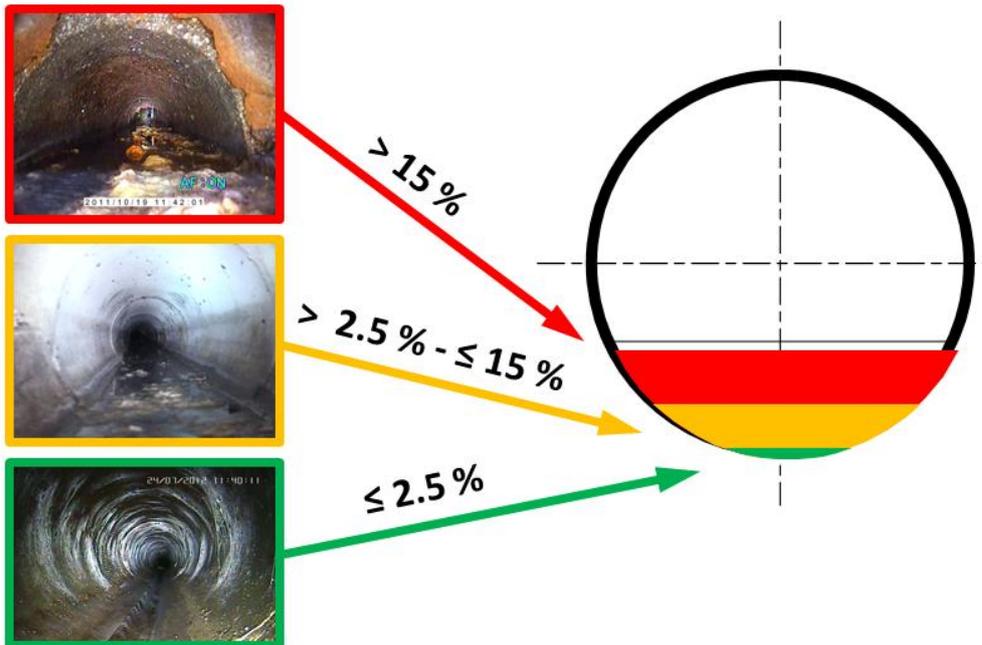


Abbildung 28 - Betrieblicher Überblick: Reinigungsbedarf (INNOKANIS, 2015)

● nächstes Inspektionsintervall

Werden keine baulich oder betrieblich relevanten Zustände innerhalb der Haltung vorgefunden, wird die nächste Inspektion der Haltung festgelegt.

In Abbildung 29 werden nochmals die Einsatzmöglichkeiten des elektronischen Spiegels im Vergleich zur TV-Inspektion zusammengefasst.

	TV-Inspektion mit fahrbarer Kamera	Elektronischer Spiegel
Kanalreinigung	erforderlich	nicht erforderlich
Optimierung der Kanalreinigungsstrategie	bedingt geeignet	sehr gut geeignet
Kontrolle der Kanalreinigungsleistung	bedingt geeignet	sehr gut geeignet
Zustandserfassung (baulich, betrieblich)	detaillierte Zustandserfassung	grobe Zustandserfassung
Inspektionslänge pro Tag	ca. 800 m	2.000 - 3.000 m
rasches Auffinden von betrieblichen Hindernissen	bedingt geeignet	sehr gut geeignet
rasche Lokalisierung von Haltungen mit Fremdwassereintritt	bedingt geeignet	sehr gut geeignet
Positionsangabe [m] von Zuständen beginnend vom Schacht	sehr gut geeignet	nicht geeignet
Einschränkungen bei der Inspektion	keine	möglich

Abbildung 29 - Vergleich Einsatzmöglichkeiten: TV-Inspektion - elektronischer Spiegel (INNOKANIS, 2015)

4. Material und Methoden

Zur Untersuchung der Anwendbarkeit von Zustandsgruppierungen bei der Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel musste eine umfangreiche Datenbasis geschaffen werden.

Mehrere österreichische Kanalisationsunternehmen stellten TV-Befahrungen ihres Kanalisationsnetzes zur Verfügung (dienten als Referenz der Untersuchungsauswertungen). Durch diese konnten die Einzelzustände nach EN 13508-2/A1 (2010) in eine Access-Datenbank eingetragen werden.

Dieselben Haltungen wurden auch mit dem elektronischen Spiegel inspiziert, um basierend auf der durch die TV-Befahrungen erstellten Datenbank die Zustandserfassungsraten des elektronischen Spiegels ermitteln zu können.

Die Inspektionen mit den Spiegelmodellen erfolgten im Rahmen des INNOKANIS (2015) Projekts der Universität für Bodenkultur (siehe dazu: Forschungsportal der Universität für Bodenkultur, Wien).

4.1 Untersuchungsgebiete

Neun österreichische Kanalisationsunternehmen (KUs) stellten Videos von TV-Befahrungen ihres Kanalisationsnetzes zur Verfügung. Im Rahmen des INNOKANIS-Projekts der Universität für Bodenkultur wurden für diese Haltungen Inspektionen mit zwei Modellen eines elektronischen Spiegels durchgeführt. Tabelle 10 listet die Kanalisationsunternehmen auf.

Tabelle 10 – Untersuchungsgebiete / Kanalisationsunternehmen

Kanalisationsunternehmen
AWV Anzbach-Laabental
AWV Großache-Nord
RHV Hallstättersee
IKB
RHV Mühlthal
LINZ AG (Teilgebiet 1)
LINZ AG (Teilgebiet 2)
RHV Trumerseen
RHV Wolfgangsee-Ischl

4.2 Untersuchungszeiträume

Die Kamerabefahrungen der Haltungen, welche von den Kanalisationsunternehmen durchgeführt wurden, liegen teilweise etliche Jahre zurück. Die Inspektionen mit dem elektronischen Spiegel erfolgten allesamt im Zeitraum 2009 - 2012.

4.2.1 Untersuchungszeiträume Kamerabefahrung

Die Untersuchungszeiträume sind bei den einzelnen Kanalisationsunternehmen sehr unterschiedlich. Die ältesten Untersuchungen stammen aus dem Jahr 1994 (RHV Mühlital), die aktuellsten aus dem Jahr 2012 (AWV Großache-Nord, RHV Hallstättersee, RHV Trumerseen). Tabelle 11 liefert einen Überblick:

Tabelle 11 – Untersuchungszeiträume der Kamerabefahrungen

Kanalisationsunternehmen	Untersuchungszeitraum Kamerabefahrung
AWV Anzbach-Laabental	02.2007 - 09.2011
AWV Großache-Nord	11.2009 - 07.2012
RHV Hallstättersee	09.2007 - 10.2012
IKB	09.2003 - 03.2004
RHV Mühlital	08.1994 - 10.2008
LINZ AG (Teilgebiet 1)	11.2007 - 08.2009
LINZ AG (Teilgebiet 2)	11.2009
RHV Trumerseen	05.2006 - 07.2012
RHV Wolfgangsee-Ischl	12.2009 - 06.2011

4.2.2 Untersuchungszeiträume Spiegelinspektionen

Die Untersuchungen mit den Spiegelmodellen fanden zwischen 2009 und 2012 statt. Eine genaue Auflistung der Untersuchungszeiträume liefert Tabelle 12.

Tabelle 12 - Untersuchungszeiträume Spiegelinspektionen

Kanalisationsunternehmen	Untersuchungszeitraum Spiegelinspektionen
AWV Anzbach-Laabental	18.10.2011 - 20.10.2011 15.10.2012 - 18.10.2012
AWV Großache-Nord	13.09.2011 - 15.09.2011 10.07.2012 - 12.07.2012
RHV Hallstättersee	27.09.2011 - 29.09.2011 12.09.2012 - 13.09.2012
IKB	25.01.2010 - 28.01.2010
RHV Mühlthal	11.10.2011 - 13.10.2011 18.09.2012 - 20.09.2010
LINZ AG (Teilgebiet 1)	9.11.2009 - 12.11.2009
LINZ AG (Teilgebiet 2)	16.11.2009 - 20.11.2009
RHV Trumerseen	20.09.2011 - 22.09.2011 17.07.2012 - 19.07.2012
RHV Wolfgangsee-Ischl	04.10.2011 - 06.10.2011

4.2.3 Zeitabstand zwischen Kamerabefahrungen und Spiegelinspektionen

Tabelle 13 zeigt den ungefähren zeitlichen Abstand zwischen Kamerabefahrung und den Inspektionen mittels elektronischen Spiegel.

Tabelle 13 - Zeitabstand Kamerabefahrungen - Spiegelinspektionen

Kanalisationsunternehmen	Untersuchungszeitraum Spiegelinspektionen
AWV Anzbach-Laabental	~ 4 Jahre
AWV Großache-Nord	~ 3 Jahre
RHV Hallstättersee	~ 3 Jahre
IKB	~ 7 Jahre
RHV Mühlthal	bis zu 20 Jahre
LINZ AG (Teilgebiet 1)	~ 2 Jahre
LINZ AG (Teilgebiet 2)	zeitgleich
RHV Trumerseen	~ 5 Jahre
RHV Wolfgangsee-Ischl	~ 2 Jahre

4.3 Untersuchungsumfang

Tabelle 14 liefert einen Überblick wie viele Haltungen pro Kanalisationsunternehmen mit einem elektronischen Spiegelmodell (als auch mit einer Kamerabefahrung) untersucht wurden, und wie groß der gesamte Inspektionsumfang ist.

Die Auswertungen aus dem Jahr 2011 wurden vom Diplomarbeitbetreuer bereits zur Verfügung gestellt und übernommen. Daher teilt sich die Aufschlüsselung der Untersuchungen auf die Jahre 2009/10/12 und auf das Jahr 2011 gesondert auf.

Bei den Haltungen aus dem Jahr 2009/10/12 erfolgte die Inspektion nicht immer von beiden Schächten aus (gegen und in Fließrichtung), da dies im Feld nicht immer möglich ist (Schacht nicht auffindbar, Schacht überdeckt,). Die statistischen Auswertungen beziehen hier jedoch auch diese Haltungen mit ein.

Bei den Daten aus dem Jahr 2011 wurden nur Haltungen berücksichtigt die in beide Richtungen und von beiden Spiegelmodellen inspiziert wurden, um die beiden Modelle des elektronischen Spiegels direkt miteinander vergleichen zu können.

Tabelle 14 - Anzahl untersuchte Haltungen 2009/10/12

Kanalisationsunternehmen / Untersuchungszeitraum	Haltungen insgesamt	davon in beide Richtungen inspiziert	Modell elektronischer Spiegel
LINZ AG (Teilgebiet 1) 2009	40	12	iPEK
LINZ AG (Teilgebiet 2) 2009	48	37	iPEK
IKB 2010	31	23	iPEK
AWV Großache-Nord 2012	46	35	iPEK
RHV Hallstättersee 2012	21	14	iPEK
RHV Mühlthal 2012	18	12	iPEK
AWV Anzbach-Laabental 2012	25	18	MesSen Nord
RHV Trumerseen 2012	35	29	MesSen Nord

Gesamtanzahl untersuchte Haltungen 2009/10/12: 264 Haltungen

Davon in beide Richtungen inspiziert: 180 Haltungen

Die Untersuchungen im Jahr 2011 fanden bei sechs der neun Kanalisationsunternehmen statt. Hier wurden in dem jeweiligen Untersuchungsgebiet immer beide Modelle des elektronischen Spiegels (QuickView Haloptic und MesSen Nord STV3) verwendet. Jedoch wurden nicht alle Haltungen immer mit beiden Modellen inspiziert, sondern es ergeben sich hier Abweichungen. Um die beiden Spiegelmodelle auch direkt miteinander vergleichen zu können, wurden für die folgenden Auswertungen nur Haltungen herangezogen, an denen beide Modelle zum Einsatz kamen, und die in beide Richtungen inspiziert wurden.

Tabelle 15 zeigt eine Aufschlüsselung bei wie vielen Haltungen beide Systeme zum Einsatz kamen.

Tabelle 15 - Anzahl untersuchter Haltungen 2011

Kanalisationsunternehmen	Anzahl [Haltungen]
AWV Anzbach Laabental	27
RHV Mühlital	12
RHV Trumerseen	6
RHV Wolfgangsee-Ischl	11
RHV Hallstättersee	21
AWV Großache-Nord	25

Gesamtanzahl untersuchte Haltungen 2011: 102 Haltungen

Der gesamte Untersuchungsumfang der für die Auswertungen herangezogen wird beträgt 366 Haltungen.

4.4 Elektronische Spiegelmodelle

Bei den Inspektionen der Haltungen mit elektronischen Spiegeln wurden drei verschiedene Modelle verwendet.

Diese waren das Modell „QuickView“ und „QuickView Haloptic“ der Firma iPEK, sowie das Modell „STV3“ der Firma MesSen Nord.

Tabelle 16 gibt eine Aufschlüsselung bei welchen Kanalisationsunternehmen die jeweiligen Spiegelmodelle zum Einsatz kamen, und in welchem Jahr die Inspektionen stattfanden.

Tabelle 16 - Übersicht Einsatz der Spiegelmodelle

Inspektionsjahr	QuickView (iPEK)	QuickView Haloptic (iPEK)	STV3 (MesSen Nord)
2009	LINZ AG Teilgebiet 1	-	-
	LINZ AG Teilgebiet 2	-	-
2010	IKB	-	-
2011	-	AWV Anzbach-Laabental	AWV Anzbach-Laabental
	-	RHV Mühlital	RHV Mühlital
	-	RHV Trumerseen	RHV Trumerseen
	-	RHV Wolfgangsee-Ischl	RHV Wolfgangsee-Ischl
	-	RHV Hallstättersee	RHV Hallstättersee
	-	AWV Großache-Nord	AWV Großache-Nord
2012	-	AWV Großache-Nord	AWV Anzbach-Laabental
	-	RHV Hallstättersee	RHV Trumerseen
	-	RHV Mühlital	

4.4.1 iPEK QuickView / QuickView Haloptic

Der elektronische Spiegel QuickView Haloptic der Firma iPEK verfügt über eine punktuelle Beleuchtung (Lichtkegel) mit einer Beleuchtungsintensität von 1800 Lumen. Die Bildauflösung beträgt 442 x 368 Pixel. Dieses Modell verfügt über einen 36-fachen optischen und einen 12-fach digitalen Zoom. Der Kamerafokus kann entweder automatisch oder manuell verwendet werden.

Die Haloptic-Version des elektronischen Spiegels wurde bei den Felduntersuchungen ab dem Jahr 2011 verwendet. Bei den vorhergehenden Untersuchungen wurde das Vorgängermodell iPEK QuickView verwendet. Dieses verfügt nicht über die Technologie der „Haloptic“-Beleuchtung, welche eine stärkere Lichtsäule projiziert.



Abbildung 30 - iPEK QuickView Haloptic (IPEK, 2014)



Abbildung 31 - iPEK QuickView (MANS LOCATION SERVICE, 2015)

4.4.2 MesSen Nord STV3

Der elektronische Spiegel STV3 der Firma MesSen Nord verfügt über 4 LED-Strahler mit einem 4° Öffnungswinkel. Dadurch wird die Haltung flächig ausgestrahlt. Die Leuchtintensität beträgt 4 x 500 Lumen. Die Bildauflösung beträgt 795x596 Pixel. Das Modell verfügt über einen 22-fachen optischen Zoom. Der digitale Zoom ist auf 10:1 softwaremäßig begrenzt. Der Fokus kann auch bei diesem Modell automatisch oder manuell verwendet werden.



Abbildung 32 - MesSen Nord STV3 (MesSen Nord, 2014)

4.5 Untersuchungsmethodik

Folgend wird der Vorgang beschrieben, wie die Inspektionsdaten aus TV-Befahrungen bzw. Inspektion mittels elektronischen Spiegel für eine statistische Auswertung aufbereitet wurden. Dieser bestand aus zwei grundlegenden Zyklen:

- Betrachtung der Inspektionsvideos der TV-Befahrungen und Eintragen des detaillierten Bestandes an Haltungszuständen in eine Access-Datenbank.
- Erneute Inspektion der Haltungen mittels der Inspektionsvideos der elektronischen Spiegelmodelle. Damit es zu keinen Beeinflussungen der Inspektionsergebnisse bei abermaliger Inspektion der Haltungen mittels der Videos des elektronischen Spiegels kommt, fand zuerst die Erstellung der Referenzdatenbank mittels den TV-Befahrungen statt, und erst nach mehreren Monaten die erneute Zustandserfassung mit den Inspektionsvideos der elektronischen Spiegelmodelle.

4.5.1 Erfassung der Haltungszustände nach EN 13508-2/A1 (2010)

Von den Kanalisationsunternehmen wurden Videodateien der Haltungsinspektionen mittels TV-Befahrung zur Verfügung gestellt.

Zuerst wurden die Stammdaten aller Haltungen in die Access-Datenbank eingetragen. Danach wurden die Inspektionsvideos der TV-Befahrungen gesichtet und die Zustände innerhalb der Haltungen in der Datenbank dokumentiert.

Für die Inspektionen mittels elektronischen Spiegel aus dem Jahr 2011 entfiel die gesamte Erfassung der Zustände mittels der TV-Befahrungen, da diese bereits vom Diplomarbeitsbetreuer durchgeführt und in die Datenbank integriert wurde.

4.5.2 Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel

Im Rahmen des INNOKANIS-Projekts wurden dieselben Haltungen die mittels Kamerafahrwagen von den Kanalisationsunternehmen inspiziert wurden auch mit den elektronischen Spiegelmodellen inspiziert.

Um diese abermaligen Inspektionen derselben Haltungen nicht dadurch zu beeinflussen, dass durch die in der Datenbank bereits erfassten Zustände der TV-Befahrungen bereits bekannt ist welche Zustände innerhalb einer Haltung vorhanden sind, erfolgte die Betrachtung der Spiegelvideos mehrere Monate später. Auch wurde zuerst eine unabhängige Inspektion durchgeführt, die erfassten Zustände notiert, und erst dann ein Vergleich mit den Zuständen der TV-Befahrungen in der Datenbank durchgeführt.

Zusätzlich wurde der Ablagerungsgrad innerhalb der Haltungen während den Spiegelinspektionen aus den Jahren 2009/10/12 erfasst. Die Erfassung wurde hierbei in Anlehnung an eine Studie der Ruhr-Universität Bochum (Zustands-, Prozess- und Wirkungsanalyse zur Entwicklung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie für Kanalnetze, 2008) in folgende Füllungsgrade (Prozentwert der Querschnittsfläche) der Haltung eingeteilt: 0% - 2,5%; 2,5% - 10%; 10%-15%; >15%.

Bei den Inspektionen mittels elektronischen Spiegel aus dem Jahr 2011 entfiel die gesamte Inspektion, da die Zustandserfassung bereits vom Diplomarbeitsbetreuer in die Access-Datenbank eingetragen wurde.

Die gesamten Auswertungen wurden in die Inspektionsjahre 2009/10/12 und das Inspektionsjahr 2011 aufgeteilt, da mit den Daten aus dem Jahr 2011 ein direkter Vergleich der Erfassungsraten beider Spiegelmodelle erfolgen kann.

4.5.3 Auswertung mit und ohne Zustandsgruppen

Die statistische Auswertung erfolgt in zwei Phasen:

- Alle Zustände der TV-Befahrungen werden als Einzelzustände betrachtet und die Erfassungsraten des elektronischen Spiegels beziehen sich auf die Erkennung dieser Einzelzustände.
- Die Zustände der TV-befahrungen welche in Gruppen auftraten (z.B. ein schadhafter und einragender Anschluss entspricht drei Zuständen, und damit auch drei Zustandskodes) werden separat betrachtet und die Erfassungsraten des elektronischen Spiegels wird einerseits auf diese Gruppen angewandt, und andererseits auf die verbliebenen Einzelzustände.

Danach folgt ein Vergleich, ob sich bei Bildung von Zustandsgruppierungen insgesamt etwas an den Zustandserfassungsraten des elektronischen Spiegels ändert.

Zustandsgruppen welche gebildet und deren Auftretshäufigkeit bzw. Erfassungsrate mittels elektronischem Spiegel untersucht wurde sind:

- Anschluss (BCA) schadhaft
- Verschobene Verbindung (BAJ) u Wasserspiegel (BDD) u/o Boden sichtbar (BAO) u/o Wurzeleinwuchs (BBA)
- Rohrbruch (BAC) u Infiltration (BBF) u/o Riss (BAB) u/o einragendes Dichtungsmaterial (BAI) u/o Boden sichtbar (BAO) u/o Inkrustation (BBB)
- Riss (BAB) u Inkrustation (BBB) u/o Wurzeleinwuchs (BBA) u/o Infiltration (BBF) u/o Inkrustation (BBB) u/o Exfiltration (BBG) u/o schadhafte Reparatur (BAL) u/o Hohlraum sichtbar (BAP) u/o Boden sichtbar (BAO)
- Poröses Rohr (BAN) u Oberflächenschaden (BAF) u/o Infiltration (BBF) u/o Inkrustation (BBB)
- Deformation (BAA) u/o Boden sichtbar (BAO) u/o einragendes Dichtungsmaterial (BAI)
- Anhaftende Stoffe (BBB) u Infiltration (BBF)
- Oberflächenschaden (BAF) u Hindernis (BBE)

4.5.4 Aufbau der Access-Datenbank

Folgend wird der Aufbau der erstellten Access-Datenbank vorgestellt, in welcher die Daten der Haltungen und Zustandserfassung gespeichert wurden. Diese Datenbank bildet die Grundlage für die anschließende statistische Auswertung.

4.5.4.1 Allgemeiner Aufbau

Die Datenbank besteht aus mehreren Tabellen.

In der „GI Table“ sind die Stammdaten aller untersuchten Haltungen aufgelistet.

Die restlichen Tabellen beinhalten die erfassten Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mittels TV-Befahrungen bzw. die Inspektionsergebnisse der abermaligen Inspektion mittels elektronischen Spiegel. Dabei erfolgte eine Einteilung nach dem Inspektionsjahr des elektronischen Spiegels. Bei den Inspektionen aus dem Jahr 2011 wurden zusätzlich die Inspektionen in Inspektionsrichtung des Kamerafahrwagens, bzw. gegen Inspektionsrichtung dieses, gesondert aufgeteilt. In-situ 2011 beinhaltet jedoch eine Zusammenfassung aller Inspektionen des Jahres 2011. Bei den restlichen Inspektionsjahren wurden die Ergebnisse beider Inspektionsrichtungen in einer Tabelle zusammengefasst.

Tabellen		
__in-situ 2012: iPEK X CCTV		
__in-situ 2012: MN X CCTV		
EN 13508-2 (D)		
EN_13508_2_D_		
EPC		
EPC 2011: iPEK = CCTV		
EPC 2011: MN = CCTV		
GI Table		
groups detection		
in-situ 2009: iPEK		
in-situ 2010: iPEK		
in-situ 2011		
in-situ 2011: iPEK X CCTV		
in-situ 2011: iPEK=CCTV		
in-situ 2011: MN X CCTV		
in-situ 2011: MN=CCTV		
in-situ 2012: iPEK		
in-situ 2012: MN		
Master operator		

209 RHV Hallstättersee	O2OW2b0002
280 RHV Hallstättersee	O2OW330003
329 RHV Hallstättersee	O2OW330004
328 RHV Hallstättersee	O2OW330004
330 RHV Hallstättersee	O2OW330004
332 RHV Hallstättersee	O2OW330004
331 RHV Hallstättersee	O2OW330004
340 RHV Hallstättersee	O2OW330005
345 RHV Hallstättersee	O2OW330005
295 RHV Hallstättersee	O2OW330006
296 RHV Hallstättersee	O2OW330006
299 RHV Hallstättersee	O2OW330006
300 RHV Hallstättersee	O2OW330006
74 AWV Großache-Nord	O3SW270002
75 AWV Großache-Nord	O3SW270002
79 AWV Großache-Nord	O3SW270003
80 AWV Großache-Nord	O3SW270003
83 AWV Großache-Nord	O3SW270003
86 AWV Großache-Nord	O3SW270004
88 AWV Großache-Nord	O3SW275001
89 AWV Großache-Nord	O3SW275001

Abbildung 33 - Allgemeiner Aufbau Access-Datenbank (eigene Darstellung)

4.5.4.2 Stammdaten

In der GI-Table wurden die Stammdaten, sofern vorhanden, aller Haltungen erfasst. Diese werden folgend beschrieben:

Haltung-ID:	Eindeutiger Name der Haltung.
Haltungslänge Plan:	Länge der Haltung laut Plan.
Von Schacht:	Anfangsschacht.
Zu Schacht:	Endschacht.
Material:	Material der Haltung.
Haltung Dim1:	Erste Abmessung der Haltung (bei Kreisprofilen ist Haltung Dim1 = Haltung Dim2).
Haltung Dim2:	Zweite Abmessung der Haltung (unterscheidet sich von Haltung Dim1 bei Eiprofilen).
Elektr. Spiegel Datum:	Datum der Inspektion mittels elektronischen Spiegel.
Location:	Ort der Untersuchung.
Haltungslänge TV:	Länge der Haltung laut Kamerabefahrung.
Haltungsgefälle:	Gefälle der Haltung [%].
Konstruktionsjahr:	Baujahr der Haltung.
TV Datum:	Datum der TV-Befahrung.
ipek=TV:	Wenn true: Inspektion mittels Spiegelmodell iPEK in TV Richtung.
ipek<>TV:	Wenn true: Inspektion mittels Spiegelmodell iPEK gegen TV Richtung.
MN=TV:	Wenn true: Inspektion mittels Spiegelmodell MN in TV Richtung.
MN<>CCTV:	Wenn true: Inspektion mittels Spiegelmodell MN gegen TV Richtung.

4.5.4.3 Zustandserfassung nach EN 13508-2/A1 (2010) durch TV-Befahrung

Folgend welche Daten zur Beschreibung aller Zustände mittels TV-Befahrung nach EN 13508-2/A1 (2010) in der Datenbank erfasst wurden:

ID:	Fortlaufende und eindeutige Nummerierung der Einträge in der Datenbank.
Ort:	Untersuchungsgebiet.
Haltungsnummer:	Bezeichnung der Haltung.
Inspektionsrichtung TV:	Angabe von und zu welchem Schacht die Inspektion stattfand.
Pos. TV m:	Positionierungsangabe der Zustände laut TV-Befahrung in [m].
Hauptkode:	Hauptkode eines Zustandes nach EN 13508-2/A1 (2010).
CH1:	1. Charakterisierung des Hauptkodes nach EN 13508-2/A1 (2010).
CH2:	2. Charakterisierung des Hauptkodes nach EN 13508-2/A1 (2010).
L1:	1. Uhrzeitreferenz des Zustandes nach EN 13508-2/A1 (2010).
L2:	2. Uhrzeitreferenz des Zustandes nach EN 13508-2/A1 (2010).
Q1:	1. Quantifizierung des Zustandes nach EN 13508-2/A1 (2010).
Q2:	2. Quantifizierung des Zustandes nach EN 13508-2/A1 (2010).
Start/Ende:	S \triangleq Start; E \triangleq Ende; Anwendungen bei Zuständen mit einer Längsausdehnung (z.B. Längsriss) bei mehrmaliger Verwendung innerhalb derselben Haltung, wird zusätzlich eine Nummerierung verwendet.
J:	Anmerkung "A" wenn sich Zustand an einer Rohrverbindung befindet.
G:	Vermerk in dieser Spalte, falls der Zustand zusammen mit anderen in einer Zustandsgruppe auftrat.
Beschreibung:	Textliche Beschreibung des Zustandskodes (z.B.: „Rissbildung; Riss; komplexe Rissbildung“).

4.5.4.4 Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel

Folgend eine Erläuterung der verwendeten Tabellenspalten zur Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel:

Haltung-ID Elektr. Spiegel 1:	Bezeichnung des Inspektionsvideos des elektronischen Spiegels in Inspektionsrichtung der TV-Befahrung.
Haltung-ID Elektr. Spiegel 2:	Bezeichnung des Inspektionsvideos des elektronischen Spiegels gegen Inspektionsrichtung der TV-Befahrung (falls vorhanden).
In TV Richtung erkannt:	„true“ wenn Zustand erkannt wurde und die Inspektion in gleicher Richtung wie die TV-Befahrung erfolgte.
gegen TV Richtung erkannt:	„true“ wenn Zustand erkannt wurde und die Inspektion gegen die Richtung der TV-Befahrung erfolgte.

Es erfolgte auch eine weitere Einteilung ob ein Zustand einwandfrei mit dem Spiegel erkannt werden konnte, oder ob nur mit hoher Wahrscheinlichkeit bestimmt werden konnte um welchen

Zustand es sich handelt, und erst nach Abschluss der Inspektion und mittels Kontrolle durch die Inventarisierung die Annahme bestätigt werden konnte. In der Access-Datenbank wurde dies durch die Spalten Erf.=OK (einwandfreie Bestimmung) und Erf.≈OK (Zustand mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig zugeordnet).

Abbildung 34 stellt den Fall „Erf.=OK“ dar. Hierbei wurde das Kameramodell MesSen Nord STV3 mit flächiger Ausleuchtung verwendet. Abbildung 35 zeigt den Fall „Erf.≈OK“. Durch die punktuelle Ausleuchtung des Modells iPEK QuickView Haloptic erscheint die Rohrwandung dunkler, was die Zustandserfassung erschwert.



Abbildung 34 - Zustandserfassung mittels Spiegel (MesSen Nord STV3) - Erf.=OK (PLIHAL et al., 2014)



Abbildung 35 - Zustandserfassung mittels Spiegel (iPEK QuickView Haloptic) - Erf.~OK (BOKU, 2012)

4.5.4.5 Ursachen für Nichterkennung mittels elektronischen Spiegel

Nach Abschluss der Inspektion mit einem elektronischen Spiegel, wurde das Ergebnis mit den Zuständen nach EN 13508-2/A1 (2010) der TV-Befahrungen verglichen. Wurde in Folge dessen festgestellt, dass ein, oder mehrere, Zustände nicht erkannt werden konnten, so wurde in der

Datenbank der Grund hierfür eingetragen. Die kombinierte Ursache mehrerer Gründe war ebenso möglich.

Folgend eine Beschreibung der Gründe:

- ↓ Beleuchtung:

Die Ausleuchtung der Haltung bzw. die Reichweite der Beleuchtung des elektronischen Spiegels war insgesamt zu gering.



Abbildung 36 - Nichterkennung Zustand: ↓ Beleuchtung (BOKU, 2015)

- punktuelles Licht:

Diese Ursache betrifft nur das Modell iPEK QuickView (Haloptic), da bei diesem eine punktuelle Lichtsäule zur Inspektion verwendet wird. Werden Zustände an der Rohrwandung nicht direkt angestrahlt, so ist aufgrund des Tunneleffekts der Lichtsäule der Seitenbereich des Sichtfelds kaum bis gar nicht beleuchtet, und die Rohrwandung erscheint insgesamt nur dunkel bis schwarz.



Abbildung 37 - Nichterkennung Zustand: punktuell Licht (PLIHAL et al., 2014)

- ↓ Kameraauflösung:

Die Auflösung des Kameramodells war für eine genaue Inspektion feiner Zustände zu gering.



Abbildung 38 - Nichterkennung Zustand: ↓ Kameraauflösung (PLIHAL et al., 2014)

- keine Fokussierung:

Die Kamera konnte den entsprechenden Bereich der Haltung nicht ausreichend fokussieren. Dadurch ergab sich ein verschwommenes Inspektionsbild.



Abbildung 39 - Nichterkennung Zustand: keine Fokussierung (PLIHAL et al., 2014)

- Positionierung im Schacht nicht OK:

Der elektronische Spiegel konnte nicht so im Schacht platziert werden, dass die Haltung achsmittig inspiziert werden kann.



Abbildung 40 - Nichterkennung Zustand: Positionierung im Schacht nicht OK (BOKU, 2012)

- Abwinklung zu groß:

Aufgrund einer zu großen Abwinklung an einer Rohrverbindung kann der weitere Verlauf der Haltung, und somit die Stelle an der sich der betreffende Zustand befindet, nicht inspiziert werden.

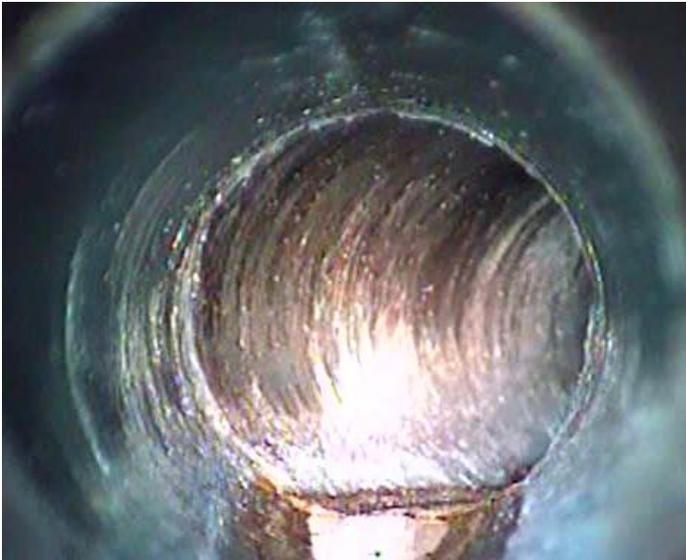


Abbildung 41 - Nichterkennung Zustand: Abwinklung zu groß (PLIHAL et al., 2014)

- Ausbildung der Sohle:

Die Ausbildung der Sohle des Schachtes erlaubt keine achsmittige Inspektion der Haltung.



Abbildung 42 - Nichterkennung Zustand: Ausbildung der Sohle (PLIHAL et al., 2014)

- Zustand zu klein:

Die Abmessungen des Zustands sind zu klein, als dass er mit einem elektronischen Spiegel erkannt werden kann.



Abbildung 43 - Nichterkennung Zustand: Zustand zu klein (BOKU, 2012)

- Spinnweben:

Spinnweben versperren die Sicht auf den weiteren Handlungsverlauf bzw. auf dahinter liegende Zustände.



Abbildung 44 - Nichterkennung Zustand: Spinnweben (PLIHAL et al., 2014)

- Dampf:

Wasserdampf in der Haltung versperrt die Sicht auf den weiteren Handlungsverlauf bzw. auf Zustände.



Abbildung 45 - Nichterkennung Zustand: Dampf (PLIHAL et al., 2014)

- Wasserstand zu hoch:

Ein zu hoher Wasserstand in der Haltung verdeckt die Sicht auf Zustände unterhalb des Wasserspiegels.



Abbildung 46 - Nichterkennung Zustand: Wasserstand zu hoch (PLIHAL et al., 2014)

- Haltung saniert:

Die Haltung wurde in dem Zeitraum zwischen TV-Befahrung und Inspektion mittels elektronischen Spiegel saniert, und der betreffende Zustand ist nicht mehr vorhanden.



Abbildung 47 - Nichterkennung Zustand: Haltung saniert (BOKU, 2012)

- Zustand zu weit entfernt:

Dieser Vermerk wurde verwendet, wenn ein Zustand soweit vom Schacht entfernt ist, dass der elektronische Spiegel an seine technischen Grenzen gelangt. Dies tritt zumeist ab Entfernungen von 20m - 30m auf. Die Nichterkennung ist hierbei eine Kombination von zu geringer Ausleuchtung, Auflösung, Fokussierung und Größe des Zustands.

- Zustand nicht mehr vorhanden / ersichtlich:

Dies betrifft Zustände wie Wurzeleinwuchs, Infiltrationen oder Inkrustationen, welche während der Inventarisierung erfasst werden konnten, jedoch während den Inspektionen mit dem elektronischen Spiegel aufgrund der Zeitdifferenz zwischen den Untersuchungszeitpunkten nicht mehr vorhanden waren.

4.5.4.6 Ablagerungshöhen

Als Zusatzinformation wurden bei den Inspektionen mittels elektronischen Spiegels aus den Jahren 2009/10/12 auch die Ablagerungshöhen der Haltungen erfasst, da hier vorher keine Reinigung der Haltung stattfand.

Die Erfassung der Ablagerungshöhen unterteilt sich in vier Bereiche:

- 0-2,5% (entspricht keinen Ablagerungen in der Haltung)
- 2,5-10%
- 10-15%
- >15%

4.6 Stammdaten der untersuchten Haltungen

Die Stammdaten der Haltungen werden in Hinblick auf das Kanalisationssystem der Haltungen, der Profilformen, des Haltungsdurchmessers und des Materials aufgelistet.

4.6.1 Kanalisationsnetz

Folgend Auswertungen ob die untersuchten Kanalisationsnetze der beiden Untersuchungsstichproben ein Mischwassersystem (MW) oder ein getrenntes Kanalisationssystem mit Schmutzwasserkanal (SW) sind. Des Weiteren ist die Länge der einzelnen Kanalisationsnetze, bzw. die Summe der beiden Kanalisationssysteme angegeben.

Tabelle 17 - Kanalisationsnetz 2009/10/12

	MW	Gesamtlänge des untersuchten	SW	Gesamtlänge des untersuchten
		MW - Kanalisationsnetzes in [km]		Kanalisationsnetzes in [km]
	Anzbach-Laabental	760	Hallstättersee	850
	Großsache-Nord	1470	Trumerseen	980
	Innsbruck Lohbach	1260		
	Mühltal	1180		
	Pasching	1330		
	Traun	1220		
Gesamt:	6 MW-Systeme	7220	2 SW-Systeme	1830

Tabelle 18 - Kanalisationsnetz 2011

	MW	Gesamtlänge des untersuchten	SW	Gesamtlänge des untersuchten
		MW - Kanalisationsnetzes in [km]		Kanalisationsnetzes in [km]
	Anzbach-Laabental	723	Hallstättersee	440
	Mühltal	461	Trumerseen	180
	Wolfgangsee-Ischl	430		
	Großsache-Nord	723		
Gesamt:	4 MW-Systeme	2337	2 SW-Systeme	620

4.6.2 Profilformen

Auswertungen ob ein Ei- oder ein Kreisprofil der Haltungen vorliegt, wiederum aufgeteilt auf die beiden Untersuchungsstichproben.

Tabelle 19 - Profilformen 2009/10/12

Kanalisationsunternehmen	Kreisprofil	Eiprofil
Anzbach-Laabental	20	5
Großsache-Nord	43	3
Hallstättersee	21	0
Innsbruck Lohbach	31	0
Mühltal	18	0
Pasching	40	0
Traun	48	0
Trumerseen	35	0
Gesamt:	256	8

Tabelle 20 - Profilformen 2011

Kanalisationsunternehmen	Kreisprofil	Eiprofil
Anzbach-Laabental	21	6
Mühltal	12	0
Trumerseen	6	0
Wolfgangsee-Ischl	5	6
Hallstättersee	18	3
Großsache-Nord	25	0
Gesamt:	87	15

4.6.3 Abmessungen der Haltungen

Auswertung der Abmessungen je nach Profilart.

4.6.3.1 Haltungsdurchmesser Kreisprofile

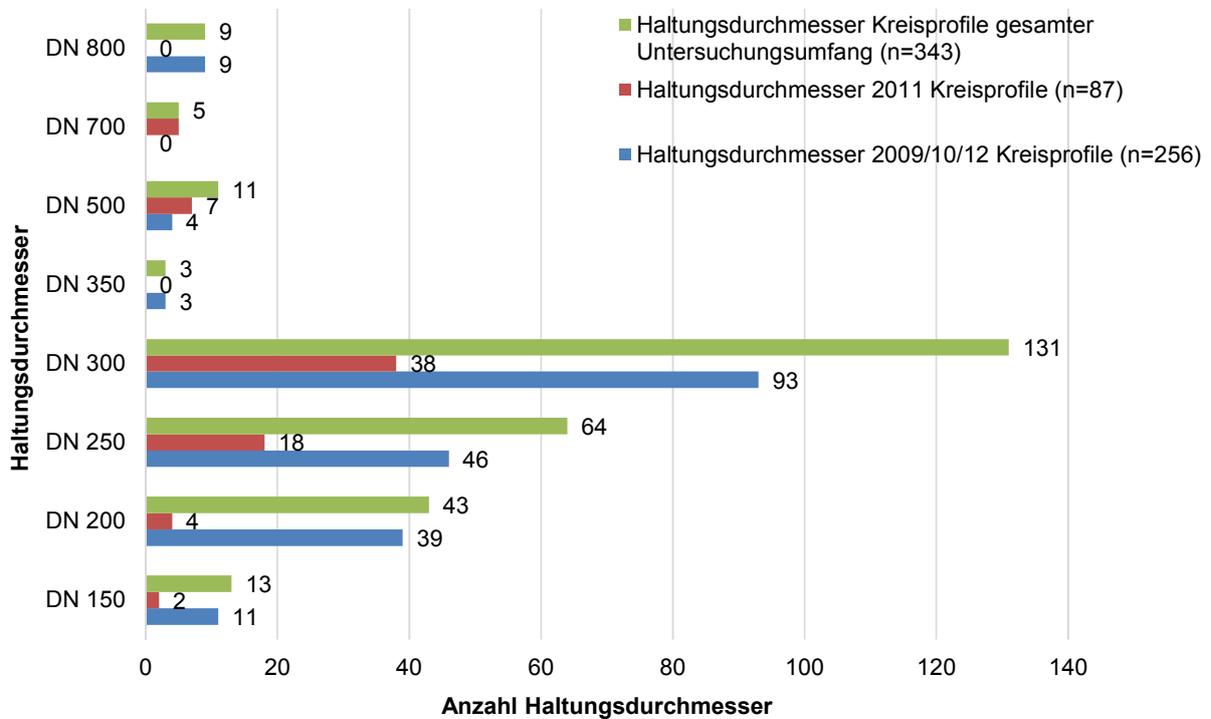


Abbildung 48 - Haltungsdurchmesser Kreisprofile

Vom gesamten Untersuchungsumfang sind ca. 40 % der Haltungen mit Kreisprofil in DN 300, ca. 20 % in DN 250, und ca. 13 % in DN 200 ausgeführt.

4.6.3.2 Eiprofile der Haltungen

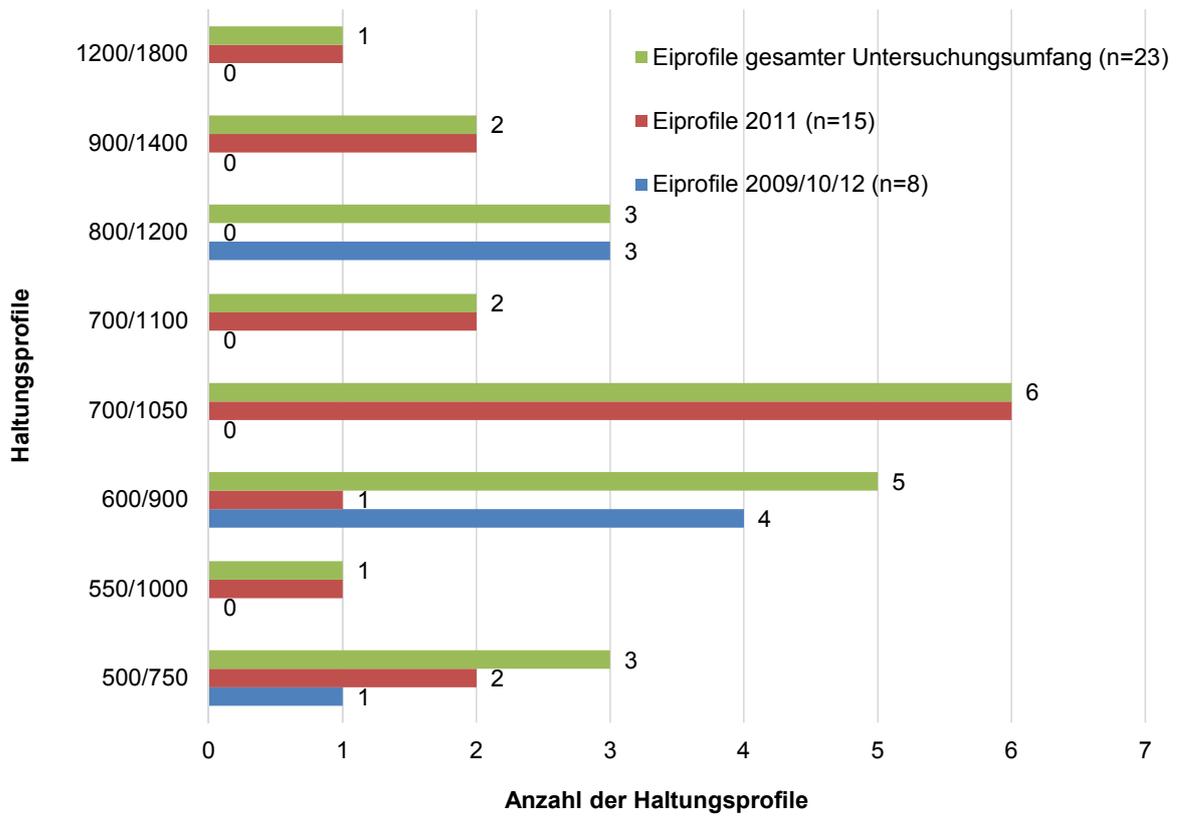


Abbildung 49 - Eiprofile Haltungen

Vom gesamten Untersuchungsumfang sind ca. 26 % der Haltungen mit Eiprofil in 700/1050, ca. 22 % in 600/900, und ca. 13 % in 500/750 bzw. 800/1200 ausgeführt.

4.6.4 Rohrmaterialien

Acht verschiedene Rohrmaterialien wurden vorgefunden, die sich wie folgt auf die Haltungen aufteilen.

4.6.4.1 Rohrmaterialien 2009/10/12

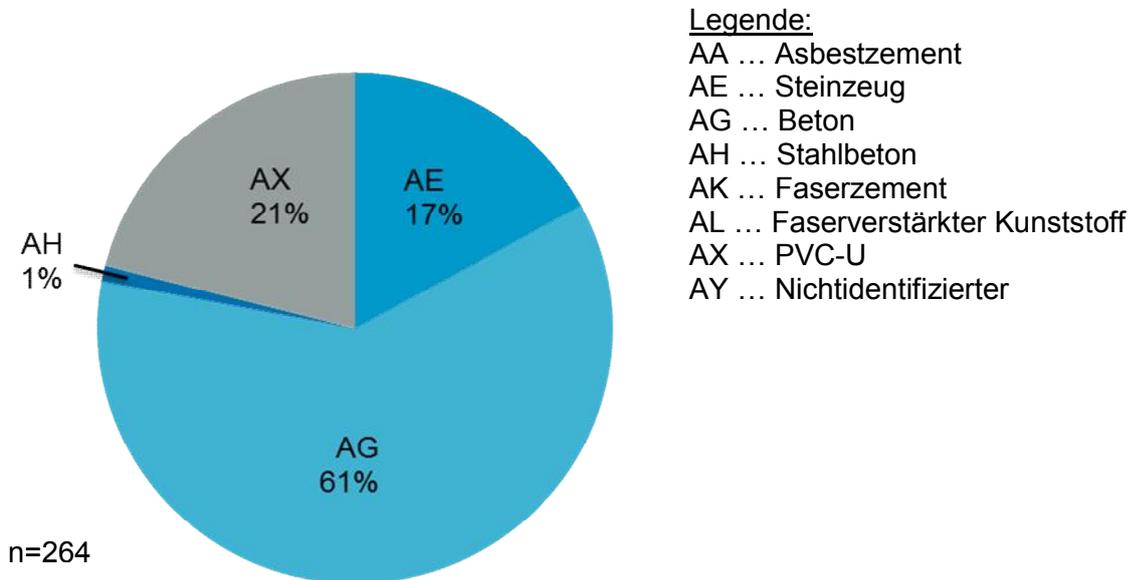


Abbildung 50 - Rohrmaterialien 2009/10/12

Mehr als die Hälfte (61 %) der Haltungen aus der Untersuchungsstichprobe 2009/10/12 sind als Betonrohre ausgeführt. Die restlichen Haltungen sind ungefähr zu gleichen Teilen in PVC-U (PVC hart) bzw. Steinzeug ausgeführt.

4.6.4.2 Materialien 2011

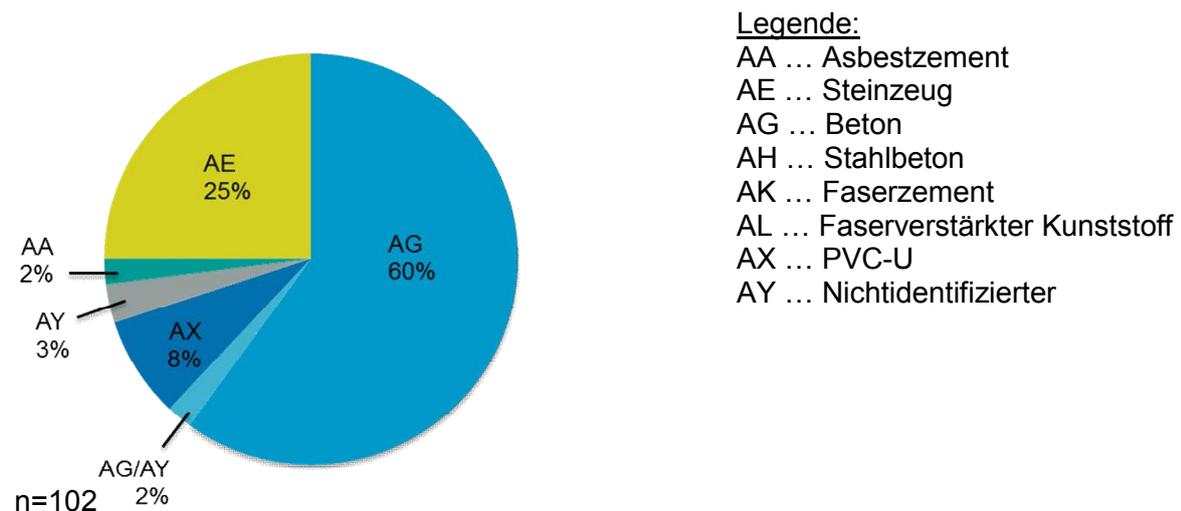


Abbildung 51 - Rohrmaterialien 2011

Der Großteil der Haltungen (60 %) der Untersuchungsstichprobe 2011 ist aus Beton ausgeführt. Ein Viertel sind Steinzeugrohre. Weitere 8 % sind als PVC-U (PVC hart) ausgeführt.

5. Ergebnisse

Die Auswertungen der Datenbank finden auf zwei Arten statt:

- Auswertung der Auftrittshäufigkeiten eines jeden einzelnen Zustandes welche mit der TV-Befahrung erfasst wurde. Anschließend Auswertungen der Erkennungsraten der elektronischen Spiegelmodelle und Analyse der Gründe für eine Nichterkennung (nur Daten aus den Inspektionsjahren 2009/10/12).
- Einteilung der mittels TV-Befahrung inventarisierten Zustände in Einzelzustände und in Zustandsgruppen. Darauf aufbauend eine separate Auswertung der Erkennungsraten des elektronischen Spiegels von Einzelzuständen und Zustandsgruppen, sowie Gründe für eine Nichterkennung (nur Daten aus den Inspektionsjahren 2009/10/12).

Zusätzlich erfolgt immer eine Aufteilung auf die Inspektionen des Jahres 2009/10/12 und des Jahres 2011, da mit den Daten aus dem Inspektionsjahr 2011 ein direkter Vergleich der beiden eingesetzten Spiegelmodelle erfolgen kann.

5.1 Erfasste Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mittels TV-Befahrung

Der Bestand an Zuständen innerhalb der Haltungen wird statistisch aufgeschlüsselt. Dies wird aufgeteilt auf die Gesamtanzahl an Zuständen, und wie viele davon bauliche oder betriebliche Zustände sind, sowie Inventarisierungen und sonstige Zustände (Zustandskodes: BCE-Z - Blindschacht, BDB - Allgemeine Anmerkung (Materialwechsel bei den Untersuchungen aus den Jahren 2009/10/12 bzw. der Anschluss Schacht an Haltung bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2011), BDC - Inspektion abgebrochen, BDD - Wasserspiegel & BDG - keine Sicht / Kamera unter Wasser).

Anschließend folgt eine Aufschlüsselung der Häufigkeiten nach den einzelnen Zuständen laut EN 13508-2/A1 (2010).

Bei der Verwendung von Zustandsgruppen werden diese und ihre Auftrittshäufigkeit aufgeschlüsselt.

5.1.1 Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) ohne Zustandsgruppen

Die Zustände aus der Untersuchungsstichprobe 2009/10/12 (insg. 2200) teilen sich auf in 42 % bauliche Zustände, 35 % Inventarisierungen, 13 % betriebliche Zustände, und 10 % sonstige Zustände (Blindschacht, Materialwechsel, Inspektionsabbruch, zu hoher Wasserstand für eine Kamerabefahrung und Wasserspiegel innerhalb der Haltung).

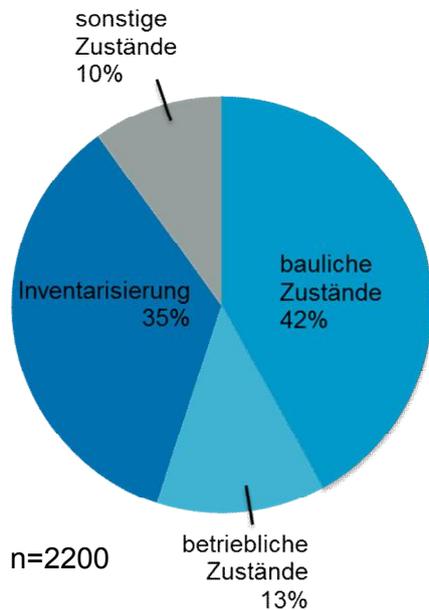


Abbildung 52 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - 2009/10/12 ohne Zustandsgruppen

Die Zustände aus der Untersuchungsstichprobe 2011 (insg. 877) teilen sich auf in 40 % bauliche Zustände, 33 % Inventarisierungen, 13 % betriebliche Zustände, und 14 % sonstige Zustände (Blindschacht, Anschluss Schacht an Haltung, Inspektionsabbruch, zu hoher Wasserstand für eine Kamerabefahrung und Wasserspiegel innerhalb der Haltung).

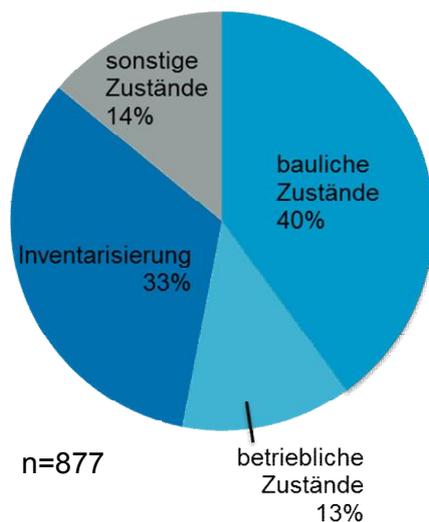


Abbildung 53 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - 2011 ohne Zustandsgruppen

Ergebnisse

Bei Betrachtung der Zustände aufgeschlüsselt auf deren einzelne Zustandskodierungen, treten innerhalb des gesamten Untersuchungsumfanges (insg. 3077 Zustände) mit 13,3 % am häufigsten Risse (BAB) auf. Bei Vernachlässigung der Kodierungen für Anfangs- (BCD) und Endknoten (BCE), folgt mit einer Häufigkeit von 12,3 % der Inventarisierungskode für einen Anschluss (BCA), sowie mit 9,8 % Oberflächenschäden (BAF).

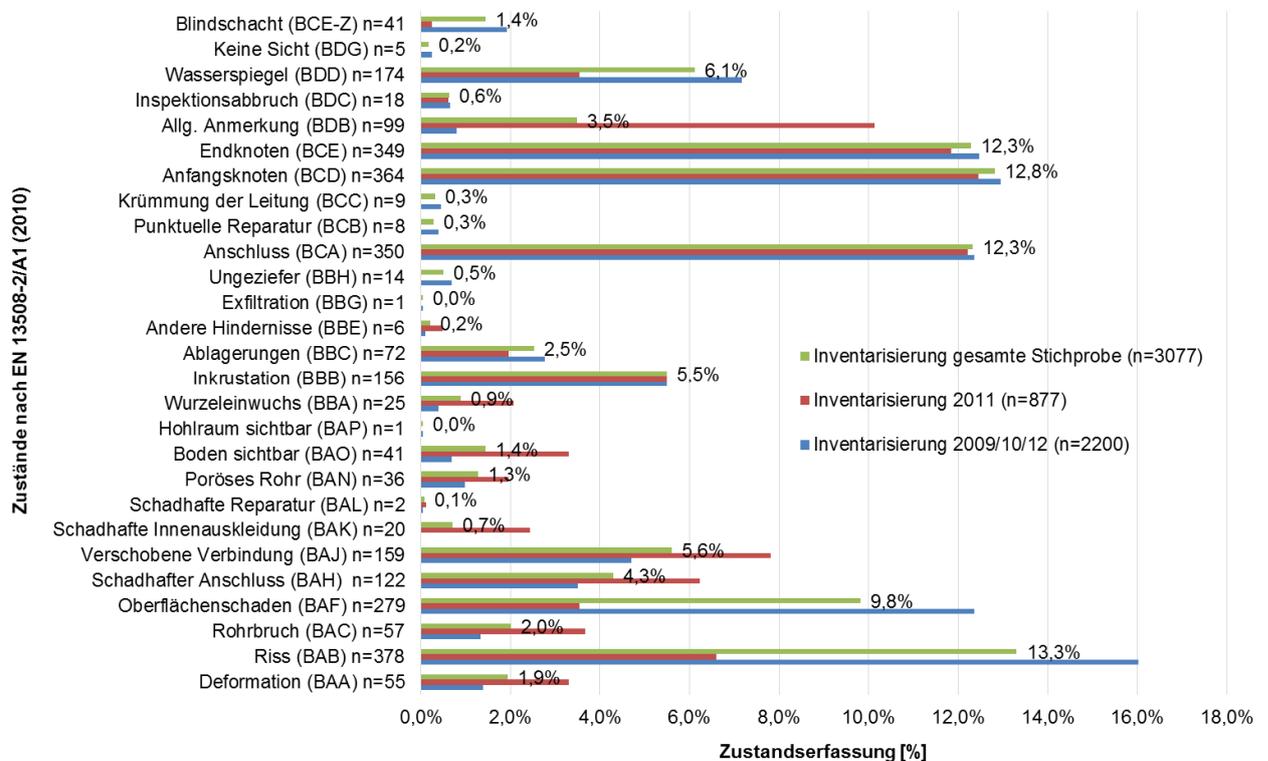


Abbildung 54 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) ohne Zustandsgruppen

5.1.2 Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) bei Bildung von Zustandsgruppen

Die Inventarisierung wird aufgeteilt auf Zustände die nur einzeln in Erscheinung treten, und in Zustände die als Gruppe auftreten (Zustandsgruppe).

Die verbliebenen Einzelzustände der Untersuchungsstichprobe aus den Inspektionsjahren 2009/10/12 (insg. 1705) setzen sich zusammen aus 43 % Inventarisierungen, 39 % bauliche Zustände, 10 % betriebliche Zustände und 8 % sonstige Zustände (Blindschacht, Materialwechsel, Inspektionsabbruch, zu hoher Wasserstand für eine Kamerabefahrung und Wasserspiegel innerhalb der Haltung).

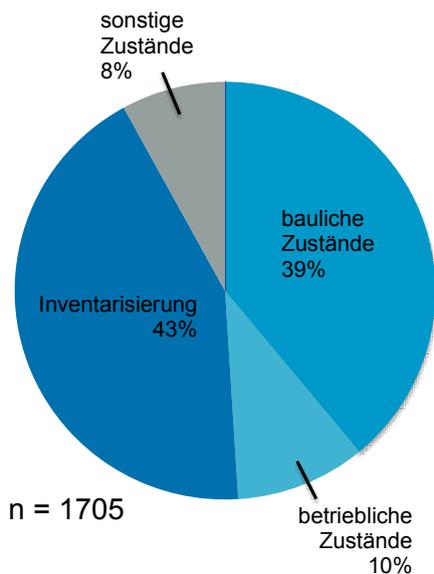


Abbildung 55 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) 2009/10/12 - nur Einzelzustände

Die bereits in Kapitel 4.5.3 beschriebenen Zustandsgruppierungen teilen sich für die Untersuchungsstichprobe aus den Untersuchungsjahren 2009/10/12 (insg. 217 Gruppen) zu ca. je einem Drittel auf schadhafte Anschluss, Risse in Kombination mit einem oder mehreren weiteren Zuständen und den restlichen Zustandsgruppierungen auf.

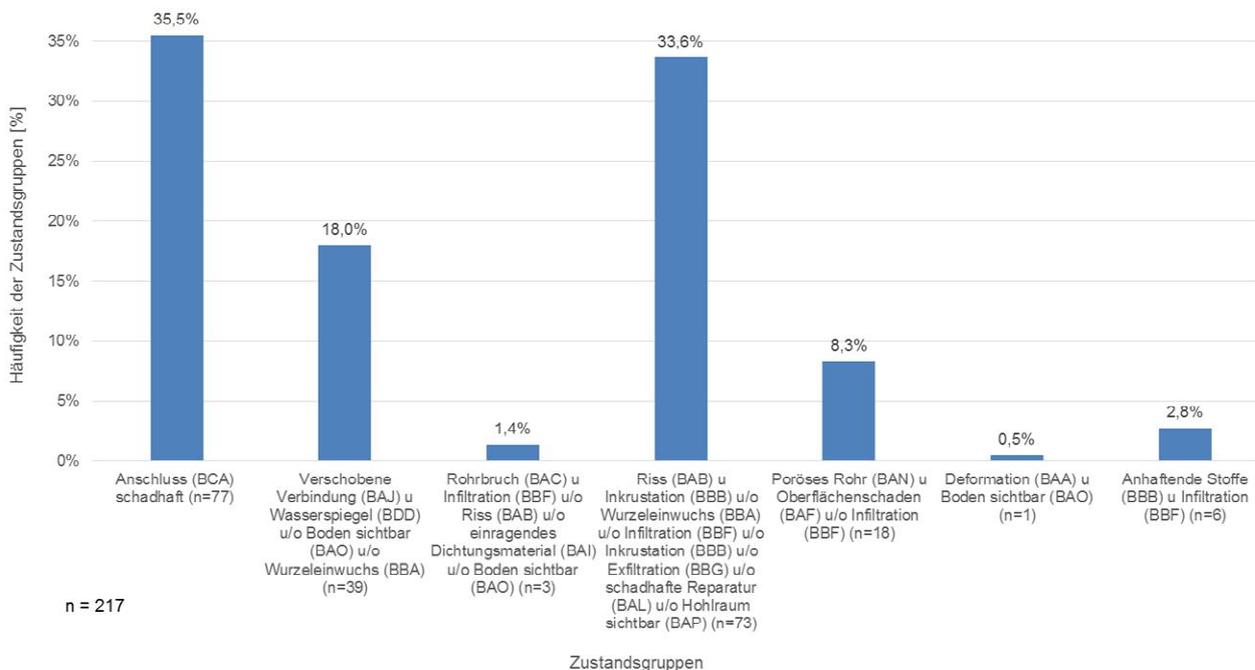


Abbildung 56 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - Zustandsgruppen 2009/10/12

Die verbliebenen Einzelzustände der Untersuchungsstichprobe aus dem Inspektionsjahr 2011 (insg. 587) setzen sich zusammen aus 43 % Inventarisierungen, 31 % bauliche Zustände, 7 % betriebliche Zustände und 19 % sonstige Zustände (Blindschacht, Anschluss Schacht an Haltung, Inspektionsabbruch, zu hoher Wasserstand für eine Kamerabefahrung und Wasserspiegel innerhalb der Haltung).

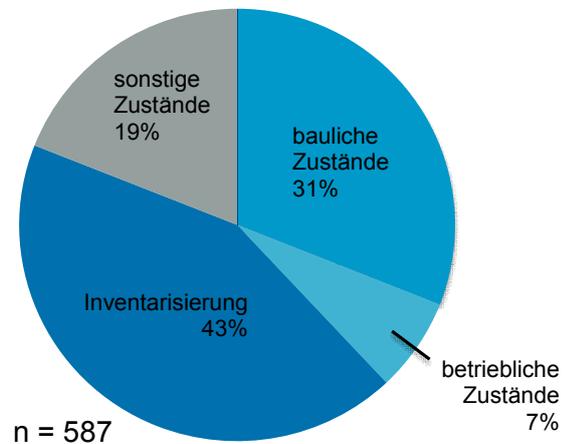


Abbildung 57 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) 2011 - nur Einzelzustände

Die bereits in Kapitel 4.5.3 beschriebenen Zustandsgruppierungen für die Untersuchungsstichprobe aus dem Untersuchungsjahr 2011 (insg. 113 Gruppen) teilen sich zu ca. 42 % auf schadhafte Anschlüsse, zu ca. 20 % auf Risse in Kombination mit weiteren Zuständen, zu weiteren ca. 20 % einem porösen Rohr + Infiltration in Kombination mit weiteren Zuständen, sowie den restlichen Zustandsgruppierungen auf.

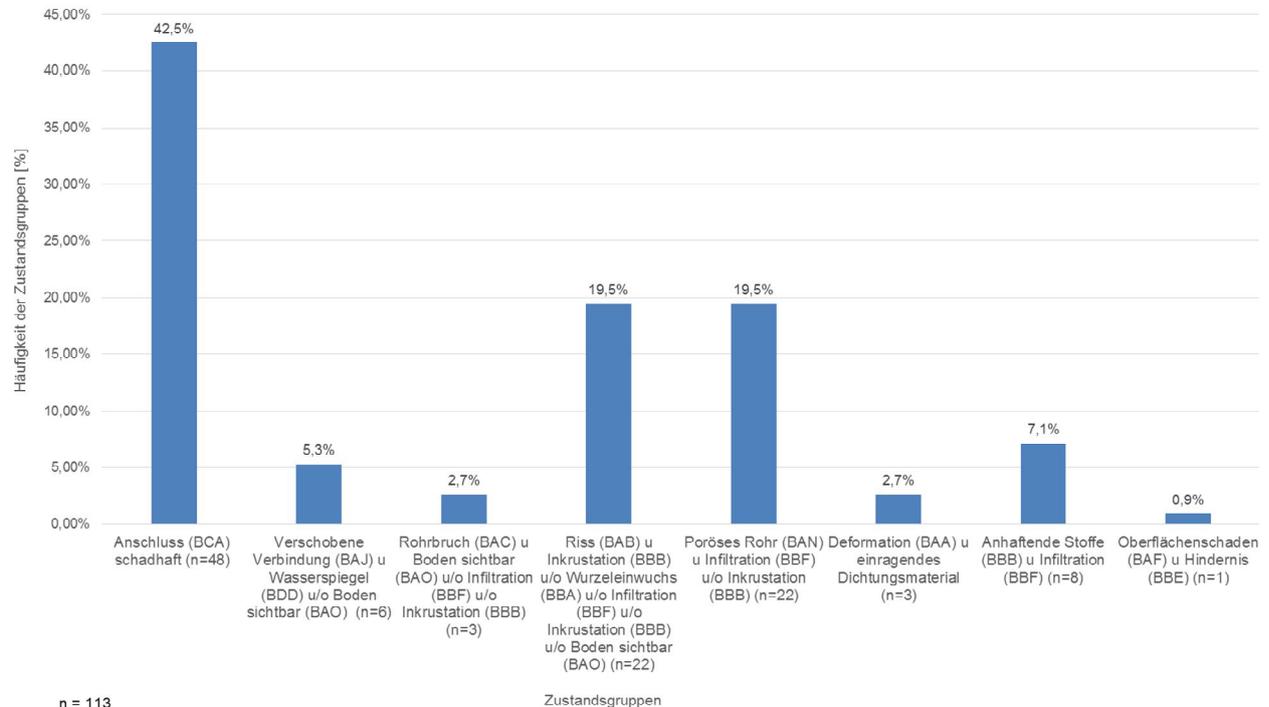


Abbildung 58 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - Zustandsgruppen 2011

Ergebnisse

Bei Betrachtung der verbliebenen Einzelzustände aufgeschlüsselt auf deren einzelne Zustandskodierungen, treten innerhalb des gesamten verbliebenen Untersuchungsumfanges (insg. 2296 Zustände), bei Vernachlässigung von Anfangs- (BCD) und Endknoten (BCE), mit 12 % am häufigsten Oberflächenschäden (BAF) und Risse (BAB), gefolgt von Wasserspiegel innerhalb der Haltung (BDD) mit 6 %, auf.

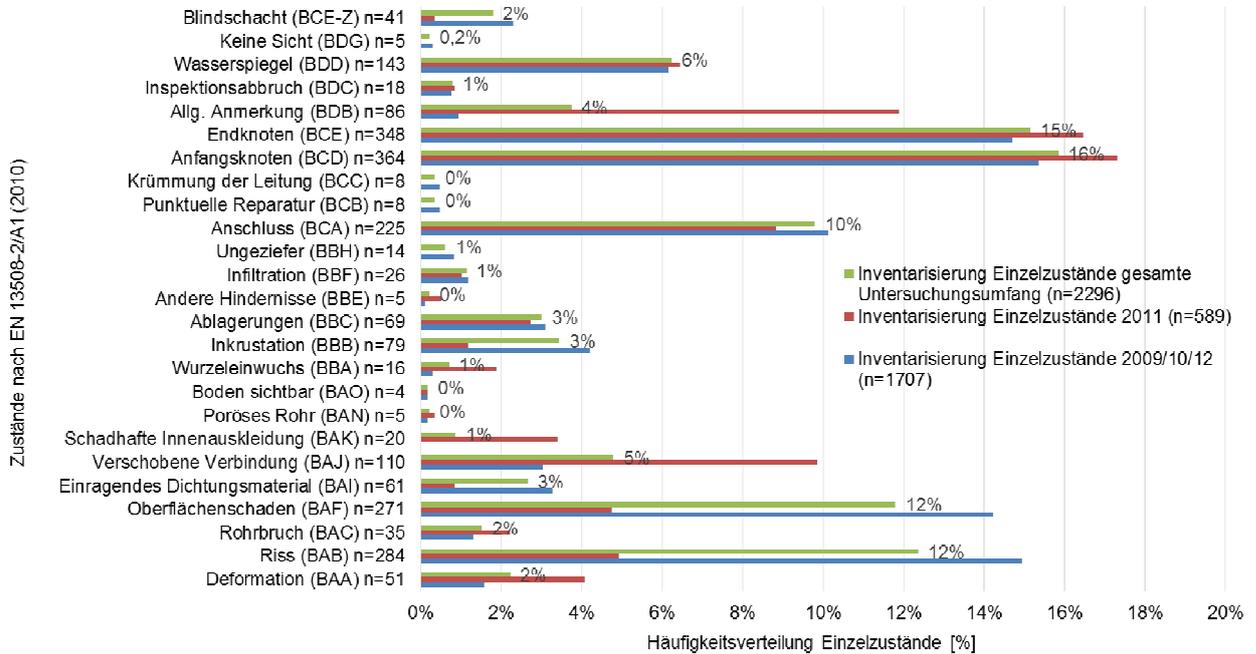


Abbildung 59 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - Einzelzustände bei Bildung von Zustandsgruppen

5.2 Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel

Die Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel wird mit und ohne Verwendung von Zustandsgruppen ausgewertet. Zusätzlich werden auch die erfassten Ablagerungshöhen (aus den Inspektionsjahren 2009/10/12) innerhalb der Haltungen ausgewertet.

5.2.1 Erfassung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mit dem elektronischen Spiegel ohne Anwendung von Zustandsgruppen

Erkennungsraten mit jeweiligen Spiegelmodell zusammengefasst in „bauliche“ und „betriebliche“ Zustände, „Inventarisierung“ und „sonstige Zustände“.

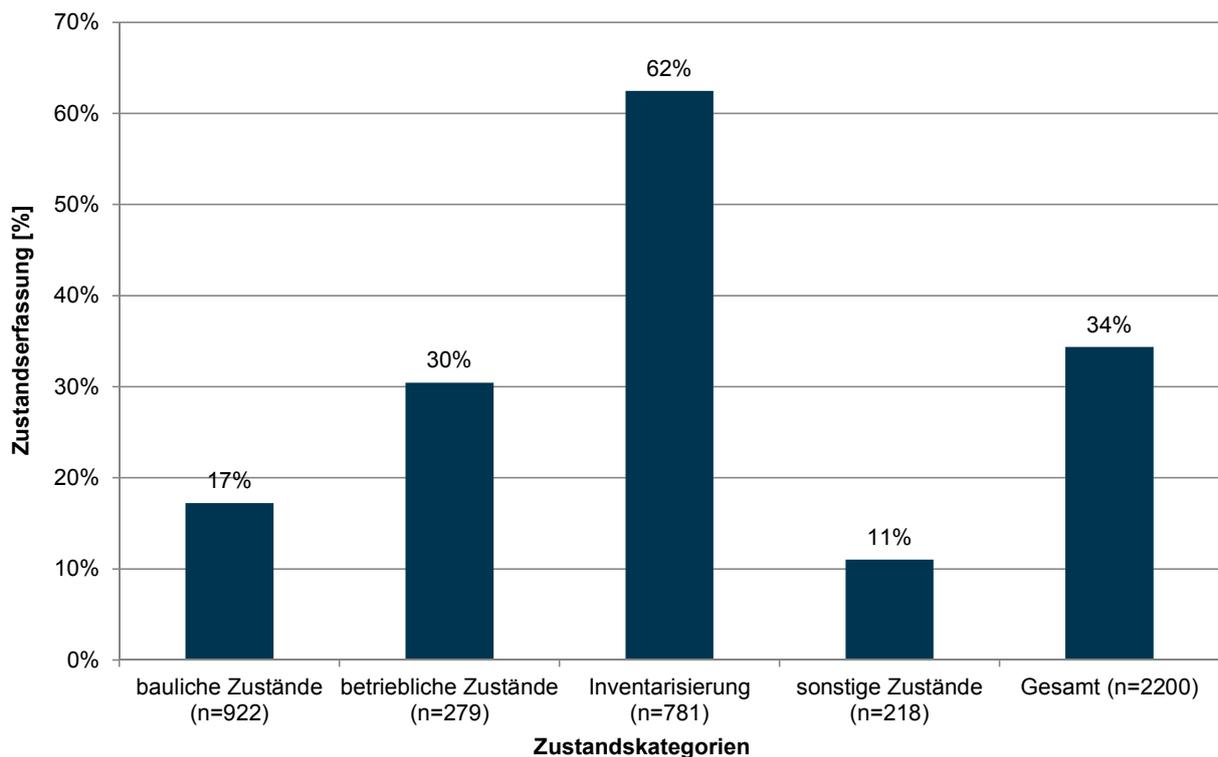


Abbildung 60 - Zustandserfassung Elektronischer Spiegel ohne Anwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12

Aufgeschlüsselt auf die einzelnen Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) ergeben sich über die gesamte Stichprobe aus den Untersuchungen der Jahre 2009/10/12 folgende Erkennungsraten:

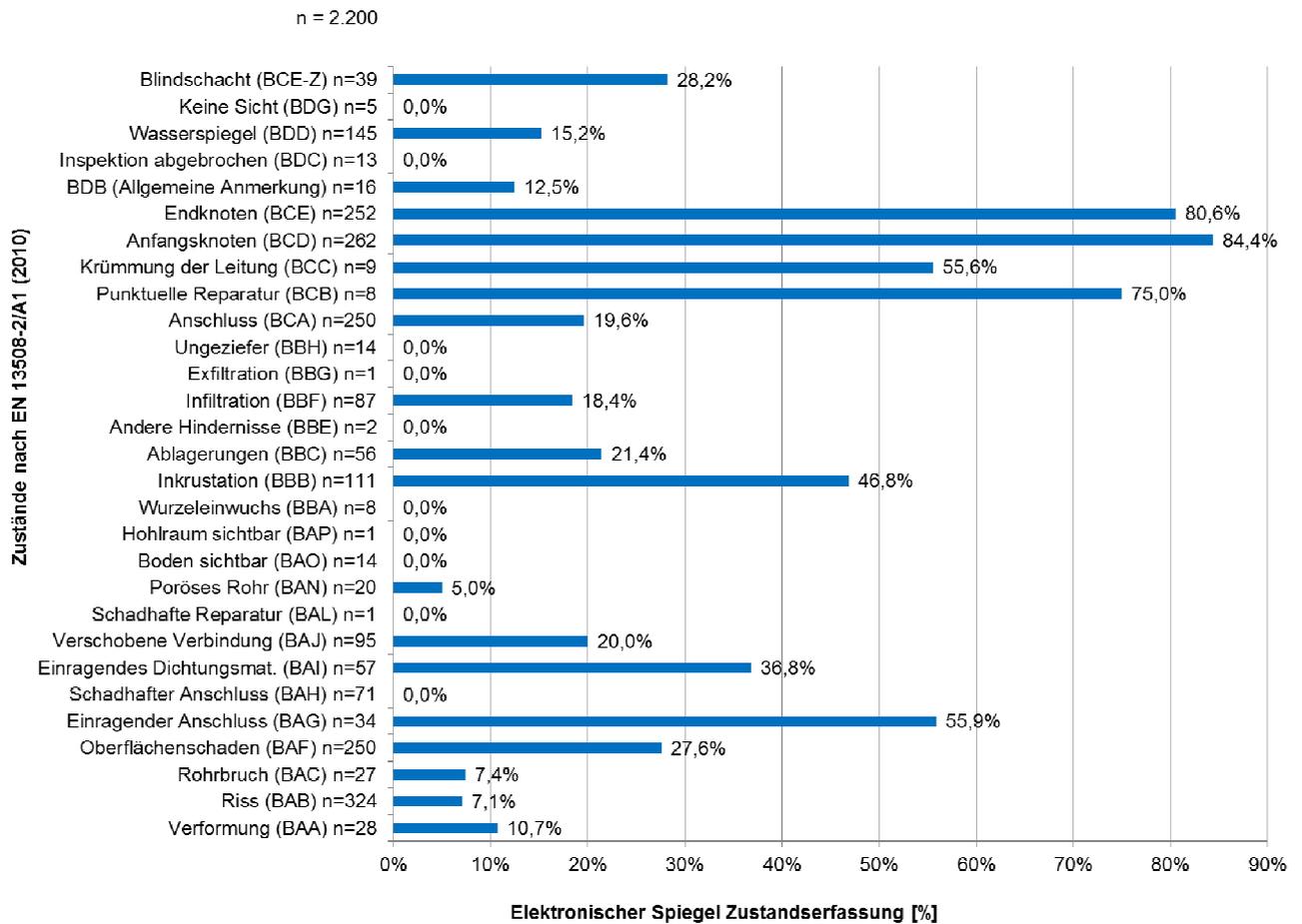


Abbildung 61 - Zustandserfassung Elektronischer Spiegel - Inspektionen ohne Anwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12

Bei den Inspektionen im Jahr 2011 wurden alle Haltungen mit jeweils beiden Spiegelmodellen inspiziert. Daher erfolgt hier die Auswertung für beide Modelle getrennt.

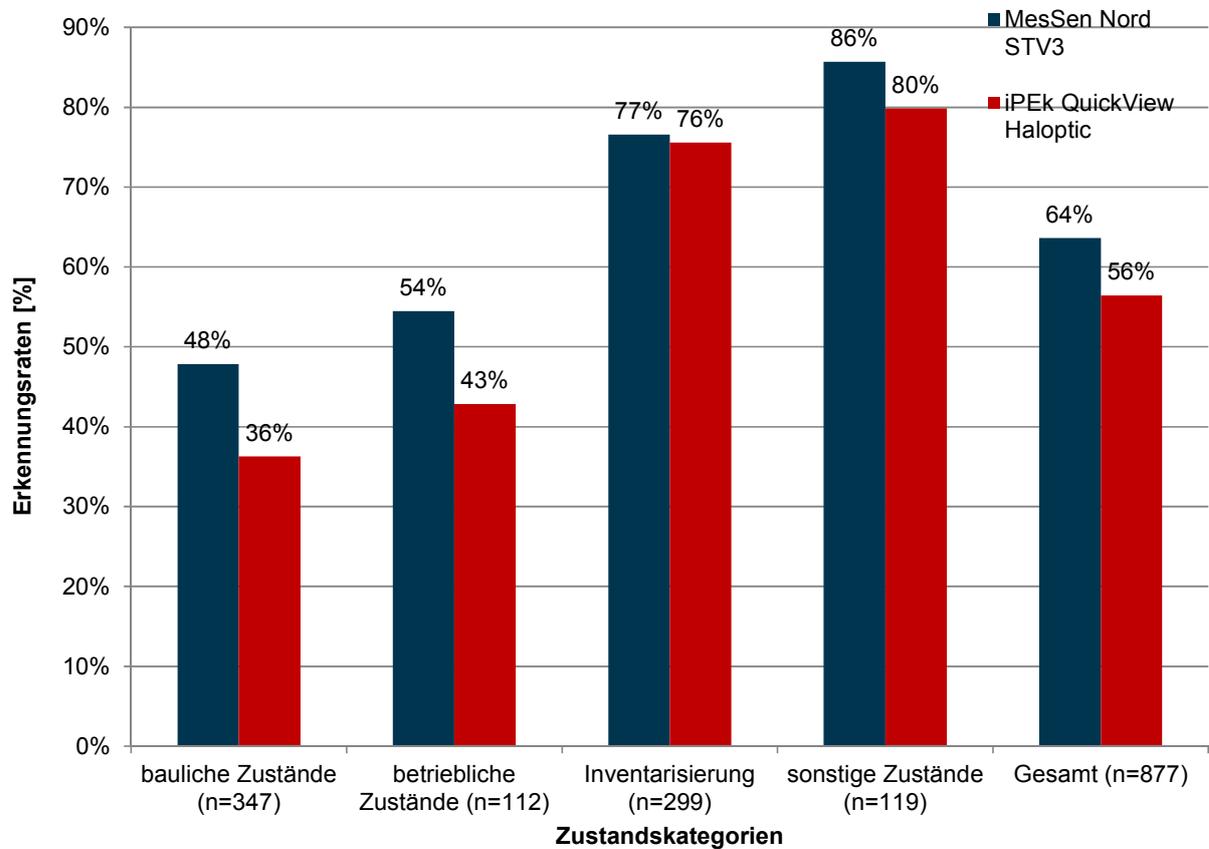


Abbildung 62 - Erfassungsraten elektronischer Spiegel 2011

Aufgeschlüsselt auf die einzelnen Zustände ergeben sich über die gesamte Stichprobe aus den Untersuchungen der Jahre 2011 für die einzelnen Spiegelmodelle folgende Erkennungsraten:

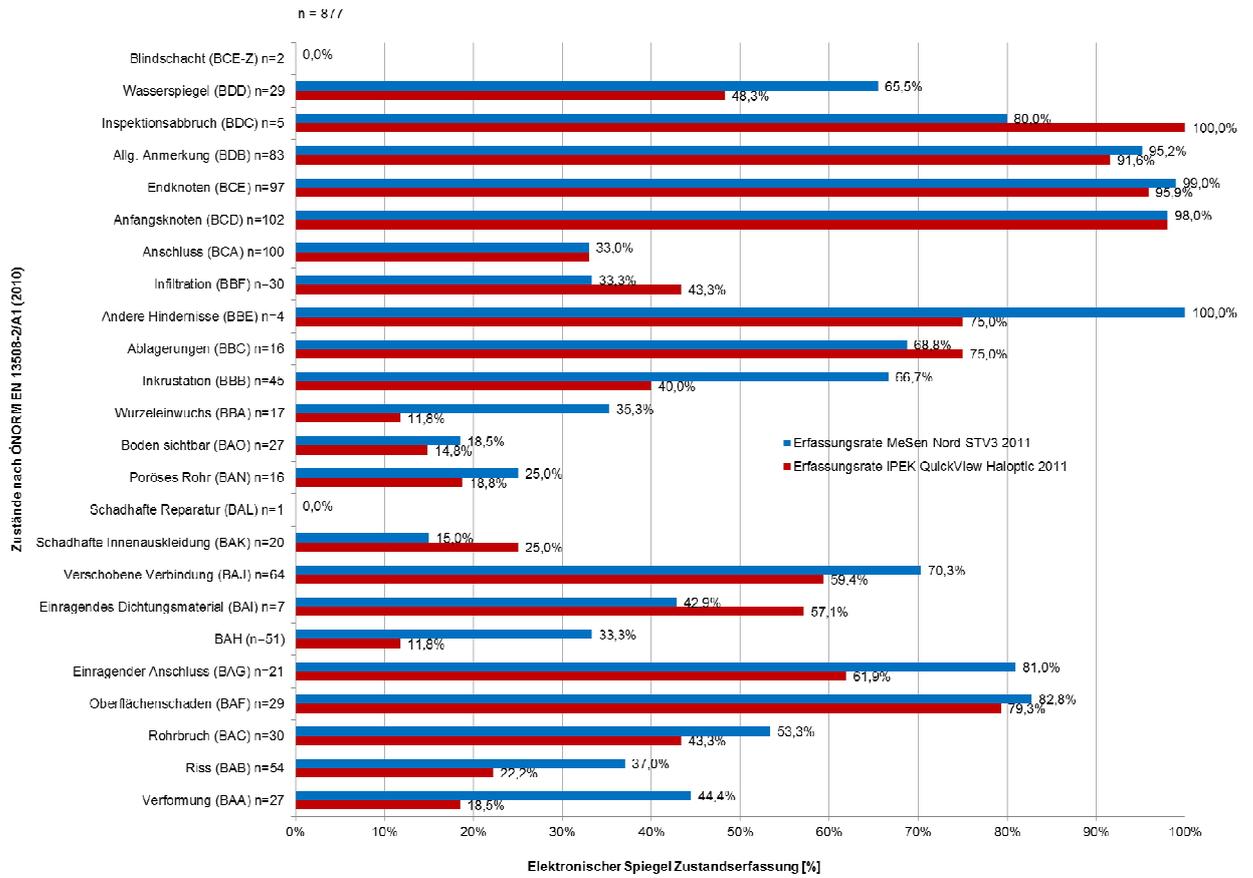


Abbildung 63 - Zustandserfassung nach Zustandskodierungen Inspektionen 2011

Da der Zustand Riss (BAB) in den Untersuchungen aus den Jahren 2009/10/12 außerordentlich häufiger auftrat als wie in der Untersuchungsstichprobe aus dem Jahr 2011, folgt eine genauere Betrachtung dieses Zustandes in den beiden Untersuchungsstichproben.

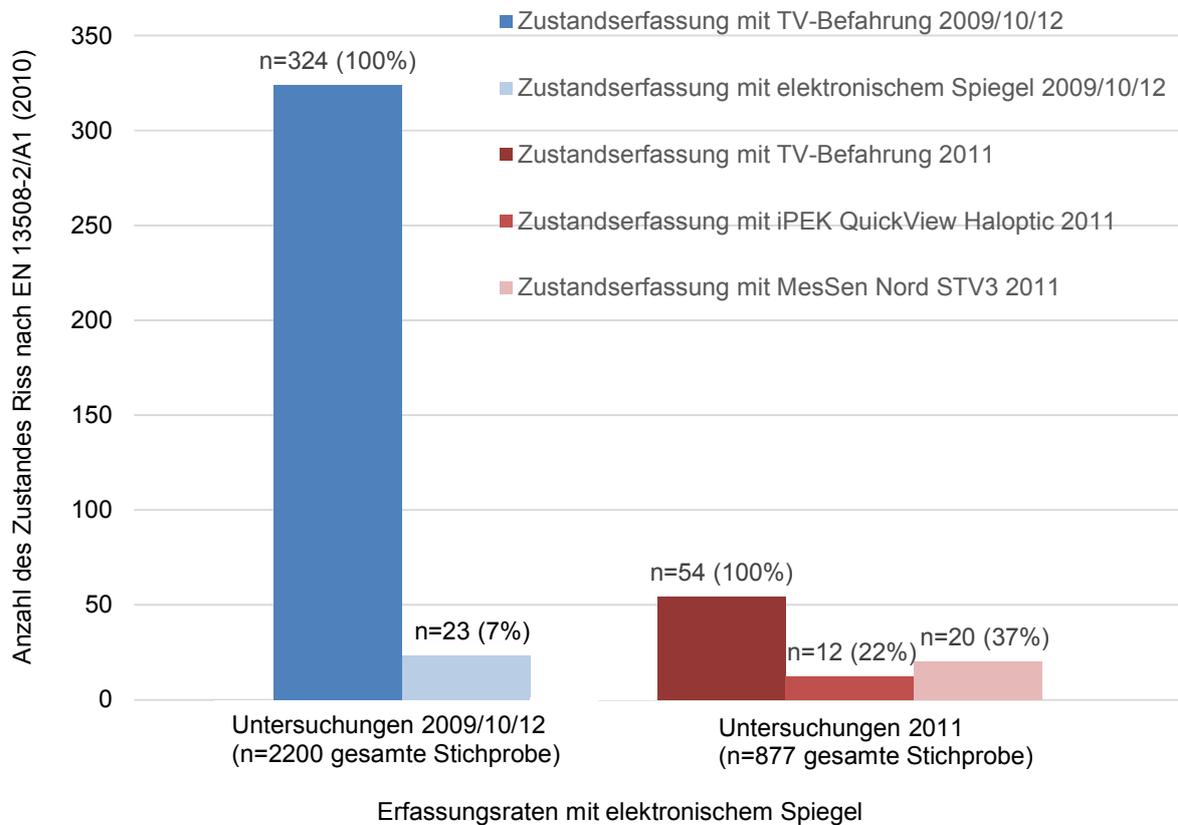


Abbildung 64 - Detailauswertung des Zustandes Riss (BAB)

Die in Punkt 4.5.4.5 beschriebenen Gründe für die Nichterkennung eines Zustandes mittels elektronischen Spiegel werden statistisch ausgewertet. Diese Gründe wurden nur für die größere Stichprobe aus den Inspektionsjahren 2009/10/12 untersucht.

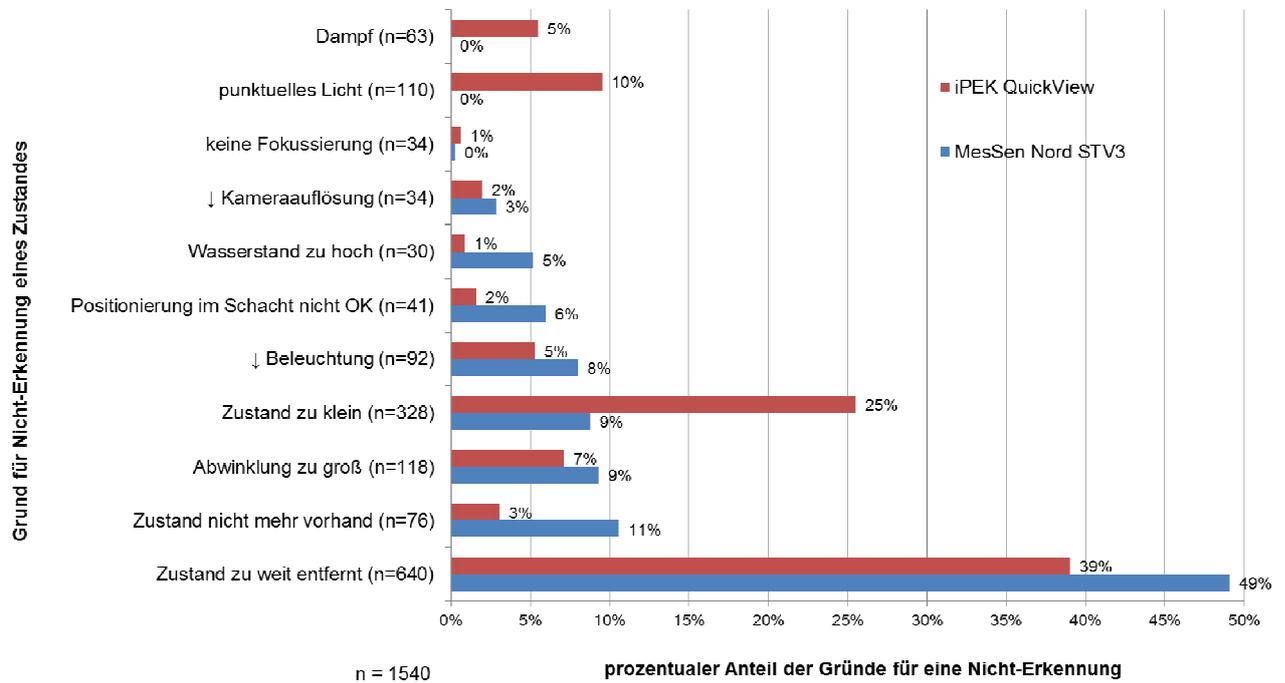


Abbildung 65 - Gründe für Nichterkennung der einzelnen Spiegelmodelle 2009/10/12

5.2.2 Erfassung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mit dem elektronischen Spiegel bei Anwendung von Zustandsgruppen

Für die einzeln aufgetretenen Zustände ergeben sich folgende Erfassungsraten des elektronischen Spiegels für die Inspektionsjahre 2009/10/12:

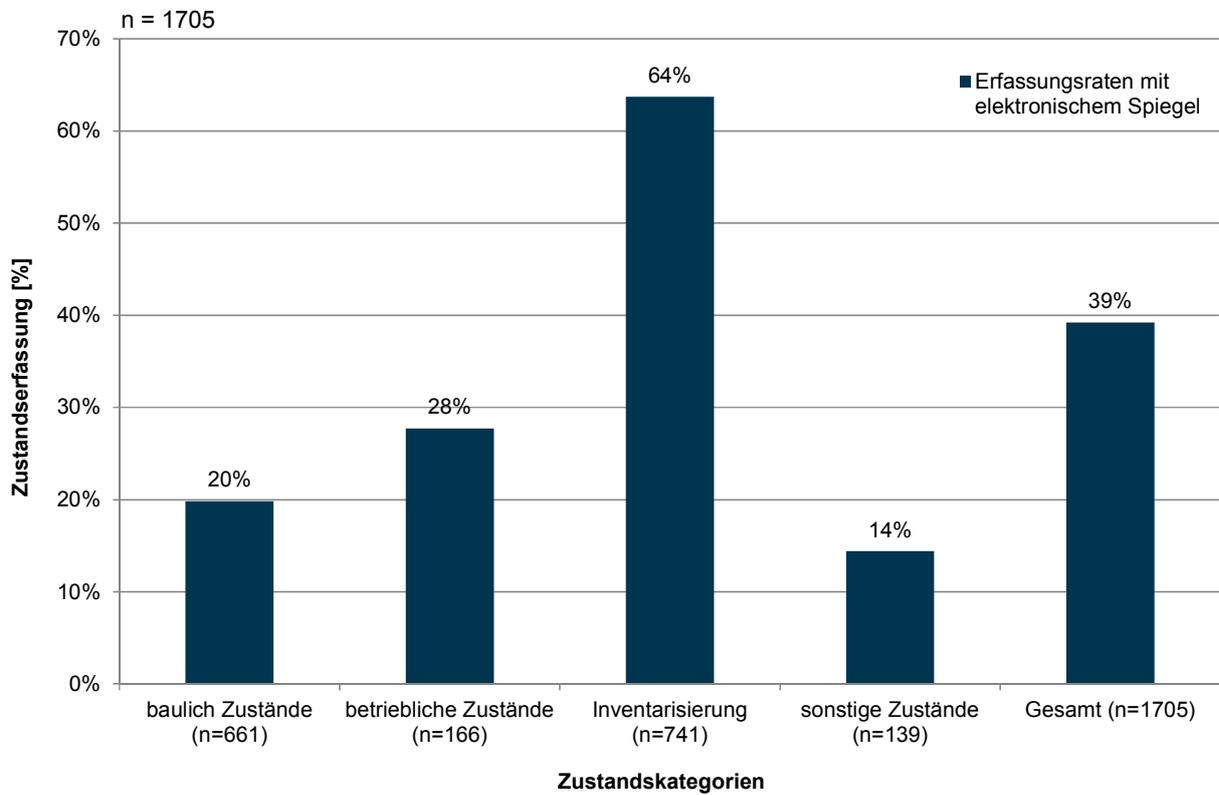


Abbildung 66 - Zustandserfassung der Einzelzustände mit Elektronischem Spiegel bei Anwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12

Aufgeschlüsselt auf die einzelnen Zustandskodierungen nach EN 13508-2/A1 (2010):

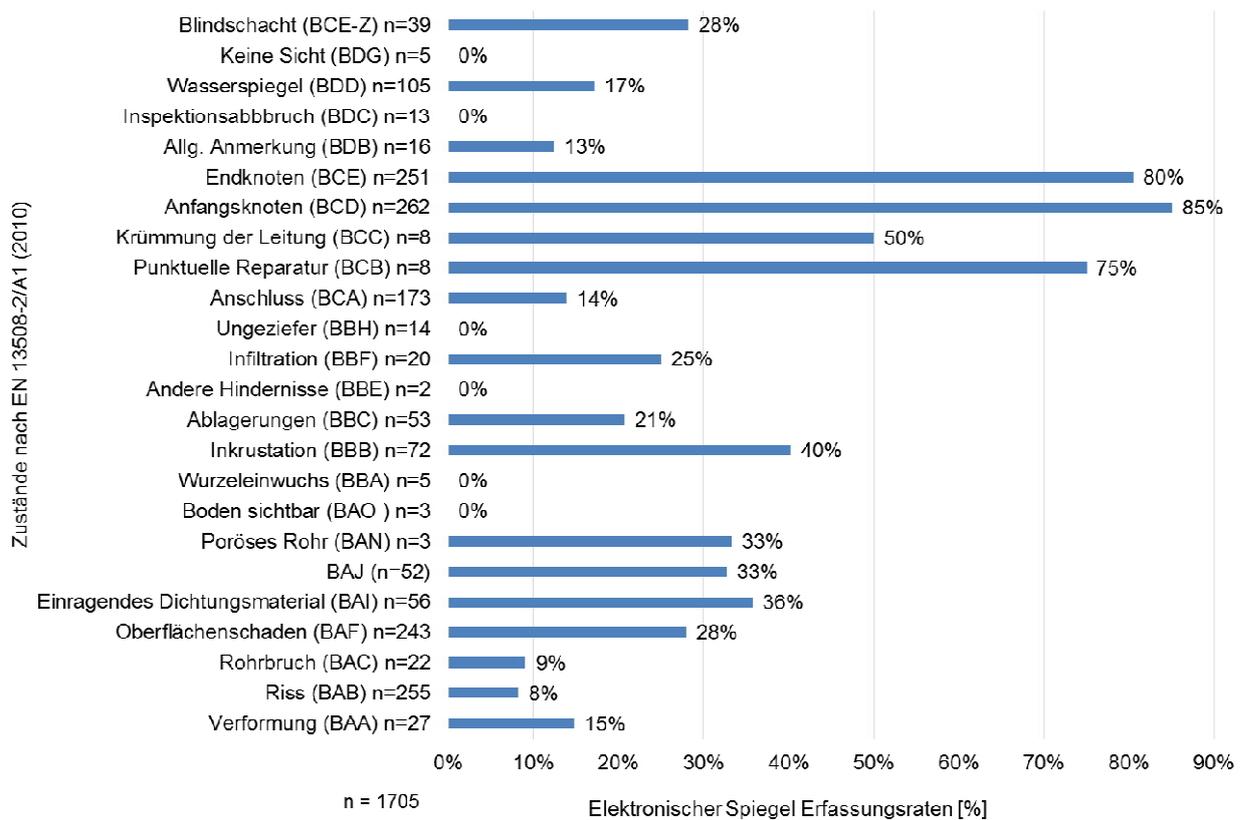


Abbildung 67 - Zustandserfassung der Einzelzustände nach Zustandskodierungen mit Elektronischem Spiegel bei Verwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12

Erfassungsraten der Zustandsgruppierungen für die Inspektionsjahre 2009/10/12:

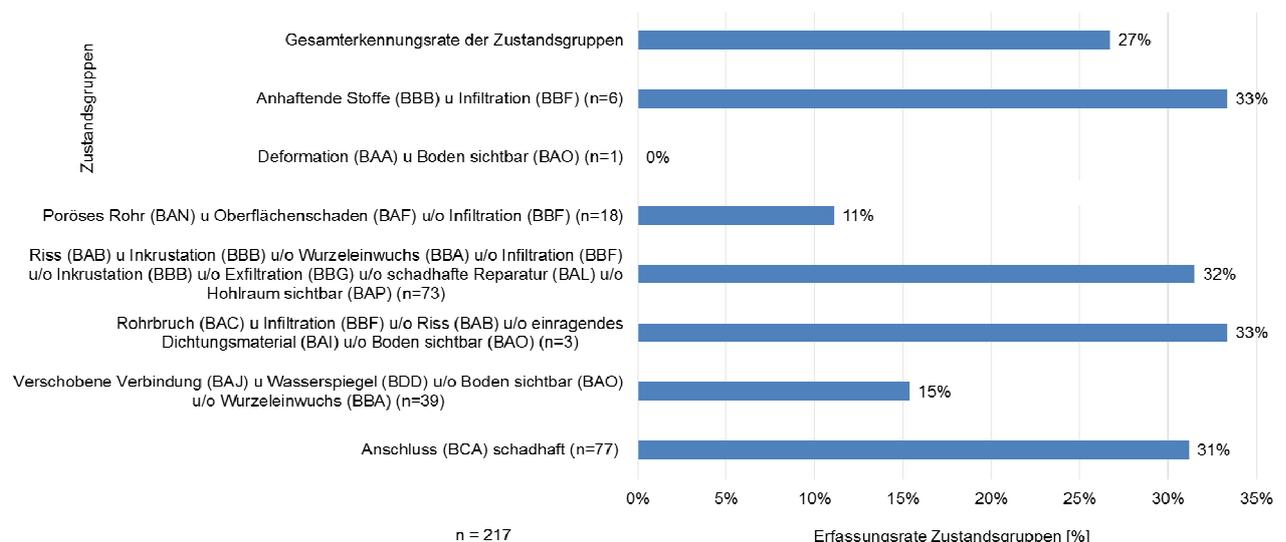


Abbildung 68 - Zustandserfassung der Zustandsgruppen mit Elektronischem Spiegel 2009/10/12

Für die einzeln aufgetretenen Zustände ergeben sich folgende Erfassungsraten der beiden elektronischen Spiegelmodelle für das Inspektionsjahr 2011:

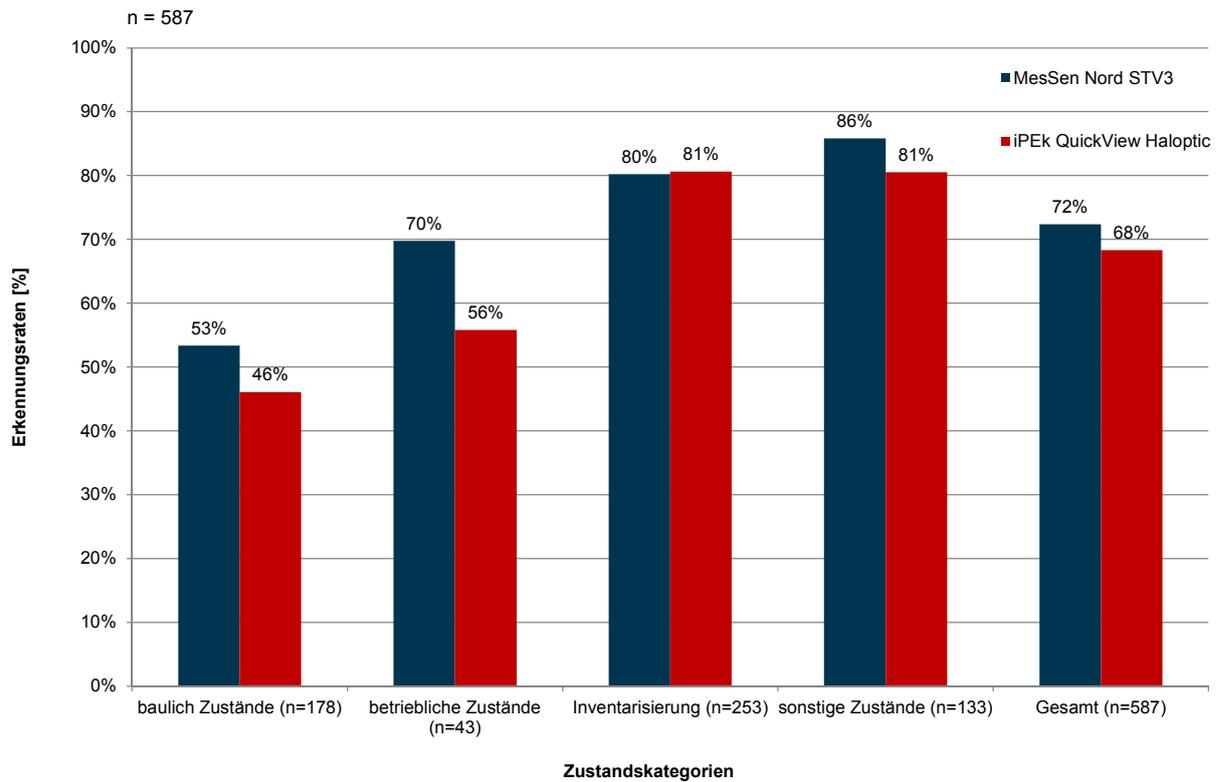


Abbildung 69 - Vergleich der Zustandserfassung der Einzelzustände mit beiden Spiegelmodellen bei Anwendung von Zustandsgruppen 2011

Folgend die Erfassungsraten der verbliebenen Einzelzustände mit beiden Spiegelmodellen für die Inspektionsstichprobe des Untersuchungsjahres 2011:

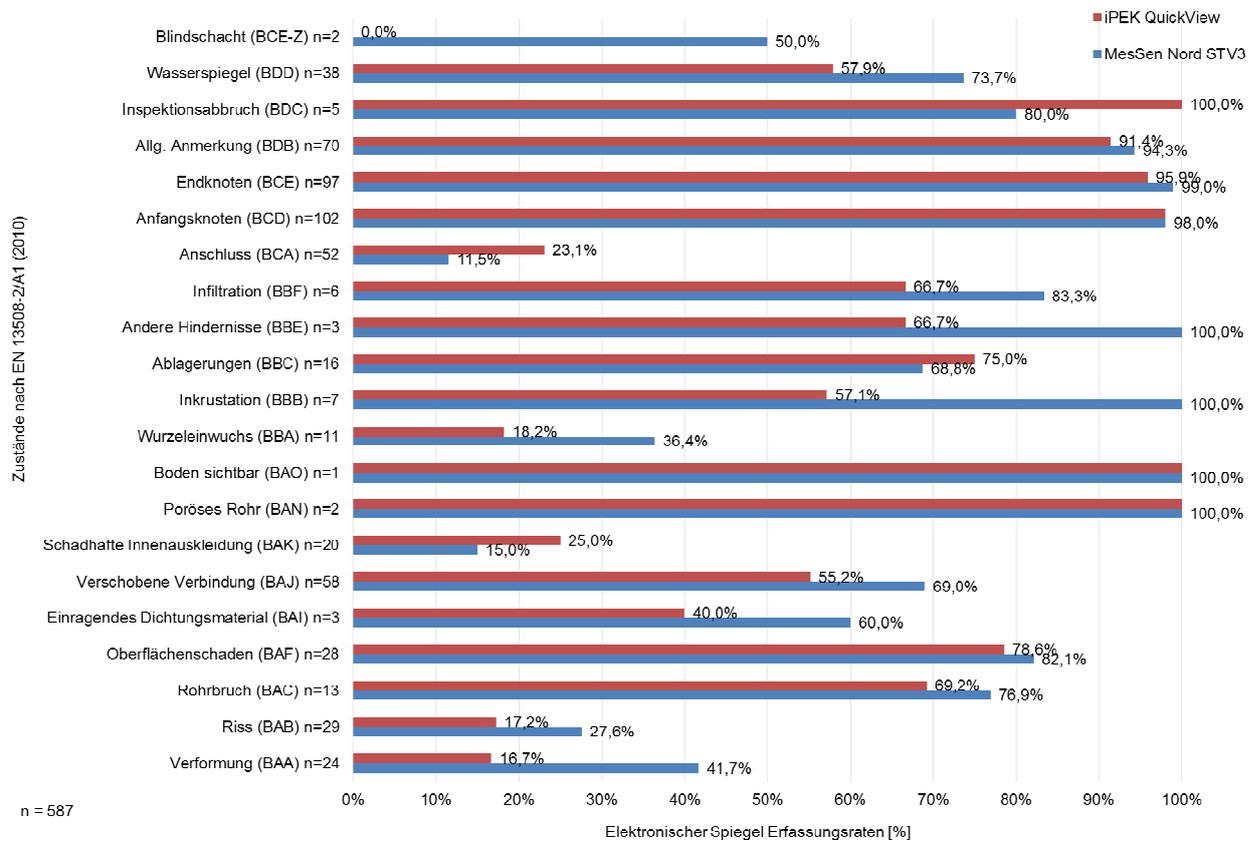


Abbildung 70 - Zustandserfassung der Einzelzustände nach Zustandskodierungen mit beiden Spiegelmodellen bei Anwendung von Zustandsgruppen 2011

Folgend die Erfassungsraten der Zustandsgruppierungen mit beiden Spiegelmodellen für die Inspektionsstichprobe des Untersuchungsjahres 2011:

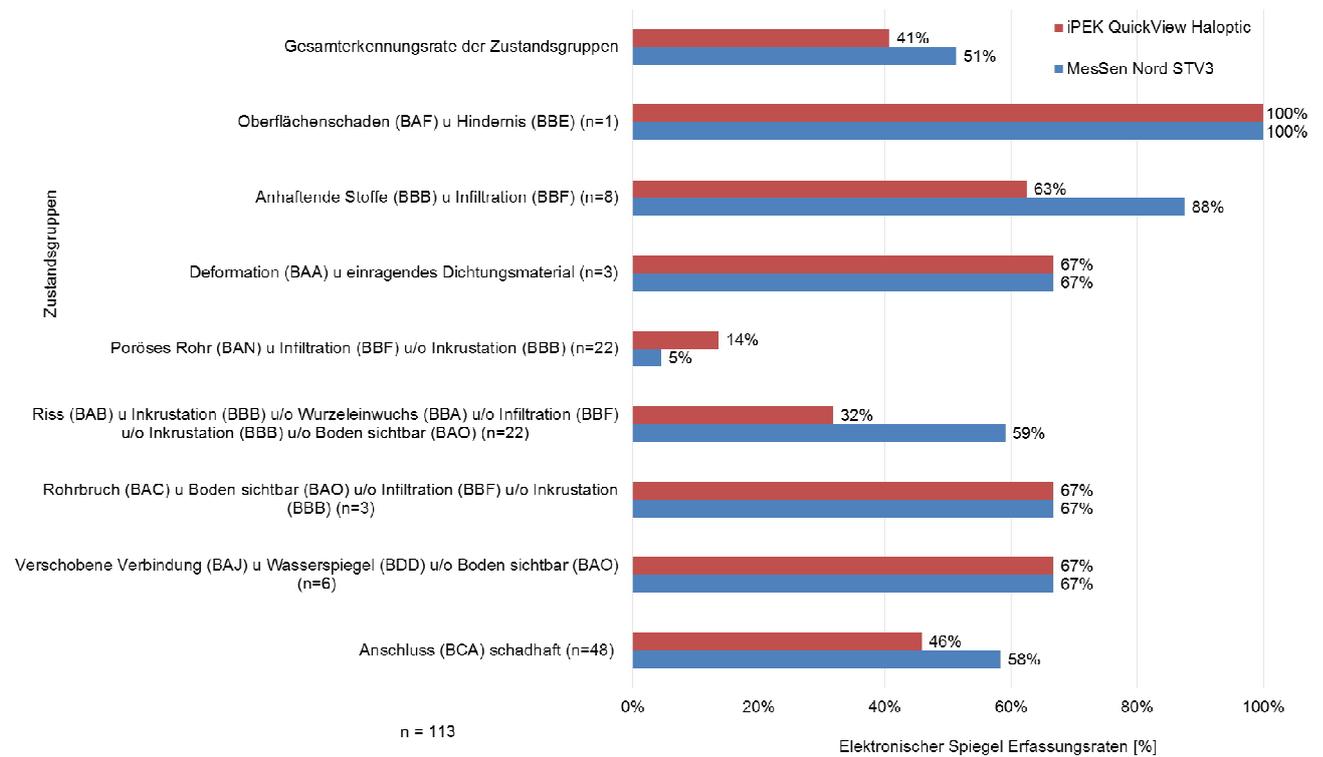


Abbildung 71 - Zustandserfassung der Zustandsgruppen mit den elektronischen Spiegelmodellen 2011

Da die Erkennungsraten aus den Inspektionsjahren 2009/10/12 deutlich geringer sind, als die aus dem Inspektionsjahr 2011, wurden nur bei diesen die Gründe für eine Nichterkennung der Zustandsgruppen genauer untersucht.

Tabelle 21 - Gründe für Nichterkennung der Zustandsgruppierungen

	Anschluss (BCA) schadhft (n=55)	Verschob. Verb. (BAJ) u Wasserspiegel (BDD) u/o Boden sichtbar (BAO) u/o Wurzeleinwuchs (BBA) (n=35)	Rohrbruch (BAC) u Infiltration (BBF) u/o Riss (BAB) u/o einr. Dichtung (BAI) u/o Boden sichtbar (BAO) (n=2)	Riss (BAB) u Inkrustation (BBB) u/o Wurzeleinwuchs (BBA) u/o Infiltration (BBF) u/o Inkrustation (BBB) u/o Exfiltration (BBG) u/o schadh. Rep. (BAL) u/o Hohlraum (BAP) (n=49)	Poröses Rohr (BAN) u Oberflächenschaden (BAF) u/o Infiltration (BBF) (n=18)	Def. (BAA) u Boden sichtbar (BAO) (n=1)	Anh. Stoffe (BBB) u Infiltra. (BBF) (n=4)
↓ Beleuchtung	2%	11%	0%	6%	0%	0%	0%
punktuelles Licht	4%	0%	0%	4%	0%	0%	0%
↓ Kameraauflösung	2%	6%	0%	0%	0%	0%	0%
Pos. im Schacht nicht OK	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%
Abwinklung zu groß	13%	17%	0%	4%	6%	100%	0%
Zustand zu klein	22%	3%	50%	29%	0%	0%	0%
Dampf	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wasserstand zu hoch	0%	6%	0%	2%	0%	0%	0%
Zustand zu weit entfernt	55%	46%	50%	55%	83%	0%	100%
Zustand n.m. vorhanden	2%	3%	0%	0%	11%	0%	0%

5.2.3 Änderungen der Erfassungsraten des elektronischen Spiegels durch die Anwendung von Zustandsgruppierungen

Für den Inspektionsumfang der Inspektionsjahre 2009/10/12 ändert sich die Erfassungsrates des elektronischen Spiegels aller Zustände bei Anwendung von Zustandsgruppierungen wie folgt:

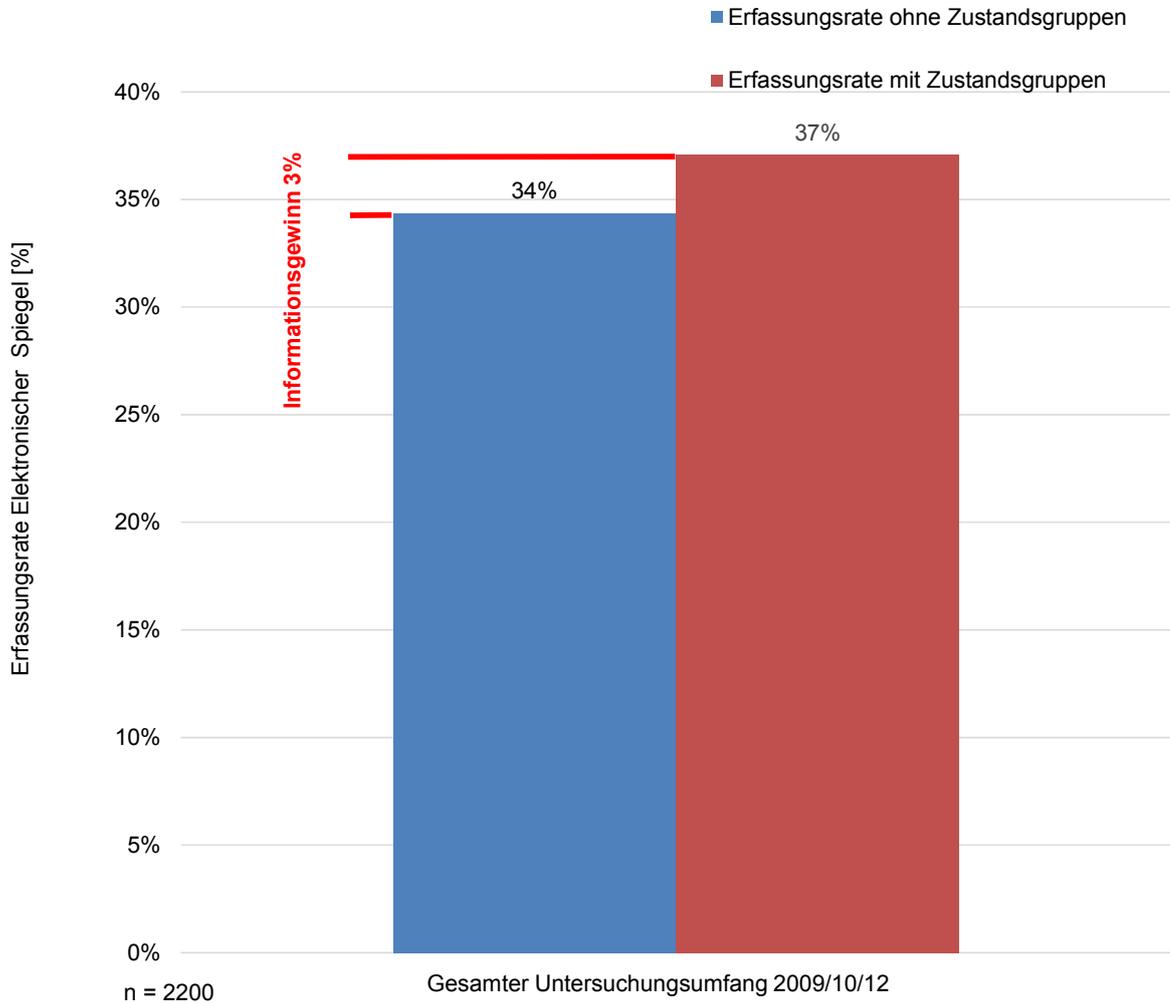


Abbildung 72 - Änderung der Erfassungsrates des elektronischen Spiegels bei Anwendung von Zustandsgruppen Untersuchungsumfang 2009/10/12

Für den Inspektionsumfang des Jahres 2011 ergaben sich, aufgeteilt auf beide verwendete Spiegelmodelle, folgende Änderungen der Erfassungsraten bei der Anwendung von Zustandsgruppierungen:

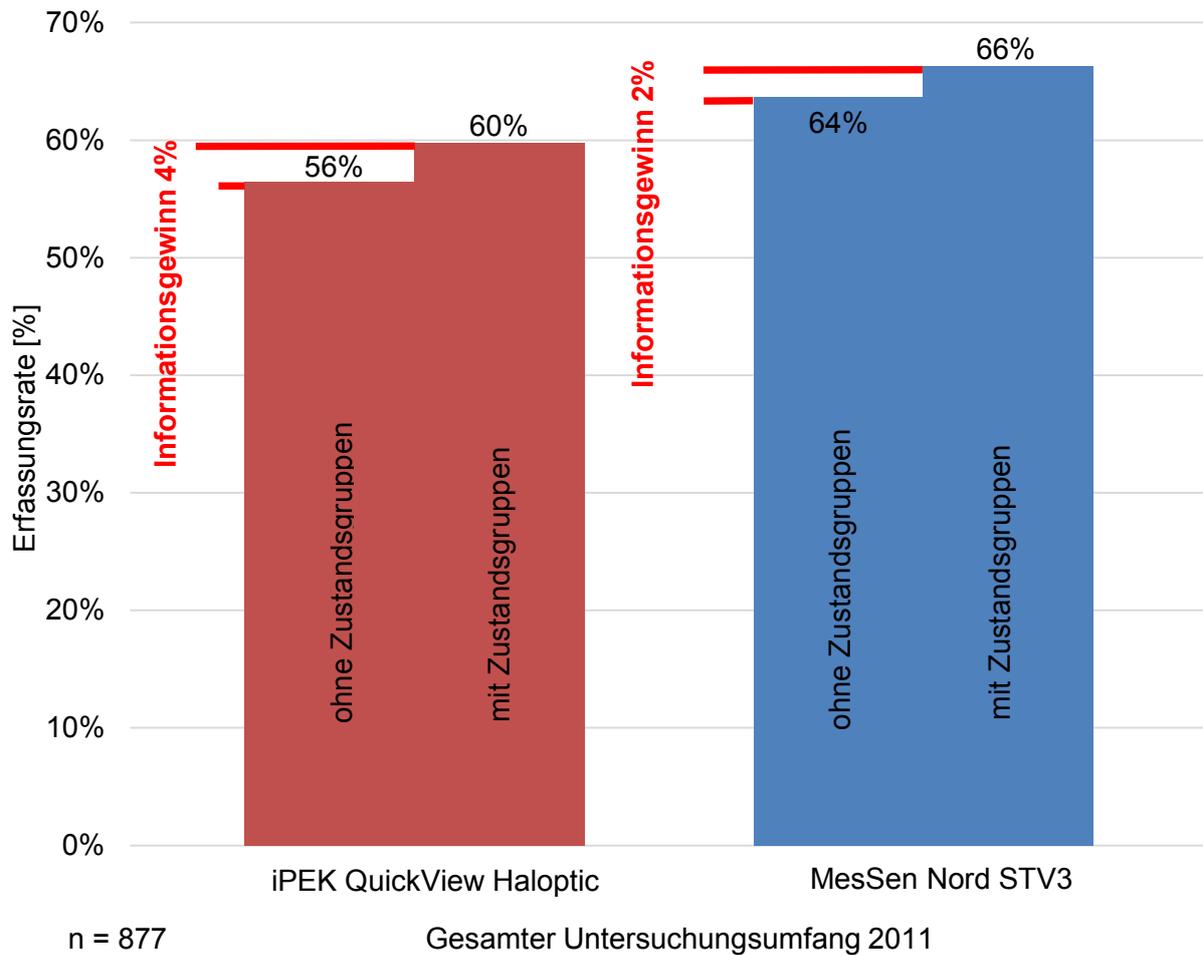


Abbildung 73 - Änderung der Erfassungsraten der elektronischen Spiegelmodelle bei Anwendung von Zustandsgruppen Untersuchungsumfang 2011

5.2.4 Ablagerungshöhen

Die Ablagerungshöhen werden entsprechend ihres Füllgrades der Haltung in % des Haltungsquerschnittes ausgewertet. Der Verschmutzungsgrad „0% - 2,5%“ entspricht einer nicht verunreinigten Haltung.

Bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2011 wurden die Ablagerungshöhen nicht erfasst.

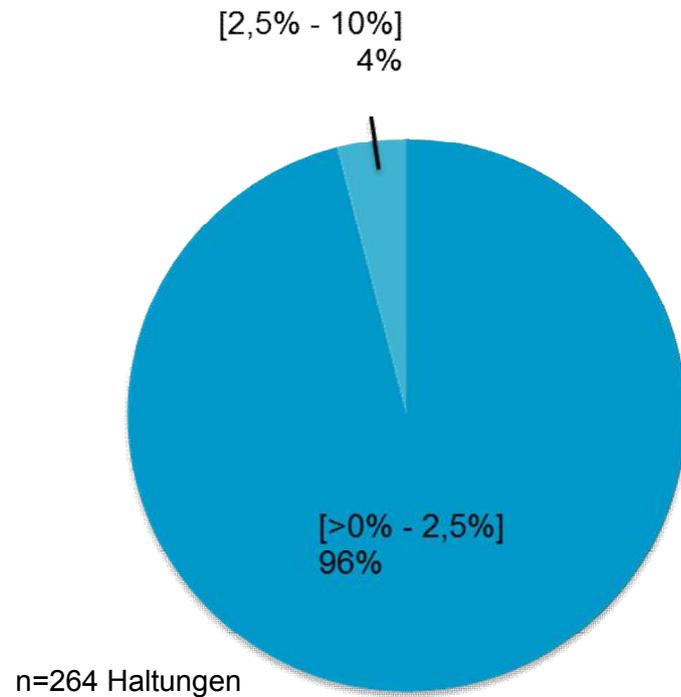


Abbildung 74 - Ablagerungshöhen 2009/10/12

6. Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Es werden die Ergebnisse der TV-Befahrungen, der Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel und die Änderungsrate der Zustandserfassung bei Anwendung von Zustandsgruppierungen interpretiert. Anschließend werden die Ergebnisse der erfassten Ablagerungshöhen betrachtet.

6.1 Häufigkeitsverteilung der Zustände in den untersuchten Haltungen

Die Erfassung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mittels TV-Befahrungen zeigen, dass über den gesamten Untersuchungsumfang die Zustände in den Haltungen zu jeweils ungefähr einem Drittel aufgeteilt sind auf bauliche Zustände (40 %), Inventarisierungen (33 %) und betriebliche Zustände (ca. 13 %) zusammen mit sonstigen Zuständen (14 %). Bei näherer Betrachtung der einzelnen Zustände, die ein bauliches oder betriebliches Problem darstellen, traten am häufigsten folgende Zustände in den Haltungen auf:

- Risse (12%)
- Oberflächenschäden (9%)
- Verschobene Verbindungen (5%)
- Inkrustationen (5%)
- Infiltrationen (4%)
- Schadhafte Anschlüsse (4%)

6.2 Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel ohne der Anwendung von Zustandsgruppen

Bei den Untersuchungen aus den Jahren 2009/10/12 wurden mit den unterschiedlichen Spiegelmodellen nicht dieselben Haltungen inspiziert, daher lassen sich die elektronischen Spiegelmodelle hier nicht direkt vergleichen. Es können jedoch allgemeine Aussagen über die Zustandserfassungsraten mit elektronischen Spiegeln getroffen werden. Insgesamt konnten unabhängig vom Spiegelmodell 34% der 2200 Zustände innerhalb der Untersuchungsstichprobe erkannt werden. Dabei konnten Inventarisierungen mit 62% am häufigsten erkannt werden. Betriebliche Zustände konnten zu 30% erfasst werden. Die Erkennungsrate bei baulichen Zuständen beträgt 17%. Sonstige Zustände (Materialwechsel - BDB, Grund für Inspektionsabbruch - BDC, Wasserspiegel - BDD und Wasserspiegel wegen dem keine Sicht bei der TV-Befahrung möglich war - BDG) konnten zu 11% erkannt werden. Abbildung 61 zeigt diese Erkennungsraten aufgeschlüsselt auf die einzelnen Zustände.

Betrachtet man die baulichen Zustände, so fällt auf, dass einragendes Dichtungsmaterial (BAI) zu mehr als 35%, und einragende Anschlüsse zu mehr als 55% erkannt werden konnten. Dies bestätigt die Annahme, dass querschnittsreduzierende Zustände relativ einfach mit dem elektronischen Spiegel erkannt werden können. Hingegen sind die Erkennungsraten von Rissen (BAB), Rohrbrüchen (BAC) und schadhafte Anschlüsse (BAH) geringer als 10%. Dies liegt zumeist daran, dass diese Zustände zu klein sind, um mit dem elektronischen Spiegel erkannt werden zu können. Verschobene Verbindungen (BAJ) konnten zu 20% erkannt werden. Bei den restlichen baulichen Zuständen ist die Stichprobe zu gering (<30 Zustände) um exakte Aussagen über deren Erfassung treffen zu können.

Bei Betrachtung der betrieblichen Zustände lässt sich erkennen, dass Inkrustationen (BBB) zu mehr als 45% identifiziert werden konnten. Ist die Inkrustation querschnittsreduzierend lässt sie sich einfach mit dem elektronischen Spiegel erfassen, jedoch waren in den hier vorliegenden Untersuchungen eine Vielzahl der Inkrustationen zu klein, um erfasst werden zu können. Des

Weiteren waren Sichtbehinderungen durch Abwinkelungen Grund für eine Nicht-Erkennung von Inkrustationen. Ablagerungen wurden zu mehr als 20% erfasst, da jedoch teilweise erhebliche Zeiträume zwischen den TV-Befahrungen und der Inspektion mit dem elektronischen Spiegel liegen, kann nicht sichergestellt sein, dass diese Ablagerungen zum Zeitpunkt der Spiegelinspektionen immer noch existierten. Durch zwischenzeitliche (Selbst-)Reinigung könnten diese schon entfernt worden sein. Daher ist die Auswertung dieses Zustandes nicht repräsentativ für die Zustandserfassung des elektronischen Spiegels. Das gleiche gilt für den Zustand Infiltration (BBF) von welchem ca. 15% erfasst werden konnten. Durch schwankende Grundwasserstände könnten einige dieser Infiltrationen zum Zeitpunkt der Spiegelinspektionen nicht mehr vorhanden gewesen sein.

Die inventarisierten Anschlüsse (BCA) konnten zu rund 20% mit dem Spiegel erfasst werden. Ist ein Anschluss nicht einragend, so ist eine Erfassung mit dem Spiegel schwierig. Blindschächte (BCE-Z) wurden zu mehr als 25% erfasst. Hier wurde eine Erfassung zumeist durch zu große Abwinkelungen bzw. einer zu großen Entfernung bei längeren (>30m) Haltungen unmöglich gemacht.

In der Kategorie der sonstigen Zustände konnten abschnittsweise Wasserstände innerhalb der Haltung (BDD) zu 15% erfasst werden. Hier besteht jedoch das gleiche Problem wie bei Ablagerungen und Infiltrationen. Durch den teilweise langen Zeitraum zwischen TV-Befahrung und Spiegelinspektion könnten sich diese Zustände schon verändert haben, bzw. verschwunden sein. Der Kode Allgemeine Anmerkungen (BDB) bezieht sich bei diesen Untersuchungen auf einen Materialwechsel innerhalb der Haltung. 12,5% der insgesamt 16 Zustände konnten mit dem elektronischen Spiegel erfasst werden.

Betrachtet man die Erkennungsraten bei den Inspektionen aus dem Jahr 2011, so liegt hier die allgemeine Erkennungsrate eines elektronischen Spiegels bei ca. 60%. Sonstige Zustände konnten hier zu ca. 80% erkannt werden (wobei sich hier der Zustand Allgemeine Anmerkung (BDB) auf den Anschluss zwischen Schacht und Haltung bezieht) und Inventarisierungen zu ca. 75%. Mit dem Modell MesSen Nord STV3 konnten betriebliche Zustände zu ca. 55% und bauliche Zustände zu ca. 50% erkannt werden. Bei dem Modell iPEK QuickView liegt die Erkennungsrate bei betrieblichen Zuständen bei 40% und bei baulichen Zuständen bei 35%. Diese Werte lassen sich nicht direkt mit den Zustandserfassungswerten aus den Inspektionsjahren 2009/10/12 vergleichen, da einerseits die Stichprobe bei den Inspektionen aus dem Jahr 2011 um mehr als die Hälfte geringer ist, und andererseits bei den Untersuchungen aus den Jahren 2009/10/12 die Inspektion nicht immer von beiden Haltungsschächten aus erfolgte, sondern (realitätsgetreuer) nur bei 2/3 der Haltungen. Des Weiteren traten bei der Untersuchungsstichprobe aus den Jahren 2009/10/12 deutlich mehr Risse auf als in der Untersuchungsstichprobe aus dem Jahr 2011, was in Abbildung 64 verdeutlicht wird. Dadurch, dass die Zustandserfassung von Rissen mittels elektronischem Spiegel meist nicht möglich ist, da diese oft zu klein sind, fällt die Gesamterfassungsrate aus der Untersuchungsstichprobe 2009/10/12 (34%) deutlich geringer aus, als jene aus der Stichprobe 2011 (60%). In der Stichprobe 2009/10/12 traten bei insgesamt 2200 Zuständen 324 Risse auf, wovon ca. 7% mit dem elektronischen Spiegel erkannt werden konnten. Hingegen traten bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2011 bei insgesamt 877 Zuständen nur 54 Risse auf, welche zu ca. 22% (iPEK QuickView Haloptic) bzw. zu ca. 37% (MesSen Nord STV3) erfasst werden konnten.

Die Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel hängt sehr stark von dem verwendeten Spiegelmodell und dessen technischen Spezifikationen ab. So sind die Art der Ausleuchtung, die Kameraauflösung und die Stärke des Zooms bei verschiedenen Modellen stark unterschiedlich. Da bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2011 dieselben Haltungen mit zwei unterschiedlichen Modellen untersucht wurden, die über verschiedene Arten der Ausleuchtung verfügen, lässt sich der Einfluss des verwendeten elektronischen Spiegels deutlich sehen. Das Modell iPEK QuickView (Haloptic) nutzt eine punktuelle Beleuchtung mittels Lichtsäule, wobei hingegen das Modell MesSen Nord STV3 eine Haltung flächig ausleuchtet. Dadurch ist bei dem Modell der Firma iPEK eine weitere Sicht in die Haltung möglich, das Modell der Firma MesSen

Nord leuchtet hingegen die Rohrwandung besser aus, bei jedoch insgesamt geringerer Sichtweite.

Abbildung 63 zeigt den direkten Vergleich in der Zustandserfassung der beiden Spiegelmodelle. Dabei fielen folgende Punkte auf:

- Verformungen (BAA) und verschobene Verbindungen (BAJ) lassen sich mit der flächigen Ausleuchtung des Modells MesSen Nord STV3 signifikant häufiger erkennen.
- Dies gilt auch für Risse (BAB) an der Rohrwandung, Rohrbrüche (BAC) und schadhafte Anschlüsse (BAH).
- Die Erfassungsrate von Inkrustationen liegt beim Modell MesSen Nord STV3 um ca. 25% höher als beim Modell iPEK QuickView. Inkrustationen die nicht einragend sind, sondern nur an der Rohrwandung, beispielsweise in einem Riss, lassen sich mit der flächigen Ausleuchtung häufiger erfassen.
- Bei den restlichen Zuständen zeichnen sich keine signifikanten Unterschiede ab, oder die Stichprobe ist zu gering (<30 Zustände) für exakte Aussagen. Schwankungen in den Erkennungsraten liegen hier auch bei den allgemeinen Einsatzbedingungen (axialsichtige Inspektion, richtiges Positionieren der Inspektionsstange,...) einer Inspektion mit dem elektronischen Spiegel und müssten individuell für jede Haltungsinspektion betrachtet werden.

Da am Markt derzeit auch schon elektronische Spiegel mit HD-Auflösung und einer Kombination von punktueller und flächiger Beleuchtung verfügbar sind, würde die Zustandserfassung bei Verwendung solcher Modelle wahrscheinlich höhere Erkennungsraten liefern.

Bei den Gründen für eine Nichterkennung eines Zustandes herrscht vor, dass ein Zustand zu weit innerhalb der Haltung liegt, als dass eine einwandfreie Erkennung mit einem elektronischen Spiegel möglich wäre. Rund 45% der Nichterkennungen sind dadurch begründet. Die Ursachen hierfür liegen in einer Kombination einer zu schwachen Ausleuchtung, zu geringer Kamera-Auflösung und einem zu kleinen Zustand. Während den Untersuchungen trat dieses Problem in der Regel ab einer Entfernung vom Schacht von ca. 25 m auf. Bei dem Modell iPEK QuickView (Haloptic) wurde diese Begründung um rund 10% weniger häufig angegeben, was an der punktuellen Lichtsäule dieses Modells liegt. Dadurch wurde generell ein weiterer Blick innerhalb der Haltung möglich, und in die Haltung einragende Zustände konnten auch in größeren Entfernungen als 25 m erfasst werden.

Bei dem Modell iPEK QuickView (Haloptic) ist bei ca. 25% der nicht erkannten Zustände die Begründung, dass der jeweilige Zustand zu klein war. Dies ist bei dem Modell MesSen Nord STV3 bei ca. 10% der nicht erkannten Zustände der Fall. Dies lässt sich wiederum durch die unterschiedliche Art der Ausleuchtung begründen. Durch die flächige Ausleuchtung des MesSen Nord Modells lassen sich feine Strukturen an der Rohrwandung leichter erkennen.

Weitere ca. 10% der nicht erkannten Zustände lassen sich bei beiden Modellen dadurch begründen, dass innerhalb der Haltung eine zu große Abwinkelung auftritt, welche eine weitere Sicht versperrt.

Eine zu geringe Kameraauflösung als Hauptgrund ist bei beiden Modellen nur zu rund 3% für eine Nichterkennung verantwortlich.

6.3 Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel bei der Anwendung von Zustandsgruppen

Hierbei wurden die Zustände des Untersuchungsumfangs in Einzelzustände und in Zustände die als Gruppe auftraten unterteilt. Bei den Untersuchungen ohne Bildung von Zustandsgruppen wurden alle Zustände als Einzelzustände aufgefasst. Es ändert sich daher der

Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Stichprobenumfang an Einzelzuständen für die Inspektionsjahre 2009/10/12 von 2200 Einzelzustände auf 1705, und im Inspektionsjahr 2011 von 877 auf 587 Zustände.

Die Erfassungsraten des elektronischen Spiegels für die Einzelzustände bleiben im Grunde gleich, die Änderungen in den numerischen Werten ergeben sich nur aufgrund einer Verkleinerung des Stichprobenumfangs. Auch bleiben hier die Gründe für eine Nichterkennung dieselben.

Zustände die nicht zu den Einzelzuständen gezählt werden, wurden zu Gruppen zusammengefasst und deren Erfassungsraten mit dem elektronischen Spiegel untersucht. Dabei musste nur ein Teil der Zustandsgruppe erkannt werden um als erfasst zu gelten.

Für die Inspektionsjahre 2009/10/12 wurden insgesamt 217 Gruppen gebildet was 495 Zuständen entspricht. Diese zeigt Tabelle 22.

Tabelle 22 - Zustandsgruppen Inspektionsjahre 2009/10/12

Anschluss (BCA) schadhaft (n=77)	schadhaft (BCA + BAH)	32
	einragend (BCA + BAG)	9
	schadhaft und einragend (BCA + BAH + BAG)	24
	schadhaft und Infiltration (BCA + BAH + BBF)	4
	schadhaft und Riss (BCA + BAH + BAB)	2
	schadhaft und Inkrustation (BCA + BAH + BBB)	1
	schadhaft und Boden sichtbar (BCA + BAH + BAO)	2
	schadhaft, einragend und Boden sichtbar (BCA + BAH + BAG + BAO)	1
	schadhaft, Riss, Inkrustation und Infiltration (BCA + BAH + BAB + BBB + BBF)	1
	schadhaft, Rohrbruch, Boden sichtbar und Infiltration (BCA + BAH + BAC + BAO + BBF)	1
Verschobene Verbindung (BAJ) (n=39)	Wasserspiegel (BAJ + BDD)	37
	Boden sichtbar (BAJ + BAO)	1
	Boden sichtbar und Wurzeleinwuchs (BAJ + BAO + BBA)	1
Rohrbruch (BAC) (n=3)	Infiltration (BAC + BBF)	1
	Riss (BAC + BAB)	1
	einragendes Dichtungsmaterial und Boden sichtbar (BAC + BAI + BAO)	1
Riss (BAB) (n=73)	Inkrustation (BAB + BBB)	15
	Wurzeleinwuchs (BAB + BBA)	1
	Infiltration (BAB + BBF)	39
	Infiltration und Inkrustation (BAB + BBF + BBB)	16
	Infiltration, Inkrustation und Exfiltration (BAB + BBB + BBG)	1
	schadhafte Reparatur und Hohlraum sichtbar (BAB + BAL + BAP)	1
Poröses Rohr (BAN) (n=18)	Oberflächenschaden (BAN + BAF)	6
	Infiltration (BAN + BBF)	12
Deformation (BAA) (n=1)	Boden sichtbar (BAA + BAO)	1
Anhaftende Stoffe (BBB) (n=6)	Infiltration (BBB + BBF)	6
GESAMT		217

Die Gesamterfassungsraten dieser Gruppen liegt bei 27%. Die Gruppen der schadhafte Anschlüsse konnten zu 31% erfasst werden, die der Risse zu 32%. Verschobene Verbindungen, zumeist in Kombination mit einem abschnittswiseen Wasserspiegel, wurden zu 15% erfasst. Rohrbrüche in Kombination mit anderen Schäden wurden zu 33% erfasst, wobei hier nur dreimal diese Gruppe auftrat. Die Gruppe eines porösen Rohres in Kombination mit einem Oberflächenschaden oder Infiltration wurde zu 11% erfasst. Anhaftende Stoffe in Kombination mit Infiltration konnten zu 33% erfasst werden, wobei hier nur sechsmal diese Gruppe gebildet werden konnte. Die Gruppe „Deformation + Boden sichtbar“ wurde nur einmal

gebildet, und konnte nicht mit dem elektronischen Spiegel erfasst werden. Diese kann daher vernachlässigt werden.

Hauptursache, warum eine Zustandsgruppe nicht mit dem elektronischen Spiegel erfasst werden konnte, ist, dass sich diese Zustände zu weit vom Schacht (in der Regel eine Entfernung ab ca. 25 m) entfernt befinden. Dies resultiert, wie bei der Betrachtung der Einzelzustände, in einer Kombination von zu geringer Ausleuchtung, zu kleinen Zuständen und einer ungenügenden Kameraauflösung. Die technischen Möglichkeiten der beiden Spiegelmodelle waren bei diesen Zustandserfassungen erschöpft. Weitere signifikante Gründe sind, dass Zustände bzw. Zustandsgruppen zu klein sind für eine Spiegelerfassung. Dies betrifft insbesondere die schadhafte Anschlüsse und Risse in Kombination mit weiteren Zuständen. In ca. 15% der Fälle waren bei der Erfassung von schadhafte Anschlüssen und verschobenen Verbindungen in Kombination mit weiteren Zuständen zu große Abwinkelungen innerhalb der Haltungen der Grund für eine Nichterkennung.

Für die Inspektionsjahre 2011 wurden insgesamt 113 Gruppen gebildet was 290 Zuständen entspricht. Diese sind in Tabelle 23 ersichtlich.

Tabelle 23 - Zustandsgruppen Inspektionsjahre 2011

Anschluss (BCA) schadhaft (n=48)	einragend (BCA + BAG)	6
	schadhaft (BCA + BAH)	9
	schadhaft und einragend (BCA + BAH + BAG)	3
	schadhaft und Rohrbruch (BCA + BAH + BAC)	1
	schadhaft und Wurzeleinwuchs (BCA + BAH + BBA)	3
	schadhaft und Boden sichtbar (BCA + BAH + BAO)	5
	schadhaft und Infiltration (BCA + BAH + BBF)	1
	Rohrbruch und Boden sichtbar (BCA + BAC + BAO)	1
	schadhaft und schadhafte Reparatur (BCA + BAH + BAL)	1
	schadhaft, Rohrbruch und Boden sichtbar (BCA + BAH + BAC + BAO)	6
	schadhaft, einragend und Boden sichtbar (BCA + BAH + BAG + BAO)	4
	schadhaft, einragend und Wurzeleinwuchs (BCA + BAH + BAG + BBA)	1
	schadhaft, einragend und Rohrbruch (BCA + BAG + BAC + BAH)	1
	schadhaft, einragend, Rohrbruch und Boden sichtbar (BCA + BAH + BAG + BAC + BAO)	5
	schadhaft, einragend, Boden sichtbar und Wurzeleinwuchs (BCA + BAG + BAO + BAH + BBA)	1
Verschobene Verbindung (BAJ) (n=6)	einragendes Dichtungsmaterial (BAJ + BAI)	1
	Wasserspiegel (BAJ + BDD)	4
	Boden sichtbar (BAJ + BAO)	1
Rohrbruch (BAC) (n=3)	Boden sichtbar (BAC + BAO)	2
	Inkrustation und Infiltration (BAC + BBB + BBF)	1
Riss (BAB) (n=22)	Inkrustation (BAB + BBB)	15
	Infiltration (BAB + BBF)	3
	Inkrustation und Infiltration (BAB + BBB + BBF)	3
	Wurzeleinwuchs und Boden sichtbar (BAB + BBA + BAO)	1
Poröses Rohr (BAN) (n=22)	Infiltration (BAN + BBF)	8
	Inkrustation (BAN + BBB)	12
	Inkrustation und Infiltration (BAN + BBB + BBF)	2
Deformation (BAA) (n=3)	einragendes Dichtungsmaterial (BAA + BAI)	3
Anhaftende Stoffe (BBB) (n=8)	Infiltration (BBB + BBF)	8
Oberflächenschaden (BAF) (n=1)	Hindernis (BAF + BBE)	1
GESAMT		113

Die Erfassungsraten der beiden Spiegelmodelle können hier direkt verglichen werden. Die Gesamterfassungsrate der Gruppen beträgt beim Modell iPEK QuickView Haloptic 41% und beim Modell MesSen Nord STV3 51%. Bei Betrachtung der Zustandsgruppen mit einem

Stichprobenumfang >20 Gruppen lassen sich folgende Unterschiede bei den Erfassungsraten der beiden Spiegelmodelle feststellen:

- Die Gruppe der schadhafte Anschlüsse konnte mit dem Modell MesSen Nord STV3 um ca. 10% häufiger erfasst werden. Dies ist auf die flächige Ausleuchtung der Haltungen zurückzuführen.
- Die Erfassungsrate der Gruppe der Risse in Kombination mit weiteren Zuständen wie Inkrustationen und Infiltrationen liegt mit dem Modell MesSen Nord bei 59%, im Gegensatz zum Modell iPEK QuickView Haloptic mit einer Erfassungsrate von 32%. Dies lässt sich wiederum auf die flächige Ausleuchtung des Modells MesSen Nord zurückführen.
- Die Gruppe der porösen Rohre in Kombination mit Infiltration und Inkrustation weist generell eine geringe Erfassungsrate von 14% mit dem Modell iPEK QuickView, und 5% mit dem Modell MesSen Nord STV3 auf. Die höher Erfassungsrate mit dem iPEK Modell lässt sich darauf zurückführen, dass sich diese Zustände in Entfernungen >20m vom Schacht befanden, und mit der punktuellen Beleuchtung des iPEK Modells eine weitere Sicht in eine Haltung möglich ist.

6.4 Änderung der Erfassungsrate des elektronischen Spiegel durch die Anwendung von Zustandsgruppen

Abbildung 72 stellt für den gesamten Untersuchungsumfang der Inspektionsjahre 2009/10/12 dar, wie sich die Gesamterfassungsrate aller Zustände bei Anwendung von Zustandsgruppen im Gegensatz zur Erfassung von nur Einzelzuständen mit dem elektronischen Spiegel ändert. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass sich die Erfassungsrate von den 2200 inventarisierten Zuständen von 34% auf insgesamt 37% erhöht.

Abbildung 73 stellt dies für den Inspektionsumfang des Jahres 2011 dar. Bei dem Modell iPEK QuickView Haloptic erhöht sich die Gesamterfassungsrate der 877 inventarisierten Zustände von 56% auf insgesamt 60%. Bei dem Modell MesSen Nord STV3 erhöht sich die Gesamterfassungsrate von 64% auf 66%.

Die Gesamterfassungsrate von allen Zuständen ändert sich durch die Gruppenbildung nur in einem Bereich von 2-4%.

Daher muss festgestellt werden, dass eine Gruppenbildung von EN-Kodierungen insgesamt keine signifikant höheren Erfassungsraten mit dem elektronischen Spiegel liefert. Jedoch können die hier verwendeten Zustandsgruppen als Basis für eine adaptierte Zustandserfassung in Hinblick auf das in Kapitel 3.6.3 vorgestellten Ampelsystems dienen.

Ein Vorschlag zur Adaptierung der Zustandserfassung, welche sich in der Praxis bei ersten Untersuchungen im Rahmen des konstruktiven Projekts „Untersuchungskonzept und Anbot zur Integration eines elektronischen Spiegelmodells in der LINZ AG Abwasser, Kuratko (2015)“ bzw. INNOKANIS Projekt (2015) als gute Variante herausgestellt hat, ist die Anwendung eines reinen Ampelsystems gänzlich ohne die Verwendung von Zustandskodierungen. Dieses Prinzip wurde bereits in Punkt 3.6.3 vorgestellt. Die bloße Auswahl während der Inspektion ob ein „Sanierungs- / Erneuerungsbedarf“, ein „zusätzlicher Inspektionsbedarf“, ein „Reinigungsbedarf“ oder nur das „nächste Inspektionsintervall“ nötig ist, geschieht sehr rasch. So ist es bei einem Riss der mit dem elektronischen Spiegel erkannt werden kann gleichgültig, ob bei diesem noch eine Infiltration oder ein Wurzeleinwuchs auftritt, da dieser Zustand automatisch einen „zusätzlichen Inspektionsbedarf“ mit einer TV-Befahrung bedingt. So muss keine EN-Zustandsgruppe in einem Auswahlmenü gesucht werden, sondern lediglich ein Vermerk oder ein gelbes Ampellicht ausgewählt werden. Dies würde auch einhergehen mit der Verwendung des elektronischen Spiegels als Instrument der „bedarfsorientierten Reinigung“. So muss nur der Punkt oder die Farbe für „Reinigungsbedarf“ ausgewählt werden, und keine umständliche EN-Kodierung oder EN-Kodierungsgruppe in einem Auswahlmenü gesucht und ausgewählt werden.

Der Punkt „zusätzlicher Inspektionsbedarf“ kann auf den hier untersuchten Zustandsgruppierungen basieren. So wären mögliche Auswahlpunkte:

- Schadhafter Anschluss.
- Rohrbruch.
- Riss.
- Oberflächenschaden.
-

Dies kann dem Bearbeiter als zusätzliche Information dienen, wie dringend der weitere Bedarf nach einer detaillierten TV-Befahrung ist.

Da eine Inspektion mit dem elektronischen Spiegel nie den Detaillierungsgrad des EN-Kodiersystems nutzen könnte, und dies auch nicht bei Gruppenbildungen von Kodes der Fall ist, ist eine Hinwendung zu solch einem „Ampelsystem“ als sinnvoll zu betrachten.

6.5 Verschmutzungsgrad der Haltungen

Zu 96% betrug die Ablagerungshöhe der inspizierten Haltungen zwischen 0% - 2,5% des Haltungsquerschnitts, was jedoch als eine nicht verunreinigte Haltung betrachtet werden kann. Bei 4% der Haltungen betrug die Verschmutzung zwischen 2,5% und 10%. Daher kann von einem sehr hohen Selbstreinigungsvermögen der Kanalisationssysteme ausgegangen werden.

7. Zusammenfassung

Da der elektronische Spiegel noch eine relativ neue Methode der optischen Kanalinspektion ist, gibt es in noch keinem Regelwerk eine speziell für dessen Anwendung adaptierte Zustandserfassung. Durch den technisch bedingten geringeren Detaillierungsgrad der Erfassung kann die derzeitige Zustandskodierung nach EN 13508-2/A1 (2010) nicht sinnvoll für den elektronischen Spiegel eingesetzt werden. Außerdem kann mit dem elektronischen Spiegel keine hundertprozentige Erfassung aller Zustände innerhalb einer Haltung erfolgen. Daher war das Ziel dieser Arbeit die Untersuchung, ob sich die Zustandserfassungsraten des elektronischen Spiegels bei Bildung und Anwendung von Zustandsgruppen erhöht und sich basierend auf diesen Kenntnissen die Zustandsbeschreibung adaptieren lässt.

Hierfür wurde eine umfassende Untersuchungsgrundlage durch Erfassung aller Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) mittels TV-Befahrung und anschließender nochmaliger Inspektion und Zustandserfassung mittels elektronischen Spiegel, bei Anwendung von Zustandsgruppen und ohne Anwendung von Zustandsgruppen, geschaffen.

Die Daten wurden von 9 Kanalisationsunternehmen, im Rahmen des INNOKANIS-Projekts (2015), dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien zur Verfügung gestellt. Die Auswertung der Inspektionsvideos dauerte von Sommer 2013 bis Sommer 2014 an. Recherchearbeiten, Aufbereitung der Daten und Auswertung sowie Interpretation der Ergebnisse erstreckten sich bis Frühjahr 2015.

7.1 Warum ist die Zustandsbeschreibung nach EN 13508-2/A1 (2010) nicht ideal für den elektronischen Spiegel anwendbar?

Erkennungsraten der inventarisierten Zustände von ca. 35% bzw. 60%, je nach betrachteter Untersuchungsstichprobe, zeigen, dass keine vollständige und detaillierte Zustandserfassung mit einem elektronischen Spiegel möglich ist. Die technologischen Nachteile eines elektronischen Spiegels zeigen sich auch in dem Hauptgrund für die Nichterkennung eines Zustandes wieder, nämlich, dass Zustände zu weit entfernt vom Schacht sind und daher eine Kombination von zu geringer Ausleuchtung, zu niedriger Auflösung und zu geringem Zoom Ursache dafür sind, dass ein Zustand nicht erkannt werden kann. Da das Kodiersystem nach EN 13508-2/A1 (2010) für eine detaillierte TV-Befahrung konzipiert ist, kann es in seinem vollen Umfang nicht für den elektronischen Spiegel eingesetzt werden. Des Weiteren lässt sich mit dem elektronischen Spiegel nicht die Position eines Zustandes innerhalb der Haltung erfassen, und Zustände können nicht vermessen werden, sodass ein weiterer Teil des Kodiersystems nicht zur Anwendung kommen kann.

Daher besteht der Bedarf der Adaptierung der Zustandsbeschreibung für den elektronischen Spiegel.

7.2 Wie verändert sich die Zustandserfassungsraten des elektronischen Spiegels bei der Anwendung von Zustandsgruppen

Die Erfassungsraten des elektronischen Spiegels erhöhen sich um 2-4% bei Verwendung von Zustandsgruppen, im Gegensatz zur Erfassung eines jeden einzelnen Zustandes, wie es bei der TV-Befahrung der Fall ist. Dies stellt keine signifikante Erhöhung der Erfassungsraten des elektronischen Spiegels dar. Jedoch können die untersuchten Zustandsgruppen als Basis für eine noch vereinfachtere Zustandsbeschreibung einer Haltung, abseits der Anwendung von EN-Kodierungen, dienen.

7.3 Welches System der Zustandsbeschreibung ist für den elektronischen Spiegel ideal?

Auf Basis der untersuchten Zustandsgruppen kann ein Lösungsansatz, die Verwendung eines Ampelsystems mit folgenden Punkten sein:

- Rot: Sanierungs- / Erneuerungsbedarf (bei Haltungseinbrüchen o.Ä.).
- Gelb: Zusätzlicher Inspektionsbedarf (hier wäre eine Anwendung der in der Arbeit untersuchten Zustandsgruppen sinnvoll):
 - Schadhafter Anschluss.
 - Rohrbruch (in Kombination mit Boden sichtbar, Wurzeleinwuchs,...).
 - Riss (in Kombinationen mit Infiltration, Inkrustation,...).
 - Oberflächenschaden (in Kombination mit Infiltration, Inkrustation,...).
 - ...
- Braun: Reinigungsbedarf (bei Ablagerungen o.Ä.).
- Grün: Nächstes Inspektionsintervall (wenn der Gesamtzustand der Haltung in Ordnung ist).

So müssen keine Beschreibungen eines jeden einzelnen Zustandes innerhalb der Haltung erfolgen, und die Zustandserfassung wird der Anwendung des elektronischen Spiegels gerecht (selektive Inspektionsstrategien bzw. rascher „betrieblicher Überblick“ nach ÖWAV RB 43, 2013).

8. Ausblick

Mit dem vorgeschlagenen Ampelsystem für die Zustandserfassung mit dem elektronischen Spiegel können neue betriebliche Strategien, wie die bedarfsorientierte Reinigung, einfacher umgesetzt werden. Dadurch lassen sich bei einzelnen Haltungen auch die Inspektionsintervalle der TV-Befahrung verlängern. Es bedarf jedoch weitere praktische Untersuchungen im Feld, ob dieses Ampelsystem in einer Inspektionssoftware praxistauglich integrierbar und einsetzbar ist. Da die Zustandserfassung im Feld mit einem elektronischen Spiegel schwieriger ist als eine Auswertung der Inspektionsvideos im Büro oder in einem Inspektionsraum eines Fahrzeuges wie bei der TV-Befahrung, kann davon ausgegangen werden, dass ein Ampelsystem einfacher und rascher in der Anwendung ist, als ein kodebasiertes Beschreibungssystem, wie das der EN 13508-2/A1 (2010)

Da am Markt mittlerweile auch elektronische Spiegelmodelle mit HD-Auflösung und einer Kombination von punktueller und flächiger Ausleuchtung verfügbar sind, müssten diese weiterentwickelten Modelle in einem ähnlich großen Umfang wie die Modelle iPEK QuickView / iPEK QuickView Haloptic und MesSen Nord STV3 untersucht werden. Mit diesen neuen elektronischen Spiegelmodellen können sich durchaus höhere Erfassungsraten von Zuständen bei der Haltungsinspektion ergeben.

9. Literaturverzeichnis

- AAEV (2014): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung) BGBl. Nr. 186/1996, Fassung vom 05.09.2014
- BMLFUW (2008): Kommunale Siedlungswasserwirtschaft Förderungsrichtlinien 1999. Bundesgesetzblatt Nr. 185/1993 vom 16. März 1993 in der Fassung des Bundesgesetzblattes I Nr. 34/2008 vom 11. Jänner 2008
- BÖLKE, K.-P. (2004): Kanalinspektion: Zustände erkennen und dokumentieren. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
- BÖLKE, K.-P. (2004b): Welche Vorteile bringt die Anwendung der EN 13508-2? Wiener Mitteilungen (2004) Band 186, S. B1-14
- BÖLKE, K.-P.; ERTL, T. (2007): Kritische Betrachtung der Zustandsbewertung von TV-Inspektionen nach EN 13508-2. Wiener Mitteilungen, Band 203: C1-19
- BÖLKE, K.-P. (2012): Der elektronische Spiegel - ein Erfahrungsbericht. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 64(493-498). Springer-Verlag Wien 11. Oktober 2012
- DWA-M 149-2 (2006): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden: Teil 2: Kodiersysteme für die optische Inspektion. Ausgabe November 2006
- DWA-M 149-3 (2007): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden: Teil 3: Zustandsklassifizierung und -bewertung. Ausgabe November 2007
- DWA-M 149-5 (2009): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden: Teil 5: Optische Inspektion. Ausgabe September 2009
- EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Deutsche Fassung Januar 2008
- EN 1085 (2006): Abwasserbehandlung - Wörterbuch. Deutscher Schluss-Entwurf September 2006
- EN 13508-2 (2010): Zustand von Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion.
- ERTL, T.; PLIHAL, H. (2012): INNOKANIS - Innovative Methoden der Kanalinspektion zur Optimierung selektiver Betriebsstrategien - 1. Zwischenbericht. November 2012
- EU (1991): Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Kommunale Abwasserrichtlinie)
- 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 (Wasserrahmenrichtlinie)
- IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG, Online im Internet: Abbildung Drehschwenkkopfkamera. URL: <http://www.ibak.de/typo3conf/ext/ibakprodukte/Resources/Public/Produkte/prod-PEGASUSHD-001.png> [Abruf: 19.09.2014]; Abbildung Scansystem. URL: <http://www.ibak.de/typo3conf/ext/ibakprodukte/Resources/Public/Produkte/max/prod-PANORAMO-002.jpg> [Abruf: 20.09.2014]

- INNOKANIS (2015): Innovative Methoden der Kanalinspektion zur Optimierung selektiver Betriebsstrategien, Forschungsprojekt an der Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz.
- https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=8763. Laufzeit des Projekts: 01.08.2011 - 31.03.2015
- IPEK, Online im Internet: Abbildung Schiebekamera. URL: <http://www.ipek.at/typo3temp/pics/2e7f56a289.jpg> [Abruf: 19.10.2014]; Abbildung elektronischer Spiegel. URL: <http://www.ipek.at/typo3temp/pics/d367eb6f26.jpg> [Abruf: 20.09.2014]; Abbildung QuickView Haloptic. Url: <http://www.ipek.at/typo3temp/pics/d367eb6f26.jpg> [Abruf: 29.09.2014]
- KOCH, A. (2009): Umstieg auf das Kodiersystem der DIN EN 13508-2: Anforderungen und Aufgaben. 11. Dresdner Abwassertagung am 17./18. März 2009
- KURATKO, A.; PLIHAL, H.; ERTL, T. (2013): Vergleich verschiedener Kamerasysteme bei der Haltungsinspektion. Wiener Mitteilungen Band 229, April 2013
- MANS LOCATION SERVICE, Online im Internet: Abbildung iPEK QuickView- URL: <http://www.mansls.com/products/images/lpeck-quickview-system4.jpg> [Abruf: 22.03.2015]
- MESSEN NORD, Online im Internet: Abbildung Anwendung elektronischer Spiegel. URL: http://www.messen-nord.de/typo3temp/pics/STV-3_Kanal-Zoom-Kamera_Elektronischer_K_ef9a792699.jpg [Abruf: 20.09.2014]; Abbildung STV3. URL: http://www.messen-nord.de/typo3temp/pics/STV-3_mit_Stativfuss_klein_01_dff9c2cd8e.jpg [Abruf: 29.10.2014]
- MÜLLER, K.; FISCHER, B.; LEHMANN, T.; HUNGER, W.; SCHÄFER, T. (2006): Forschungsprojekt Bilderkennung: Ergebnisse der ersten Projektphase. bi UmweltBau, Ausgabe 5 2006: 64-71
- ÖNORM B 2503 (2004): Kanalanlagen - Ergänzende Richtlinien für die Planung, Ausführung und Prüfung. Dezember 2004
- ÖNORM EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Januar 2008
- ÖNORM EN 13508-2 (2002): Zustand von Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion.
- ÖWAV (2013): Regelblatt 43 - Optische Kanalinspektion. Jänner 2013
- ÖWAV (2015): Regelblatt 22 - Betrieb, Wartung und Überprüfung von Kanalanlagen. 2. vollständig überarbeitete Auflage, 26. Februar 2015
- PLIHAL, H.; MÜNCH, P.; KRETSCHMER, F.; ERTL, T. (2013): Innovative Kanalinspektion als Grundlage für die bedarfsorientierte Kanalreinigung. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft April 2013, Volume 65, Issue 3-4, pp 89-93
- PLIHAL, H.; KURATKO A.; ERTL, T. (2014): Einsatz des elektronischen Spiegels für den betrieblichen Überblick im Kanalsystem. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft April 2014, Volume 66, Issue 3-4, pp 103-111
- POLLINGER, R. (2009): Multikriterielle, funktionale Bewertung von Hauskanälen in Entwässerungssystemen. Diplomarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz. Universität für Bodenkultur Wien
- RICO, Online im Internet: Abbildung Satellitensystem. URL: http://www.rico-gmbh.de/tl_files/image-rico/produkte/sat/sat-150-web.jpg [Abruf: 19.10.2014]
- RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM (2008): Zustands-, Prozess- und Wirkungsanalyse zur Entwicklung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie für Kanalnetze. Bochum, Dezember 2008

- SCHMUCK, B. (2004): Neue Techniken und Entwicklungen der Zustandserfassung. 17. Lindauer Seminar 2004
- UFG (2014): Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung, zum Schutz der Umwelt im Ausland und über das österreichische JI/CDM-Programm für den Klimaschutz (Umweltförderungsgesetz - UFG) BGBl. Nr. 185/1993, Fassung vom 05.09.2014
- WRG (2014): Wasserrechtsgesetz 1959 - WRG 1959 BGBl. Nr. 215/1959, Fassung vom 05.09.2014

10. Anhang

10.1 Kodiersystem nach ÖNORM EN 13508-2/A1 (2010)

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Verformung		
BAA		Der Rohrquerschnitt hat sich gegenüber der Ursprungsform verformt. Der Auftraggeber darf festlegen, ob dieser Kode nur für biegeeweiche Rohre oder für Rohre aller Werkstoffe verwendet werden darf.
	Charakterisierung	Verlauf der Verformung: — vertikal (A) – die Höhe des Rohres hat sich verringert. — horizontal (B) – die Rohrweite hat sich verringert.
	Quantifizierung	Die prozentuale Reduzierung der Abmessung.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden, wenn die Verformung lokalisiert ist.
Rissbildung		
BAB		
	Charakterisierung 1	Art der Rissbildung: — Oberflächenriss (Haarriss) (A) - ein Riss, der nur an der Oberfläche auftritt; — Riss (B) - Risslinien an der Rohrwand erkennbar, Segmente noch am Platz; — Klaffender Riss (C) - offener Spalt in der Rohrwand erkennbar, Segmente noch am Platz
	Charakterisierung 2	Verlauf der Rissbildung : — in Längsrichtung (A) - ein Riss oder Bruch, der im wesentlichen parallel zur Rohrachse verläuft; — am Rohrumfang (B) - ein Riss oder Bruch, der im wesentlichen am Rohrumfang verläuft; — komplexe Rissbildung (C) - eine Gruppe von Rissen, die nicht als Längs- oder Querriss beschrieben werden können; — gewundene oder spiralförmige Rissbildung (D)
	Quantifizierung	Breite des Risses in mm.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Rohrbruch/Einsturz		
BAC		
	Charakterisierung	Art des Bruches/Einsturzes: — Bruch (A) – Segmente des Rohrs sichtbar verschoben, aber nicht fehlend; — Fehlen von Teilen (B) – Segmente der Rohrwand fehlen; — Einsturz (C) – Konstruktionsgefüge vollständig zerstört.

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
	Quantifizierung	Länge des Rohrbruchs/Einsturzes in mm, wenn kleiner als 1000 mm. ANMERKUNG Bei Längen über 1 m in Längsrichtung werden Beginn und Ende des Rohrbruchs/Einsturzes nach 8.1.7 aufgezeichnet.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Defektes Mauerwerk		
BAD		Einzelne Steine oder Ziegel haben sich aus dem Verband gegenüber ihrer ursprünglichen Lage verschoben.
	Charakterisierung 1	Das Ausmaß der Verschiebung ist wie folgt aufzuzeichnen: — verschoben (A) - Mauersteine/Ziegel sind noch vorhanden, jedoch aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben; — fehlend (B) - Mauersteine/Ziegel fehlen; — Sohle abgesackt (C) – ein Abschnitt der Rohrsohle einer gemauerten Leitung ist von den Wandungen abgesackt und hinterlässt eine Spalte von mehr als 20 mm; — Einsturz (D) – Konstruktionsgefüge vollständig zerstört.
	Charakterisierung 2	Angaben, wenn Mauersteine/Ziegel fehlen: — weitere Mauerwerksschicht sichtbar (A) – durch das Loch, das durch das fehlende Mauerwerk hinterlassen wurde; — es ist nichts zu sehen (B) - es ist nicht erkennbar, was durch fehlende Mauersteine/Ziegel freigelegt wurde. Falls Boden oder ein Hohlraum sichtbar ist, sind zusätzlich die Codes BAO oder BAP zu verwenden.
	Quantifizierung	Bei einer abgesackten Sohle, Maß der Absackung in mm.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Fehlender Mörtel		
BAE		Mörtel aus Mauerwerk oder Ziegelverbänden fehlt ganz oder teilweise.
	Quantifizierung	Tiefe zwischen der Mauerwerksoberfläche und Mörteloberfläche in mm.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Oberflächenschaden		
BAF		Die Innenfläche einer Rohrleitung wurde durch mechanische oder durch chemische Einwirkung (einschließlich Korrosion bei Metallrohren) beschädigt.

Haupt-kode	Zusatz-informationen	Beschreibung
	Charakterisierung 1	<p>Art des Schadens:</p> <ul style="list-style-type: none"> — erhöhte Rauheit (A); — Abplatzung (Ausbruch kleiner Teile aus der Oberflächenstruktur) (B); — Zuschlagstoffe sichtbar (C); — Zuschlagstoffe einragend (D); — Zuschlagstoffe fehlen (E); — Bewehrung sichtbar (F); — Bewehrung einragend (G); — Bewehrung korrodiert (H); — fehlende Wand (I); — Korrosionserscheinungen an der Oberfläche (J); — andere Oberflächenschäden (Z) – weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Charakterisierung 2	<p>Schadensursache:</p> <ul style="list-style-type: none"> — mechanische Beschädigung (A); — chemischer Angriff – allgemein (z. B. Korrosion der Bewehrung) (B); — chemischer Angriff – biochemischer Angriff durch Schwefelsäure – Schaden oberhalb des Wasserspiegels (C); — chemischer Angriff – Angriff durch Abwasser – Schaden unterhalb des Wasserspiegels (D); — nicht eindeutig feststellbar (E).
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Einragender Anschluss		
BAG		Ein in die Rohrleitung hineinragendes Anschlussrohr, welches den Querschnitt einengt. In diesem Fall ist auch der Kode für einen Anschluss (BCA) zu verwenden.
	Quantifizierung	Länge des einragenden Anschlusses als Prozentanteil des Durchmessers oder der Höhe der Rohrleitung;
	Lage am Umfang	Die Mitte des Anschlusses sollte aufgezeichnet werden.
Schadhafter Anschluss		
BAH		Ein Anschluss ist schadhaft. In diesem Fall ist auch der Kode für einen Anschluss (BCA) zu verwenden.

Haupt- kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
	Charakterisierung	<p>Art des Schadens:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Lage des Anschlusses um das Rohr ist falsch (A); — Spalt zwischen dem Ende des Anschlusses und der Rohrleitung (zurückliegender Anschluss) (B); — am Umfang des Anschlusses ist teilweise ein Spalt (Anschluss unvollständig eingebunden) (C); — Anschluss beschädigt (D); — Anschluss verstopft (E); — anderer Schaden (Z) – weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Lage am Umfang	Die Mitte des Anschlusses sollte aufgezeichnet werden.
Einragendes Dichtungsmaterial		
BAI		Das für die Abdichtung einer Rohrverbindung von zwei aneinandergrenzenden Rohren verwendete Dichtungsmaterial ragt ganz oder teilweise in die Rohrleitung ein.
	Charakterisierung 1	<p>Art des Dichtungsmaterials:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Dichtring (A); — andere Dichtungsart (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Charakterisierung 2	<p>Bei Dichtringen ist die Art des Einragens aufzuzeichnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> — sichtbar verschoben, jedoch nicht in die Rohrleitung hineinragend (A); — hängend, aber nicht gebrochen (B) – tiefster Punkt liegt oberhalb der horizontalen Mittellinie; — hängend, aber nicht gebrochen (C); – tiefster Punkt liegt unterhalb der horizontalen Mittellinie; — gebrochen (D).
	Quantifizierung	Querschnittsminderung in Prozent , wenn es sich bei der Dichtung nicht um einen Dichtring handelt.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Verschobene Verbindung		
BAJ		Miteinander zu verbindende Rohre sind gegenüber ihrer beabsichtigten Lage verschoben. Verschiebungen in Längsrichtung kleiner als 10 mm sind nicht aufzuzeichnen.

Haupt-kode	Zusatz-informationen	Beschreibung
	Charakterisierung	Art der Verschiebung: — in Längsrichtung (A) - die Rohre sind parallel zur Rohrleitungsachse verschoben; — radial (B) - die Rohre sind rechtwinklig zur Rohrleitungsachse verschoben; — im Winkel (C) - die Rohrachsen sind nicht parallel zur Rohrleitungsachse.
	Quantifizierung	Quantifizierung wie folgt: — bei Verschiebung in Längsrichtung - Abstand zwischen dem Spitzende und der Innenseite der Muffe des angrenzenden Rohres in mm; — bei radialer Verschiebung - Distanz der Verschiebung in mm; — bei Verschiebung im Winkel - Winkel zwischen den beiden Rohrachsen in Grad.
	Lage am Umfang	Richtung der radialen oder winkligen Verschiebung. Z. B. sollte eine radiale Verschiebung, welche als Stufe nach oben in der Rohrsohle in Inspektionsrichtung auftritt, 12 Uhr sein - und eine Stufe nach unten sollte 6 Uhr sein. Ähnlich sollte eine Verschiebung im Winkel in vertikaler Richtung, die zu einer Erhöhung der Steigung oder zu einer Verminderung des Gefälles führt, 12 Uhr sein.
Schadhafte Innenauskleidung		
BAK		Die Innenauskleidung der Rohrleitung ist schadhaft.
	Charakterisierung 1	Art des Schadens: — Innenauskleidung abgelöst (A); — Innenauskleidung verfärbt (B); — Endstelle der Auskleidung schadhaft (C); — Falten in der Auskleidung (D); — Blasen/ Beulen in der Auskleidung (E); — anderer Auskleidungsschaden (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Charakterisierung 2	Art des Verlaufs von Falten in der Auskleidung: — in Längsrichtung (A) - Falte, welche im wesentlichen parallel zur Rohrachse verläuft; — radial am Umfang (B) - Falte, welche im wesentlichen am Umfang verläuft; — komplex (C).
	Quantifizierung	prozentuale Verringerung der Querschnittsfläche.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.

Haupt- kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Schadhafte Reparatur		
BAL		Eine Reparatur wurde an einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal, die/der nun schadhaft ist, durchgeführt. In diesem Fall ist auch der Kode für eine punktuelle Reparatur (BCB) zu verwenden.
	Charakterisierung	Art des Schadens: — Wand fehlt teilweise (A); — Reparatur zur Abdichtung eines Loches ist schadhaft (B); — Andere (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
Schadhafte Schweißnaht		
BAM		Eine schadhafte Schweißnaht in der Rohrleitung.
	Charakterisierung	Art des Verlaufs: — in Längsrichtung (A) - Schaden, welcher im wesentlichen parallel zur Rohrachse verläuft; — am Umfang (B) - Schaden, welcher im wesentlichen am Umfang verläuft; — spiralförmiger Verlauf (C).
	Lage am Umfang	Bei Schäden in Längsrichtung ist die Lage festzustellen, bei Schäden am Umfang oder mit spiralförmigem Verlauf sind Anfangs- und Endpunkt anzugeben.
Poröses Rohr		
BAN		Der Rohrwerkstoff erscheint porös (z. B. auf Grund eines Fertigungsfehlers).
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Boden sichtbar		
BAO		Der anstehende Boden ist durch eine Schadstelle der Rohrleitung sichtbar.
Hohlraum sichtbar		
BAP		Ein Hohlraum außerhalb der Rohrleitung ist durch die Schadstelle sichtbar.

Haupt- kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Wurzeln		
BBA		Wurzeln von Bäumen oder anderen Pflanzen wachsen durch Anschlüsse, Schadstellen oder Rohrverbindungen in die Leitung ein.
	Charakterisierung	Art der Wurzeln: — Pfahlwurzel (A); — einzelne feine Wurzeln (B); — komplexes Wurzelwerk (C).
	Quantifizierung	Querschnittsverminderung in Prozent.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Anhaftende Stoffe		
BBB		An der Rohrwand anhaftende Stoffe.
	Charakterisierung	Art der anhaftenden Stoffe: — Inkrustation (A); — Fett (B); — Fäulnis (C) (z. B. an der Rohrwand haften Organismen); — anderer Stoff (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung	Querschnittsminderung in Prozent.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Ablagerungen		
BBC		Ablagerungen an der Rohrsohle.
	Charakterisierung	Art der Ablagerung: — feines Material (A) (z. B. Sand, Schluff); — grobes Material (B) (z. B. Kies, Schutt); — hartes oder verdichtetes Material (C) (z. B. Beton); — anderes Material (Z) – weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung	Die Höhe der Ablagerung, ausgedrückt in Prozent der vertikalen Abmessung der Rohrleitung.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.

Haupt- kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Eindringen von Bodenmaterial		
BBD		Anstehendes Bodenmaterial dringt in die Rohrleitung ein.
	Charakterisierung	Art des Bodens: — Sand (A); — Torf (B); — Feinmaterial (z. B. Ton/ Schluff) (C); — Grobmaterial (D); — anderes Material (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung 1	Querschnittsminderung in Prozent.
	Lage am Umfang	Die Lage des Bodenmaterials um die Wand des Abwasserkanals sollte aufgezeichnet werden.
Andere Hindernisse		
BBE		Gegenstände in der Rohrleitung, welche den Rohrquerschnitt einengen. Dieses Kode darf nur verwendet werden, wenn kein anderer Kode (BBA bis BBD) anwendbar ist.
	Charakterisierung	Beschreibung des Hindernisses: — herausgefallene(s) Ziegel oder Mauerwerk liegen/ liegt in der Rohrsohle (A); — herausgebrochene Rohrstücke liegen in der Rohrsohle (B); — anderer Gegenstand liegt in der Rohrsohle (C); — Gegenstand ragt durch die Wand ein (D); — Gegenstand in Rohrverbindung eingekeilt (E); — Gegenstand dringt durch einen Anschluss/ Abzweig ein (F); — fremde Leitungen oder Kabel durchqueren die Rohrleitung (G); — Gegenstand/ Objekt in den Rohrkörper eingebaut (H).
	Quantifizierung	Querschnittsminderung in Prozent.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Infiltration		
BBF		Eindringen von Wasser durch die Rohrwand oder durch Rohrverbindungen oder Schadstellen.

Haupt-kode	Zusatz-informationen	Beschreibung
	Charakterisierung	Intensität des Wassereintritts: — Schwitzen (A) – langsames Eindringen von Wasser - keine sichtbaren Tropfen; — Tropfen (B) - Eintropfen - kein kontinuierliches Fließen; — Fließen (C) – kontinuierliches Fließen; — Spritzen (D) – Eindringen unter Druck.
	Lage am Umfang	Die Lage des Eintrittspunktes/Eintrittsbereiches sollte aufgezeichnet werden.
Exfiltration		
BBG		Sichtbarer Wasseraustritt.
	Lage am Umfang	Falls sichtbar, Lage am Umfang.
Ungeziefer		
BBH		Tatsächlich beobachtetes Ungeziefer.
	Charakterisierung 1	Tierart: — Ratte (A); — Küchenschabe/Kakerlake (B); — andere Tierart (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Charakterisierung 2	Lokalisierung des Ungeziefers: — in der Rohrleitung (A); — in einem Anschluss (B); — in einer offenen Rohrverbindung (C) — andere Lage (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung	Die Anzahl der Tiere, die an einer einzelnen Stelle beobachtet wurden.

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Anschluss		
BCA		<p>Anschluss einer Rohrleitung an die zu inspizierende Rohrleitung.</p> <p>Falls eine Anschlussleitung die gleichen Abmessungen wie die zu inspizierende Rohrleitung hat oder die Abmessungen größer sind als ein vorgegebener Wert, darf der Auftraggeber bestimmen, dass die Anschlussstelle als ein Knoten angesehen werden sollte. Es wird davon ausgegangen, dass die meisten unter Verwendung dieses Kodes registrierten Anschlüsse einen kreisförmigen Querschnitt haben.</p>
	Charakterisierung 1	<p>Art des Anschlusses:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Abzweig (A) - Rohr mit einem vorgefertigtem Verbindungsstück; — Sattelanschluss - gebohrt (B) - Anschluss mit Sattelstück - Loch gebohrt; — Sattelanschluss - gemeißelt (C) - Anschluss mit Sattelstück - Loch gemeißelt; — einfacher Anschluss - gebohrt (D) - Anschluss ohne Formstück - Loch gebohrt; — einfacher Anschluss - gemeißelt (E) - Anschluss ohne Formstück - Loch gemeißelt; — anderer Anschluss als ein Abzweig (F) (anzuwenden, wenn die notwendigen Informationen zur Eingruppierung nach B,C,D oder E nicht zur Verfügung stehen); — unbekannter Anschluss (G); — andere Art des Anschlusses (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Charakterisierung 2	<p>Dieser Kode gibt an, ob der Anschluss verschlossen wurde. Dies kann darauf hinweisen, dass beim Bau ein Anschluss für zukünftige Zwecke vorgesehen wurde oder dass der Anschluss stillgelegt wurde. Folgende Codes sind anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Anschluss offen (A); — Anschluss geschlossen (B).
	Quantifizierung 1	Höhe des Anschlussrohrs in mm.
	Quantifizierung 2	Breite des Anschlussrohrs in mm, wenn sie von der Höhe abweicht.
	Lage am Umfang	Die Anschlussmitte sollte aufgezeichnet werden.
Anmerkungen	Form bei nicht kreisförmigen Querschnitten.	

Haupt- kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Punktuelle Reparatur		
BCB		Ein kurzer Abschnitt der Abwasserleitung oder des Abwasserkanals wurde repariert.
	Charakterisierung	Art der Reparatur: — Rohr ausgetauscht (A); — örtlich begrenzte Innenauskleidung (B); — Mörtelinjizierung (C); — Injizierung mit anderem Dichtmittel (D); — Loch repariert (E); — anderes grabenloses Reparaturverfahren (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Krümmung der Leitung		
BCC		Der Verlauf der Abwasserleitung oder des Abwasserkanals ändert sich. (Zu verwenden, wenn die Richtungsänderung sich nicht aus Abwinklungen in den Rohrverbindungen ergibt).
	Charakterisierung 1	Horizontale Richtungsänderung: — nach links (A); — nach rechts (B).
	Charakterisierung 2	Vertikale Richtungsänderung: — nach oben (A); — nach unten (B).
	Quantifizierung	Winkel der Richtungsänderung in Grad.
Anfangsknoten		
BCD		Information zum Anfangsknoten der Inspektion

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
	Charakterisierung	Art des Knotens: — Schacht (A); — Inspektionsöffnung (B); — Reinigungsöffnung (C); — Lampenschacht (D); — Auslauf (E); — Verbindung von Kanälen ohne Schacht oder Inspektionsöffnung (F); — anderes Bauwerk (Z) – weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung 1	Knotenbezeichnung
	Quantifizierung 2	Knotenkoordinaten
Endknoten		
BCE		Informationen zum Endknoten der Inspektion.
	Charakterisierung	Art des Knotens: — Schacht (A); — Inspektionsöffnung (B); — Reinigungsöffnung (C); — Lampenschacht (D); — Auslauf (E); — Verbindung von Kanälen ohne Schacht oder Inspektionsöffnung (F); — anderes Bauwerk (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung 1	Knotenbezeichnung
	Quantifizierung 2	Knotenkoordinaten

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
Allgemeines Foto		
BDA		Eine Standaufnahme/Stehbild wurde gemacht, um den Allgemeinzustand des Abwasserkanals oder der -leitung aufzuzeichnen, ohne ein Merkmal speziell zu erfassen (siehe 8.1.8).

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
	Lage am Umfang	Richtung der Kamera, sofern diese nicht nach vorne gerichtet ist.
Allgemeine Anmerkung		
BDB		Eine Anmerkung, die nicht auf andere Weise aufgenommen werden kann.
	Anmerkung	Text der Anmerkung.
Inspektion abgebrochen		
BDC		Die Inspektion wurde vor Erreichen des Endknotens abgebrochen. Wird der Abbruch durch ein Hindernis verursacht, ist das Hindernis mit dem entsprechenden Hauptkode separat aufzuzeichnen.
	Charakterisierung	Grund für den Abbruch: — Hindernis (A); — Hoher Wasserstand (B); — Versagen der Ausrüstung (C); — anderer Grund (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
Wasserspiegel		
BDD		Die Höhe des Wasserspiegels in der Abwasserleitung oder im -kanal
	Charakterisierung	Abwasser in der Rohrleitung ist: — klar (Sohle sichtbar) (A); — trüb oder verfärbt (B).
	Quantifizierung	Wasserstand über der Kanalsole als Prozentwert des Durchmessers oder der lichten Höhe.
Zufluss aus einem Anschluss		
BDE		Information über den Zufluss aus einem Anschluss. In diesem Fall ist auch der Kode für den Anschluss (BCA) zu verwenden.
	Charakterisierung 1	Zufluss aus dem Anschluss ist: — klar (Sohle sichtbar) (A); — trüb oder verfärbt (B); Ist der Zufluss aufgrund eines zu hohen Wasserspiegels in der Hauptleitung nicht erkennbar, ist der Kode YY zu verwenden (siehe 8.1.3).

Haupt-kode	Zusatz- informationen	Beschreibung
	Charakterisierung 2	Anschluss ist: <ul style="list-style-type: none"> — falsch angeschlossen, da Schmutzwasser in Regenwasserleitung/-kanal abfließt (A); — falsch angeschlossen, da Regenwasser in Schmutzwasserleitung/-kanal abfließt (B); — kein Fehlanschluss erkennbar (C).
	Quantifizierung	Wasserspiegel im Anschluss, angegeben als Prozentwert der lichten Höhe der Anschlussleitung.
	Lage am Umfang	Die Lage sollte aufgezeichnet werden.
Atmosphäre in der Leitung		
BDF		Eine potenziell gefährliche Atmosphäre wurde festgestellt
	Charakterisierung	Art der Gefährdung: <ul style="list-style-type: none"> — Sauerstoffmangel (A); — Schwefelwasserstoff (B); — Methan (C); — andere Gefährdung (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.
	Quantifizierung 1	Prozentanteil des Gases in der Atmosphäre, soweit hierzu Angaben vorhanden sind.
	Quantifizierung 2	Sind diese Informationen nicht vorhanden, ersatzweise die Gaskonzentration in ppm in der Atmosphäre.
Keine Sicht		
BDG		Sicht in der Rohrleitung behindert
	Charakterisierung	Grund der Behinderung: <ul style="list-style-type: none"> — Kamera unter Wasser (A); — Verschlammung (B); — Dämpfe (C); — anderer Grund (Z) - weitere Angaben sollten als Anmerkungen aufgezeichnet werden.

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Relevantes Recht im Kanalwesen (POLLINGER, 2009).....	9
Abbildung 2 - Fließschema von Untersuchungen (adaptiert nach ÖNORM EN 752, 2008).....	22
Abbildung 3 - Verfahren zur Untersuchung des baulichen und betrieblichen Zustands von Kanalhaltungen (DWA-M 149-5, 2009).....	25
Abbildung 4 - Schiebekamera (IPEK, 2014)	27
Abbildung 5 - Satellitensystem (RICO, 2014)	27
Abbildung 6 - Drehschwenkkopfkamera (IBAK, 2014)	27
Abbildung 7 - Scansystem (IBAK, 2014).....	28
Abbildung 8 - Elektronischer Spiegel (IPEK, 2014).....	29
Abbildung 9 - Anwendung elektronischer Spiegel (MesSen Nord, 2014).....	29
Abbildung 10 - Inspektionsvideo eines elektronischen Spiegels (BOKU 2009).....	29
Abbildung 11 - Inspektionsrichtungen elektronischer Spiegel (ERTL und PLIHAL, 2012).....	30
Abbildung 12 - Allgemeiner Aufbau des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)	33
Abbildung 13 - Hauptkode des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004).....	34
Abbildung 14 - 3. Stelle des Hauptkodes nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004).....	34
Abbildung 15 - Charakterisierungen des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)	37
Abbildung 16 - Kodierbeispiel 1: BAB-CA (BOKU, 2015).....	37
Abbildung 17 - Kodierbeispiel 2: BAI-AB (BOKU, 2015)	38
Abbildung 18 - Kodierbeispiel 3: BBA-B (BOKU, 2015)	39
Abbildung 19 - Quantifizierung des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004)	39
Abbildung 20 - Kodierbeispiel 4: Einragende Anschlüsse mit Quantifizierung (BOKU, 2015) ...	40
Abbildung 21 - Lage am Umfang des Kodiersystems nach EN 13508-2 (BÖLKE, 2004).....	40
Abbildung 22 - Ziffernblattreferenz nach EN 13508-2 (1) (DWA-M 149-2, 2006)	41
Abbildung 23 - Ziffernblattreferenz nach EN 13508-2 (2) (DWA-M 149-2, 2006)	41
Abbildung 24 - Kodierbeispiel 5: BBB A mit Uhrzeitreferenz (BOKU, 2015).....	42
Abbildung 25 - Beispiel Zustandsgruppierung BCA + BAG + BAH (BOKU, 2009)	43
Abbildung 26 - Betrieblicher Überblick: Sanierungs- / Erneuerungsbedarf (INNOKANIS, 2015)45	
Abbildung 27 - Betrieblicher Überblick: zusätzlicher Inspektionsbedarf (INNOKANIS, 2015)....	46
Abbildung 28 - Betrieblicher Überblick: Reinigungsbedarf (INNOKANIS, 2015).....	47
Abbildung 29 - Vergleich Einsatzmöglichkeiten: TV-Inspektion - elektronischer Spiegel (INNOKANIS, 2015)	48
Abbildung 30 - iPEK QuickView Haloptic (IPEK, 2014).....	56
Abbildung 31 - iPEK QuickView (MANS LOCATION SERVICE, 2015).....	56
Abbildung 32 - MesSen Nord STV3 (MesSen Nord, 2014).....	57
Abbildung 33 - Allgemeiner Aufbau Access-Datenbank (eigene Darstellung).....	60
Abbildung 34 - Zustandserfassung mittels Spiegel (MesSen Nord STV3) - Erf.=OK (PLIHAL et al., 2014).....	62

Abbildung 35 - Zustandserfassung mittels Spiegel (iPEK QuickView Haloptic) - Erf.~OK (BOKU, 2012).....	62
Abbildung 36 - Nichterkennung Zustand: ↓ Beleuchtung (BOKU, 2015)	63
Abbildung 37 - Nichterkennung Zustand: punktueller Licht (PLIHAL et al., 2014).....	63
Abbildung 38 - Nichterkennung Zustand: ↓ Kameraauflösung (PLIHAL et al., 2014)	64
Abbildung 39 - Nichterkennung Zustand: keine Fokussierung (PLIHAL et al., 2014)	64
Abbildung 40 - Nichterkennung Zustand: Positionierung im Schacht nicht OK (BOKU, 2012) ..	65
Abbildung 41 - Nichterkennung Zustand: Abwinkelung zu groß (PLIHAL et al., 2014).....	65
Abbildung 42 - Nichterkennung Zustand: Ausbildung der Sohle (PLIHAL et al., 2014)	66
Abbildung 43 - Nichterkennung Zustand: Zustand zu klein (BOKU, 2012).....	66
Abbildung 44 - Nichterkennung Zustand: Spinnweben (PLIHAL et al., 2014)	67
Abbildung 45 - Nichterkennung Zustand: Dampf (PLIHAL et al., 2014)	67
Abbildung 46 - Nichterkennung Zustand: Wasserstand zu hoch (PLIHAL et al., 2014).....	68
Abbildung 47 - Nichterkennung Zustand: Haltung saniert (BOKU, 2012).....	68
Abbildung 48 - Haltungsdurchmesser Kreisprofile	71
Abbildung 49 - Eiprofile Haltungen	72
Abbildung 50 - Rohrmaterialien 2009/10/12.....	73
Abbildung 51 - Rohrmaterialien 2011	73
Abbildung 52 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - 2009/10/12 ohne Zustandsgruppen	75
Abbildung 53 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - 2011 ohne Zustandsgruppen	75
Abbildung 54 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) ohne Zustandsgruppen	76
Abbildung 55 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) 2009/10/12 - nur Einzelzustände.....	77
Abbildung 56 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - Zustandsgruppen 2009/10/12	77
Abbildung 57 - Aufteilung der Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) 2011 - nur Einzelzustände	78
Abbildung 58 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - Zustandsgruppen 2011	78
Abbildung 59 - Zustände nach EN 13508-2/A1 (2010) - Einzelzustände bei Bildung von Zustandsgruppen	79
Abbildung 60 - Zustandserfassung Elektronischer Spiegel ohne Anwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12.....	80
Abbildung 61 - Zustandserfassung Elektronischer Spiegel - Inspektionen ohne Anwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12.....	81
Abbildung 62 - Erfassungsraten elektronischer Spiegel 2011	82
Abbildung 63 - Zustandserfassung nach Zustandskodierungen Inspektionen 2011.....	83
Abbildung 64 - Detailauswertung des Zustandes Riss (BAB).....	84
Abbildung 65 - Gründe für Nichterkennung der einzelnen Spiegelmodelle 2009/10/12.....	85

Abbildung 66 - Zustandserfassung der Einzelzustände mit Elektronischem Spiegel bei Anwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12	86
Abbildung 67 - Zustandserfassung der Einzelzustände nach Zustandskodierungen mit Elektronischem Spiegel bei Verwendung von Zustandsgruppen 2009/10/12.....	87
Abbildung 68 - Zustandserfassung der Zustandsgruppen mit Elektronischem Spiegel 2009/10/12	87
Abbildung 69 - Vergleich der Zustandserfassung der Einzelzustände mit beiden Spiegelmodellen bei Anwendung von Zustandsgruppen 2011.....	88
Abbildung 70 - Zustandserfassung der Einzelzustände nach Zustandskodierungen mit beiden Spiegelmodellen bei Anwendung von Zustandsgruppen 2011.....	89
Abbildung 71 - Zustandserfassung der Zustandsgruppen mit den elektronischen Spiegelmodellen 2011	90
Abbildung 72 - Änderung der Erfassungsraten des elektronischen Spiegels bei Anwendung von Zustandsgruppen Untersuchungsumfang 2009/10/12	91
Abbildung 73 - Änderung der Erfassungsraten der elektronischen Spiegelmodelle bei Anwendung von Zustandsgruppen Untersuchungsumfang 2011.....	92
Abbildung 74 - Ablagerungshöhen 2009/10/12.....	93

10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Inspektionsarten und Methoden (adaptiert nach ÖWAV Regelblatt 43, 2013).....	19
Tabelle 2 - Methoden und Arten der optischen Inspektion und deren Aufgabenstellung (ÖWAV, 2013).....	26
Tabelle 3 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet einen baulichen Zustand (BÖLKE, 2004).....	35
Tabelle 4 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet einen betrieblichen Zustand (BÖLKE, 2004).....	36
Tabelle 5 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet eine Inventarisierung (BÖLKE, 2004).....	36
Tabelle 6 - 3. Stelle des Hauptkodes - 2. Stelle bezeichnet einen sonstigen Zustand (BÖLKE, 2004).....	36
Tabelle 7 - Charakterisierung von BAB - Rissbildung (BÖLKE, 2004)	37
Tabelle 8 - Charakterisierung von BAI - Einragendes Dichtungsmaterial (BÖLKE, 2004).....	38
Tabelle 9 - Charakterisierung von BBA - Wurzeleinwuchs (BÖLKE, 2004).....	39
Tabelle 10 – Untersuchungsgebiete / Kanalisationsunternehmen	49
Tabelle 11 – Untersuchungszeiträume der Kamerabefahrungen	50
Tabelle 12 - Untersuchungszeiträume Spiegelinspektionen	51
Tabelle 13 - Zeitabstand Kamerabefahrungen - Spiegelinspektionen	52
Tabelle 14 - Anzahl untersuchte Haltungen 2009/10/12	53
Tabelle 15 - Anzahl untersuchter Haltungen 2011	54
Tabelle 16 - Übersicht Einsatz der Spiegelmodelle.....	55
Tabelle 17 - Kanalisationsnetz 2009/10/12.....	69
Tabelle 18 - Kanalisationsnetz 2011.....	69
Tabelle 19 - Profilformen 2009/10/12.....	70
Tabelle 20 - Profilformen 2011	70
Tabelle 21 - Gründe für Nichterkennung der Zustandsgruppierungen	90
Tabelle 22 - Zustandsgruppen Inspektionsjahre 2009/10/12	97
Tabelle 23 - Zustandsgruppen Inspektionsjahre 2011	98

11. Lebenslauf

Persönliche Daten

Student des Masterstudiums Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
an der Universität für Bodenkultur
geboren am 02.05.1989 in 2340 Mödling
österreichische Staatsbürgerschaft



Ausbildung

seit 2013

Universität für Bodenkultur, 1180 Wien Masterstudium Kulturtechnik und Wasserwirtschaft mit den Schwerpunkten: Siedlungs-, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz; Siedlungswasserbau - Technologie und Infrastrukturmanagement; Geodatenmanagement; Landmanagement und Landentwicklung; Risikomanagement und Ressourcenschutz; Hydrologie und Wasserwirtschaftliche Planung

2009 - 2013

Universität für Bodenkultur, 1180 Wien Bachelorstudium Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

Juni 2008

Reife- und Diplomprüfung in den Fächern **Elektronik- und Digitaltechnik, Technische Informatik, Angewandte Mathematik und Englisch** an der HTBLuVA, 2340 Mödling

2003 - 2008

HTBLuVA, Abteilung für Elektronik, Ausbildungsschwerpunkt Technische Informatik, 2340 Mödling

1999 - 2003

Bundesrealgymnasium Untere Bachgasse, 2340 Mödling

Berufserfahrung

Mai - Juni 2013

Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur, 1190 Wien

Studentischer Mitarbeiter im Rahmen des INNOKANIS-Projekts

Lebenslauf

Juli 2012	Raiffeisen-Leasing GmbH , 1020 Wien Mitarbeit im Scan-Office: Umorganisation des Archivs, Archivierung von Kundenakten
August - September 2011	Geocare - Ingenieurbüro für Umwelttechnik, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, 2345 Brunn am Gebirge Erstellung von Lageplänen, Grundwasserprobennahmen
August 2010	Institut für Wasserbau und hydrometrische Prüfung , 1090 Wien Auswertung und Darstellung hydrologischer Daten, Modellierung eines Teils der Salzach bei Hallein und Überprüfung der Stabilität einer Sohlstufe bei verschiedenen Hochwassersituationen
August 2006	Zelisko , 2340 Mödling Herstellung von SMD Platinen
Juli 2005	Knorr Bremse , 2340 Mödling Prozessanalyse der Bremsenherstellung, Prozessdokumentation
Juli 2004	Conrad Electronics , 2331 Vösendorf Verkauf und Kundenberatung in der Modellbauabteilung

Universitätsprojekte

WS 2013 - SS 2015	Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz Betreuung folgender Lehrveranstaltungen als Tutor: Risk assessment in the Aquatic Environment; Planning and Design in Water Supply and Wastewater Treatment; Einführung in Siedlungswasserwirtschaft und Gewässerschutz
SS 2012 - WS 2012	Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz Bachelorarbeit: Bild- bzw. Videoreferenzkatalog für die ÖNORM EN 13508-2 - Gegenüberstellung verschiedener optischer Kanalinspektionsmethoden
SS 2012	Institut für Verkehrswesen Erfassung der Parkraumauslastung im ersten Bezirk Wiens im Zuge des Projekts CoMPASS (Entwicklung eines dynamischen Modells der Auslastung von Kurzparkzonen)

Lebenslauf

WS 2011 - SS 2012

Institut für Verkehrswesen

Mitarbeit als Tutor: Prüfungskorrektur, Projektarbeiten betreuen

SS 2011

Institut für Ingenieurbiologie

Sanierung von Uferanbrüchen an zwei Fischaufstiegen am Mödlingbach, sowie Sanierung der Ufer an der Schwechat, 2481 Achau

Zusatzqualifikationen und EDV-Kenntnisse

Ausbildungen

Sprengbefugter, Rettungssanitäter

Sprachkenntnisse

Deutsch als Muttersprache, gute Englischkenntnisse

EDV - Anwendungen

MS Office (Word, Excel, Access, Power Point), AutoCAD, ArcGIS, Geosi, Mathcad, R

Führerschein

Klasse A und B, eigener PKW vorhanden

Publikationen

KURATKO, A.; PLIHAL, H.; ERTL, T. (2013): Vergleich verschiedener Kamerasysteme bei der Haltungsinspektion. Wiener Mitteilungen Band 229, April 2013

PLIHAL, H.; KURATKO, A.; ERTL, T. (2014): Einsatz des elektronischen Spiegels für den betrieblichen Überblick im Kanalsystem - (Neue Erfahrungen mit dem elektronischen Spiegel). Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 3-4/2014, 103-111; ISSN 0945-358X

Zivildienst

Juli 2008 - März 2009

Rotes Kreuz, 2340 Mödling

Krankentransporte und Rettungsdienst

12. Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich diese Masterarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt, die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe, und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Wien, am 15. Juni 2015



Alexander Kuratko