TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen, Institut Stadtbauwesen und Straßenbau, FB Stadtbauwesen und Stadttechnik

Kanalzustandserfassung und - bewertung

Dr.-Ing. Torsten Schmidt

Gliederung

1. Allgemeines

Begriffe, Rechtsgrundlage

2. Zustandserfassung

3. Zustandsbewertung

Begriffe

Zustandserfassung: Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des baulichen/betrieblichen, hydraulischen und umweltrelevanten Zustandes

Zustandsbeurteilung: Einstufung der Ergebnisse der Zustandserfassung nach dem Handlungsbedarf aufgrund der gestellten Anforderungen und der Einflussfaktoren, bestehend aus:

Zustandsklassifizierung: Einstufung der Ergebnisse der Zustandserfassung aufgrund des baulichen und betrieblichen Ist-Zustandes

Zustandsbewertung: Verknüpfung der Ergebnisse der Zustandsklassifizierung mit wesentlichen Einflussfaktoren

Prioritätenliste: Reihenfolge des Handlungsbedarfes

Grundlage für Zustandserfassung und -bewertung

Grundlage für Zustandserfassung und -bewertung

Wasserhaushaltsgesetz WHG (2009*)

§ 61 Selbstüberwachung bei Abwassereinleitungen und Abwasseranlagen

(2) Wer eine Abwasseranlage betreibt, ist verpflichtet, ihren Zustand, ihre Funktionsfähigkeit, ihre Unterhaltung und ihren Betrieb sowie Art und Menge des Abwassers und der Abwasserinhaltsstoffe selbst zu überwachen.
Er hat nach Maßgabe einer Rechtsverordnung nach Absatz 3 hierüber Aufzeichnungen anzufertigen, aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

** zuletzt geändert 08/2010*

Grundlage für Zustandserfassung und -bewertung

Sächsisches Wassergesetz SächsWG (2004*)

§ 65 – Eigenkontrolle

Die oberste Wasserbehörde kann zum Schutz der Gewässer durch Rechtsverordnungen Häufigkeit, Dauer sowie Art und Umfang der Probenahme, die Untersuchungsverfahren, die Aufzeichnung und Bekanntgabe der Untersuchungsergebnisse für die Eigenkontrolle der Gewässerbenutzung und die Überwachung der Anlagen regeln.

** zuletzt geändert 10/2010*

Grundlage für Zustandserfassung und -bewertung

Sächsische Eigenkontrollverordnung EigenkontrollVO

§ 2 Eigenkontrollpflicht

(1) Wer Abwasseranlagen nach § 1 betreibt oder Abwasser aus diesen Anlagen einleitet, hat die Abwasseranlagen auf eigene Kosten nach § 3 zu kontrollieren und das Abwasser zu untersuchen.

§ 3 Umfang der Eigenkontrolle/Probenahme und Untersuchungsverfahren

(1) Die Eigenkontrollpflicht umfaßt den Nachweis der Funktionssicherheit und Funktionsfähigkeit der Anlagen zur Abwassersammlung, -fortleitung und -behandlung und den Leistungsnachweis der Abwasseranlagen […].
Bei der Eigenkontrolle der Abwasserkanäle und –leitungen ist insbesondere die Dichtigkeit regelmäßig zu überprüfen.

Grundlage für Zustandsbewertung

Sächsische Eigenkontrollverordnung EigenkontrollVO

Anhang 1

2 Durchführung der Eigenkontrolle

2.1 Abwasserkanäle und -leitungen

2.1.1 Überprüfung der Dichtigkeit einschließlich der Schachtbauwerke
Für die Überprüfung der Dichtigkeit von Kanälen und Leitungen ist in der Regel die optische Kontrolle durch Kanalfernauge oder durch Begehung großer Kanäle ausreichend.

Gliederung

1. Allgemeines
2. **Zustandserfassung**

   Grundlagen, Methoden,
3. Zustandsbewertung

Zustandserfassung Kanalisation

- hauptsächlich indirekte Inspektionsverfahren:

    - Rohr wird mit technischen Hilfsmitteln wie Kameras oder Sensoren untersucht

- auf Grund ausreichend großer Dimensionen, regelmäßig vorhandener Zugangsmöglichkeiten über Schächte und der normalerweise geringen Füllhöhe besteht die Möglichkeit, selbst im Betriebszustand einen Großteil der Rohrinnenwand zu untersuchen

⇨ Reinigung notwendig, um Sielhaut abzulösen

⇨ Schäden erkennbar

- ab Durchmesser von 800 mm (!) wird der Kanal als begehbar betrachtet und kann direkt untersucht werden

Optische Inneninspektion

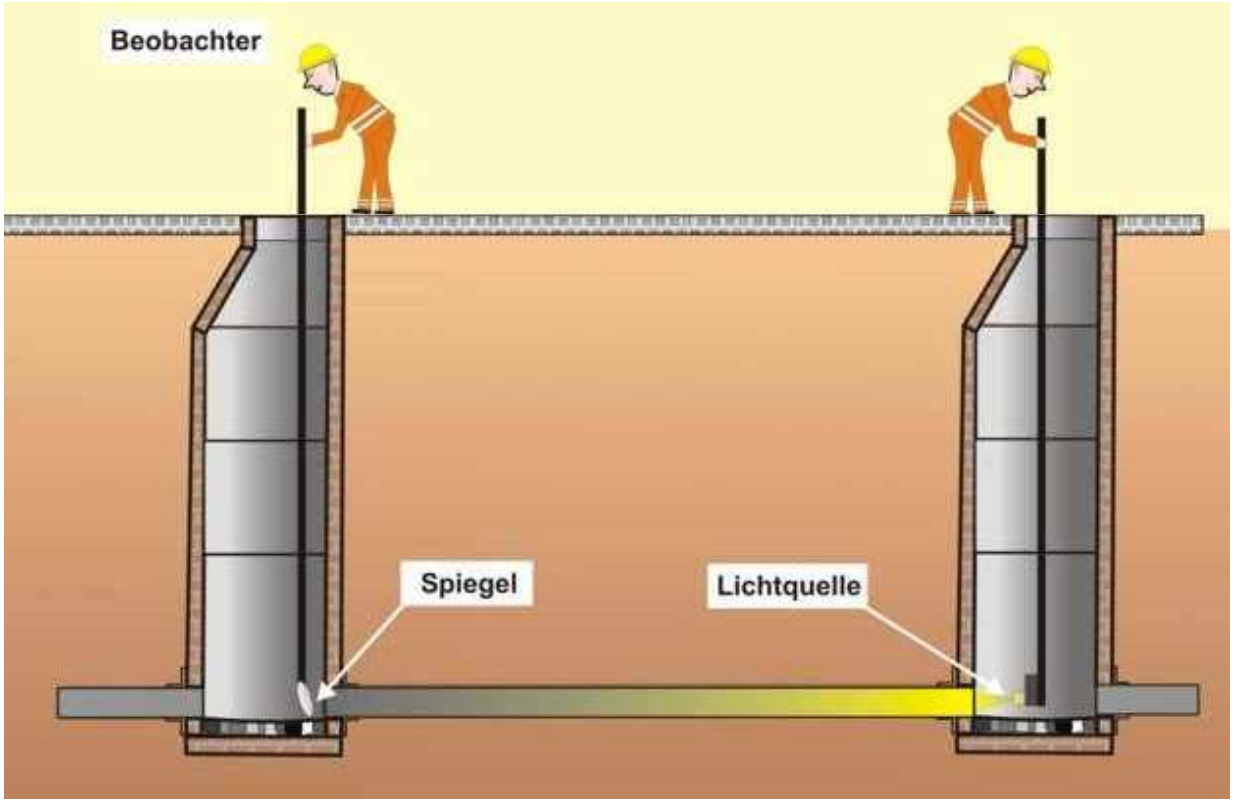
Direkte Inaugenscheinnahme

Quelle: www.ibak.de

- Begehung und manuelle Schadens-aufnahme
- Dokumentation durch Protokolle mit Fotos bzw. Videos
- Schadensansprache direkt im Kanal vor Ort, Qualität daher von Gegebenheiten wie Licht, Verschmutzung usw. abhängig
- bietet Möglichkeit der sensorischen Überprüfung: Abklopfen, Rückprall-Hammer etc.
- Schächte werden bisher durch direkte Inaugenscheinnahme inspiziert

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Spiegelung



Quelle: http://abwasser-luenen.de/

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Spiegelung

- an einer Halterung angebrachter und bis zur Rohrleitungssohle eingebrachte Kanalspiegel wird unter 45° vor Haltungsende gehalten, am anderen Ende der geraden Haltung wird in Rohrachse die Beleuchtung eingebracht
- Lageabweichungen, Einsturz, Verwurzelungen, Hemmnisse erkennbar
- grober Überblick (ok/nicht ok), keine genaue Zuordnung des Schadens
- veraltete Methode, bestenfalls als Notbehelf auf der Baustelle

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme - Kanal-TV

- auf Wagen montierte, 360° schwenkbaren Videokameras mit Lampen und Antrieb werden durch Schacht in Kanal eingesetzt und mit gleich bleibender Geschwindigkeit bewegt

- Operator bedient aus Kontrolleinheit, i.d.R. mit Monitoren ausgestattetes Fahrzeug, Wagen und Kamera

- Film mit Stationierung wird im Fahrzeug auf Videoband oder digitale Datenträger aufgezeichnet

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme - Kanal-TV

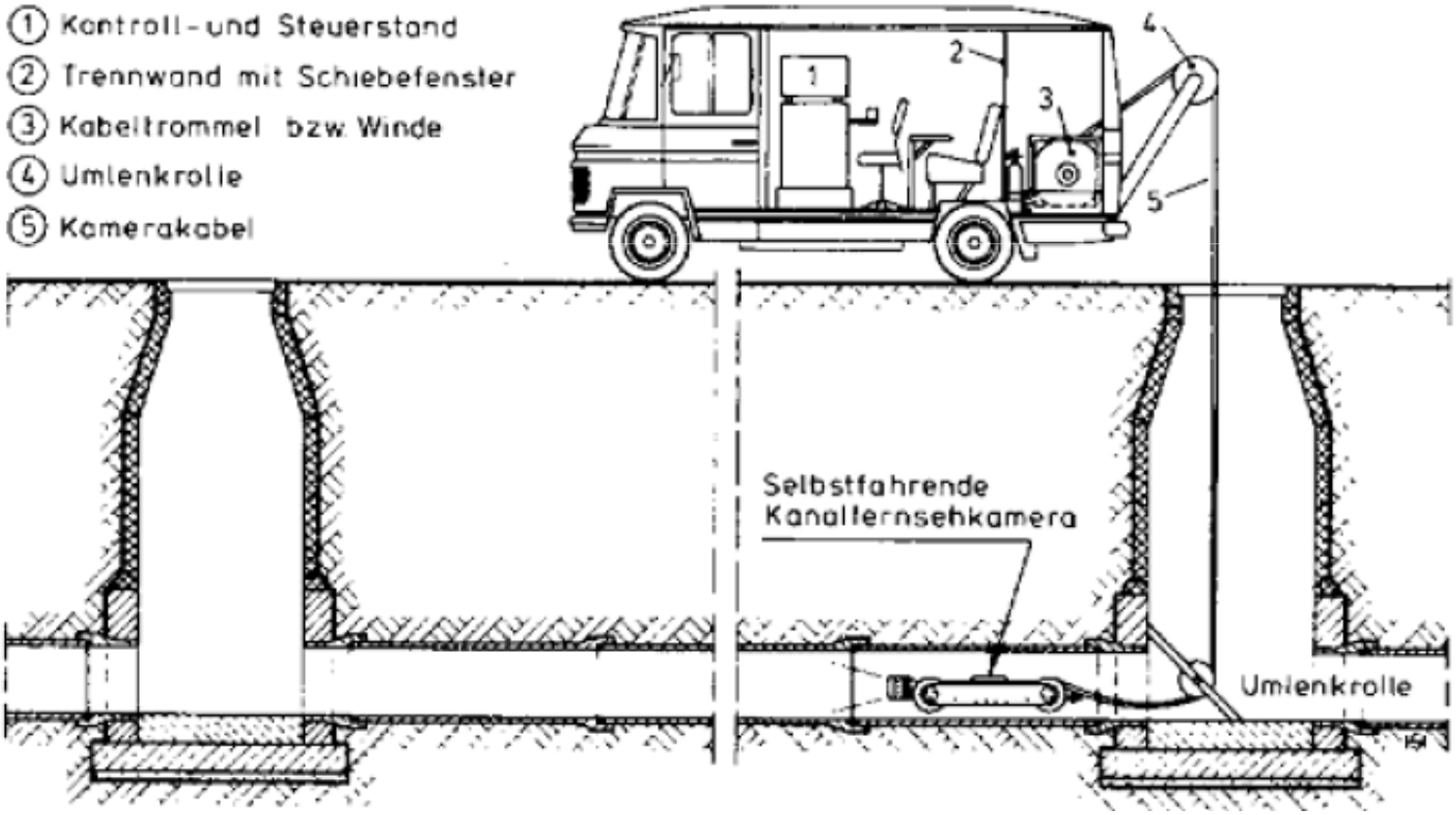
- auffällige Stellen, z.B. Schäden oder Abzweige, können mit beweglichem Kamerakopf abgeschwenkt werden

- Operator kann über Terminal zu diesen Positionen weitere Informationen in Software eingeben, z.B. Schadenskürzel

- später Ausgabe als Report und Auswertung durch Ingenieure, vom Operator nicht wahrgenommen Stellen sind nicht dokumentiert

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme - Kanal-TV



Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme - Kanal-TV

Optische Inneninspektion

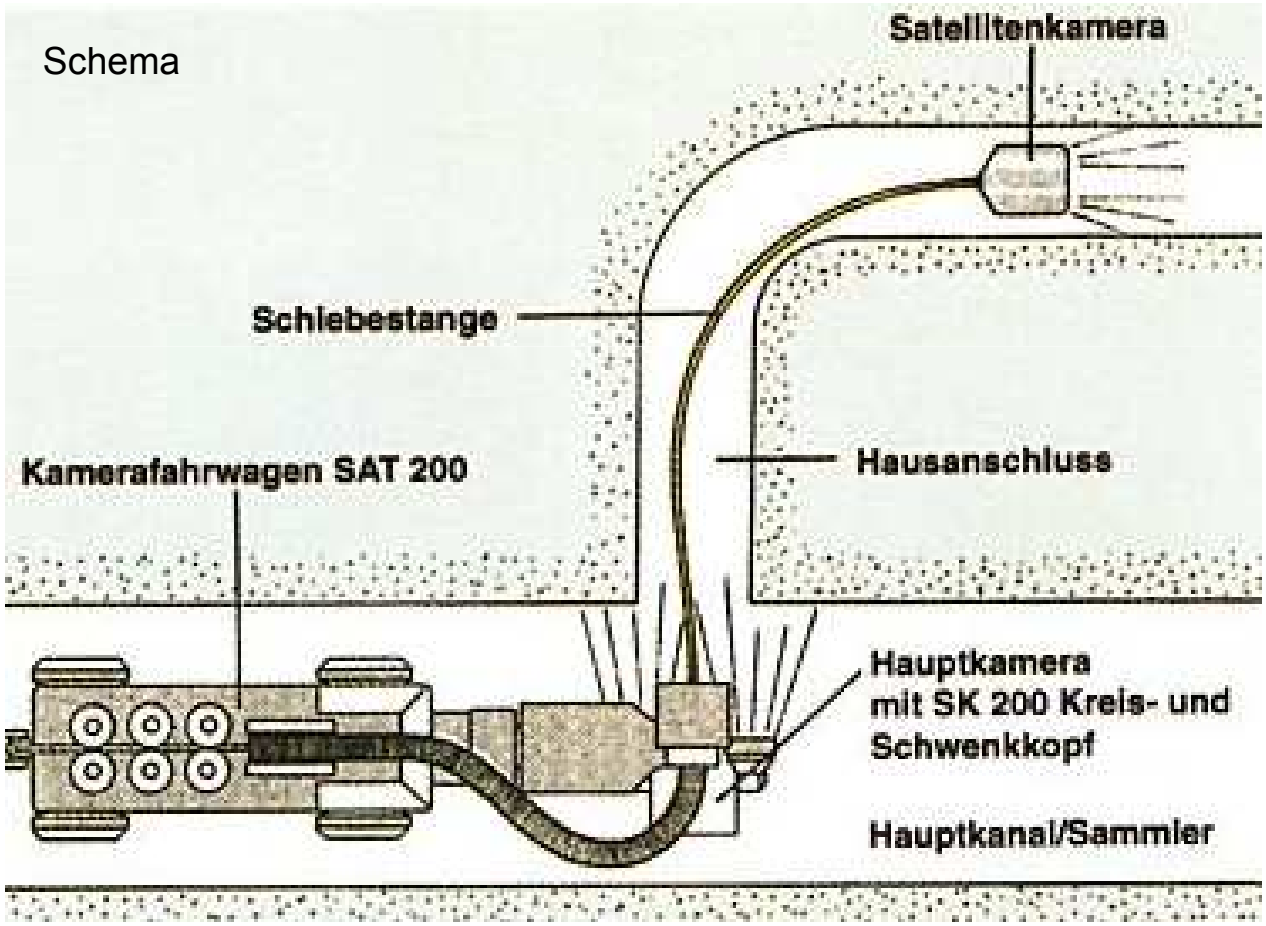
Indirekte Inaugenscheinnahme – Satellitenkameras

- bei kleinen Nennweiten der Anschlusskanäle (DN 150 - DN 200) kommen Satellitenkameras zum Einsatz
- Systeme basieren auf kleinen Kameras, die mit Hilfe von
  - biegsamen Wellen,
  - mechanischen Konstruktionen oder
  - hydraulischen Hochdruckdüsen bewegt werden
- werden vom Hauptkanal aus positioniert
- können bis zu 30 m in Anschlusskanal eingeführt werden

Optische Inneninspektion

Inspektionskamera mit Satellitensystem

Optische Inneninspektion



Optische Inneninspektion

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Kugelbildscanner

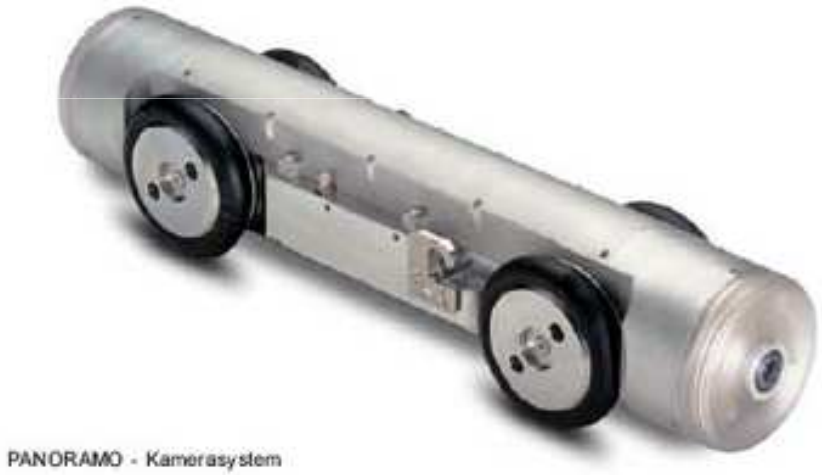
- Verfilmung des Kanals mit digitalen Weitwinkelkameras, auch Fischaugenoptik oder auch Kugelbildscanner genannt

- 2 parallel eingesetzte Kameras nehmen je 180° auf, spätere Montage durch Software zu 360°-Abwicklung oder einer perspektivischen dreidimensionale Ansicht

- z.B. Panoramo-System oder RPP© Duo-Vision

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Kugelbildscanner, Kanal-TV



Panoramo-Kamera
[Quelle:www.panoramo.ch]

Herkömmliche Kanalkamera
[Quelle:www.austeck.com]

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Kugelbildscanner

- Auswertung der Filme durch Sachverständigen im Büro

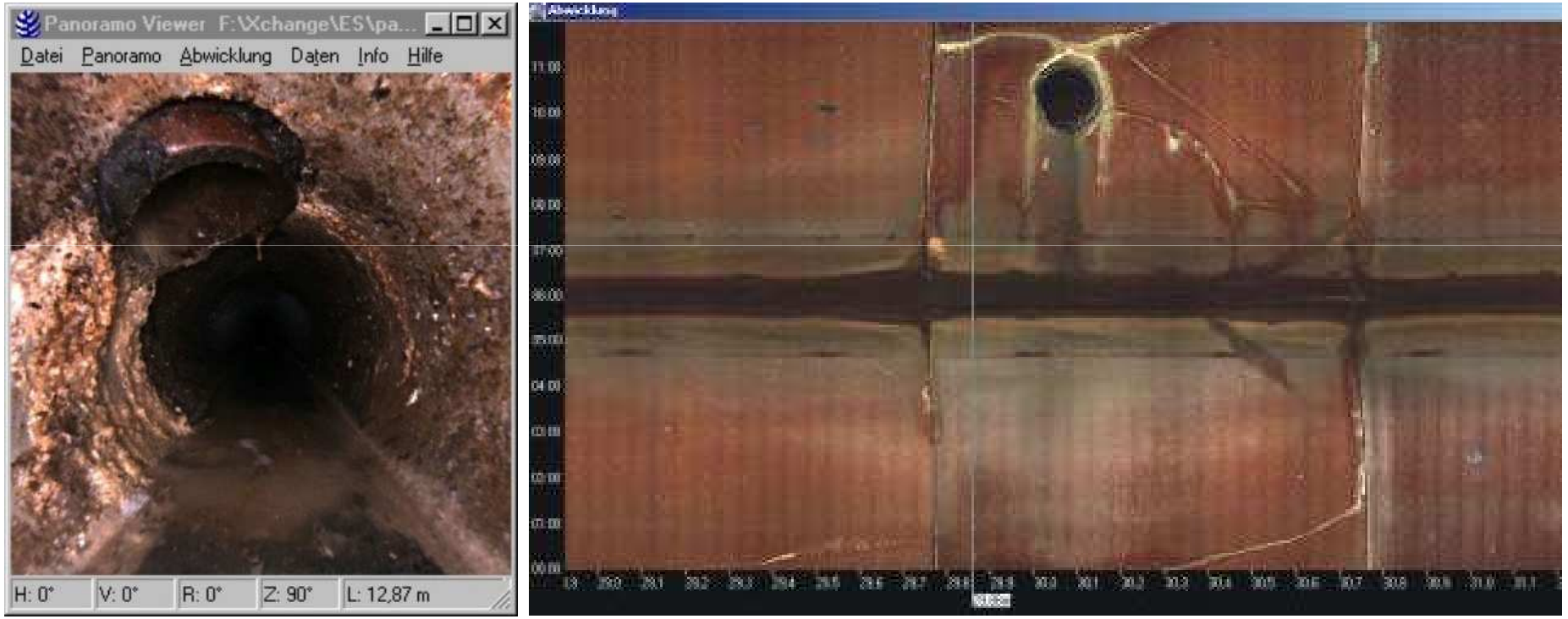
- systemimmanenter Vorteil: alle Schadensbilder werden gefilmt, unabhängig vom Operator

- höhere Wirtschaftlichkeit besonders für Abnahmeinspektionen neuer Kanäle, erzielt durch die höhere Befahrungsgeschwindigkeit

- In- und Exfiltration schwer zu erkennen

Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Kugelbildscanner



Ergebnisdarstellung des Panoramo-Systems: 3D-Film und Abwicklung
[Quelle:www.panoramo.ch]

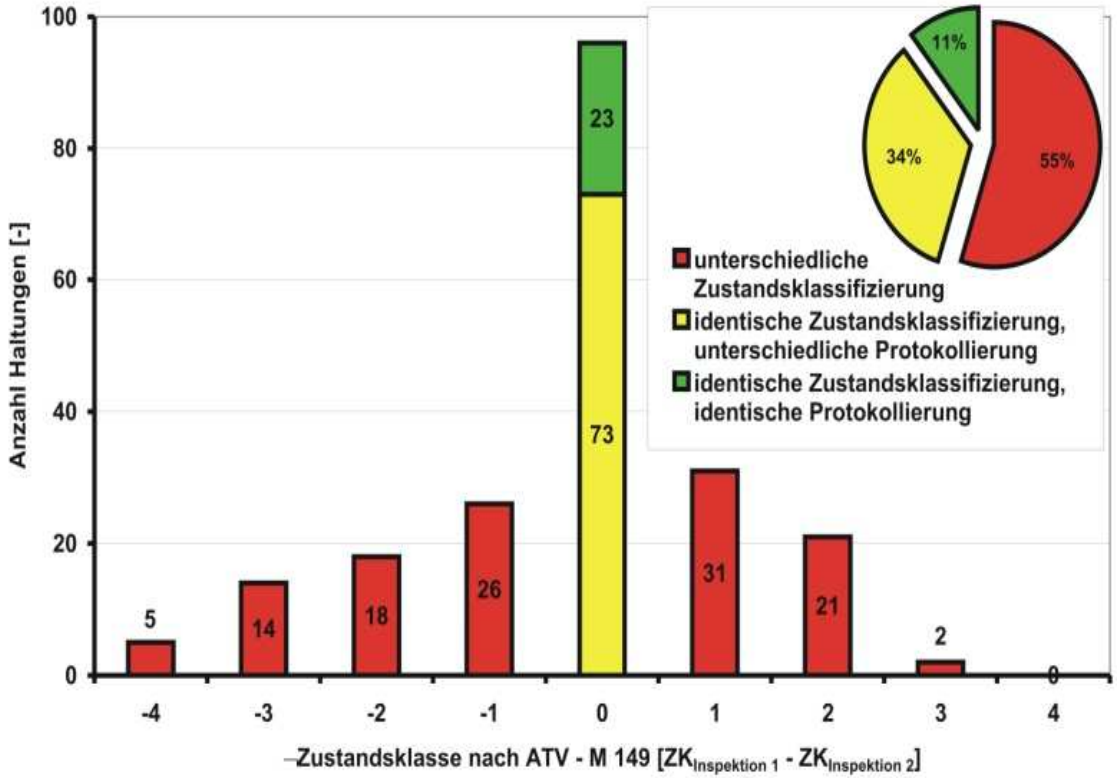
Optische Inneninspektion

Indirekte Inaugenscheinnahme – Vergleich

- Differenzen der jeweils aus erster und zweiter Inspektion

- Idealfall: Differenz nahe Null, ggf. aufgrund einer zwischen-zeitlichen eingetretenen Zustandsverschlechterung leicht negativ

- über 50 % der Kanalhaltungen nicht in die gleiche Zustands-klasse eingestuft



[Quelle: BMBF-Antrag In²WaK, 2011]

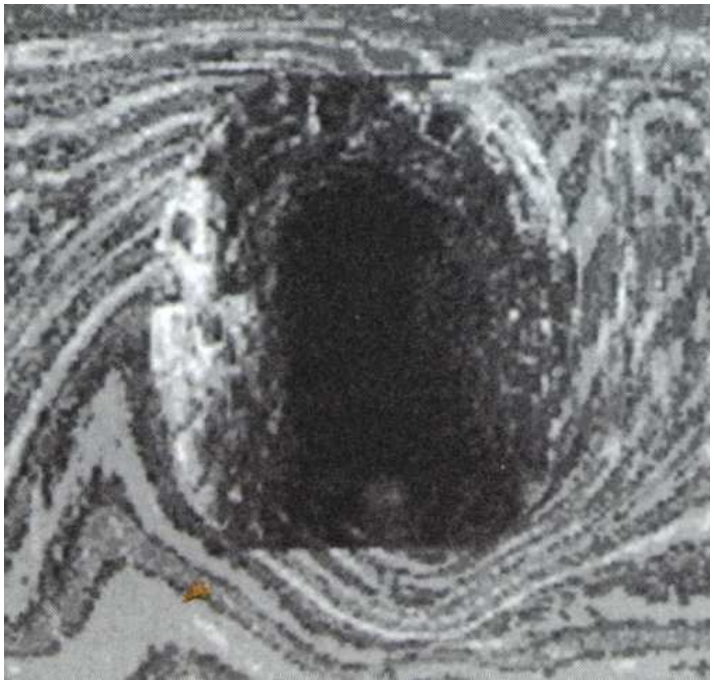
Sensorische Inspektion

Radar

- potenzielle Probleme hinter der Rohrwand erkennbar (Hohlräume, Steine, Zonen mit Wassersättigung durch Exfiltration sowie andere Lagerungsdefekte), dadurch kann das Rohr-Boden-System untersucht werden

- in Abhängigkeit von der eingesetzten Antenne und den Bodeneigenschaften können Bodeneindringtiefen von bis zu 10 m erreicht werden, dadurch Ortung aller Ver- und Entsorgungsleitungen möglich

- problematisch ist noch Signalinterpretation und Bilderkennung



Sensorische Inspektion

Laser

- hauptsächlich als Profiler zur Profilfeststellung, meist mit einer konventionellen Kamera kombiniert

- 1. Methode: Laserlichtstrahl wird über Linsen kreisförmig an die Rohrinnenwand projiziert, Kreisprofil wird durch Kamera gefilmt (whole-circle-image), Auswertung durch Software durch Vergleich mit digitalisiertem Längenmaßstab

- 2. Methode: sequentielle Laserstrahlen werden von rotierender Strahlenquelle an die Wand emittiert und deren Reflektionen gemessen (single-spot-scan), anschließend Profilermittlung durch optische Triangulation

Sensorische Inspektion

Laser

- messbare Informationen:
  Durchmesser, Ovalität, Deformation, Korrosion, Kapazität in Prozent, minimaler / maximaler sowie horizontaler und vertikaler Durchmesser

- Einsatzbereich ab DN 150 (ab DN 200 bei PANORAMO), Aufzeichnung im MPEG1,MPEG2- oder AVI-Format, Auswertung manuell und automatisch

- Probleme: Abweichungen der Lichtquelle von Rohrlängsachse wird als Verformungen interpretiert, Laserlicht wird an Wasserspiegel reflektiert

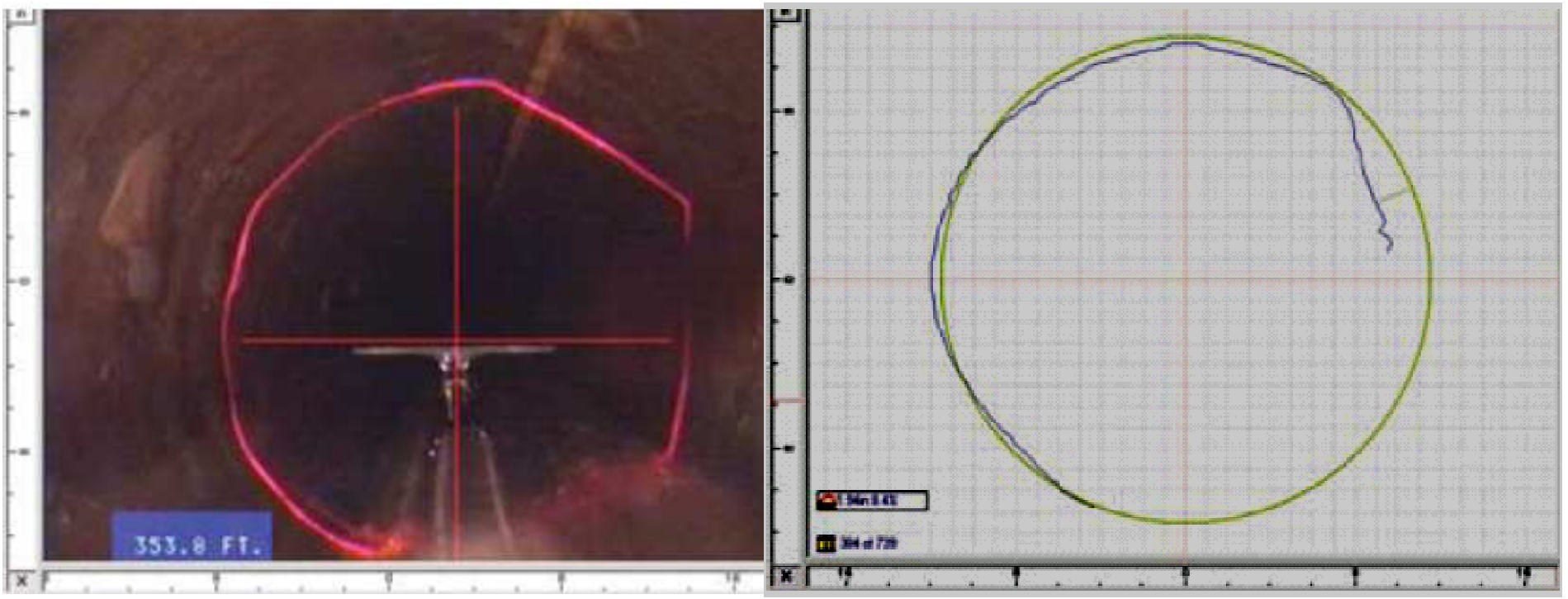
Sensorische Inspektion

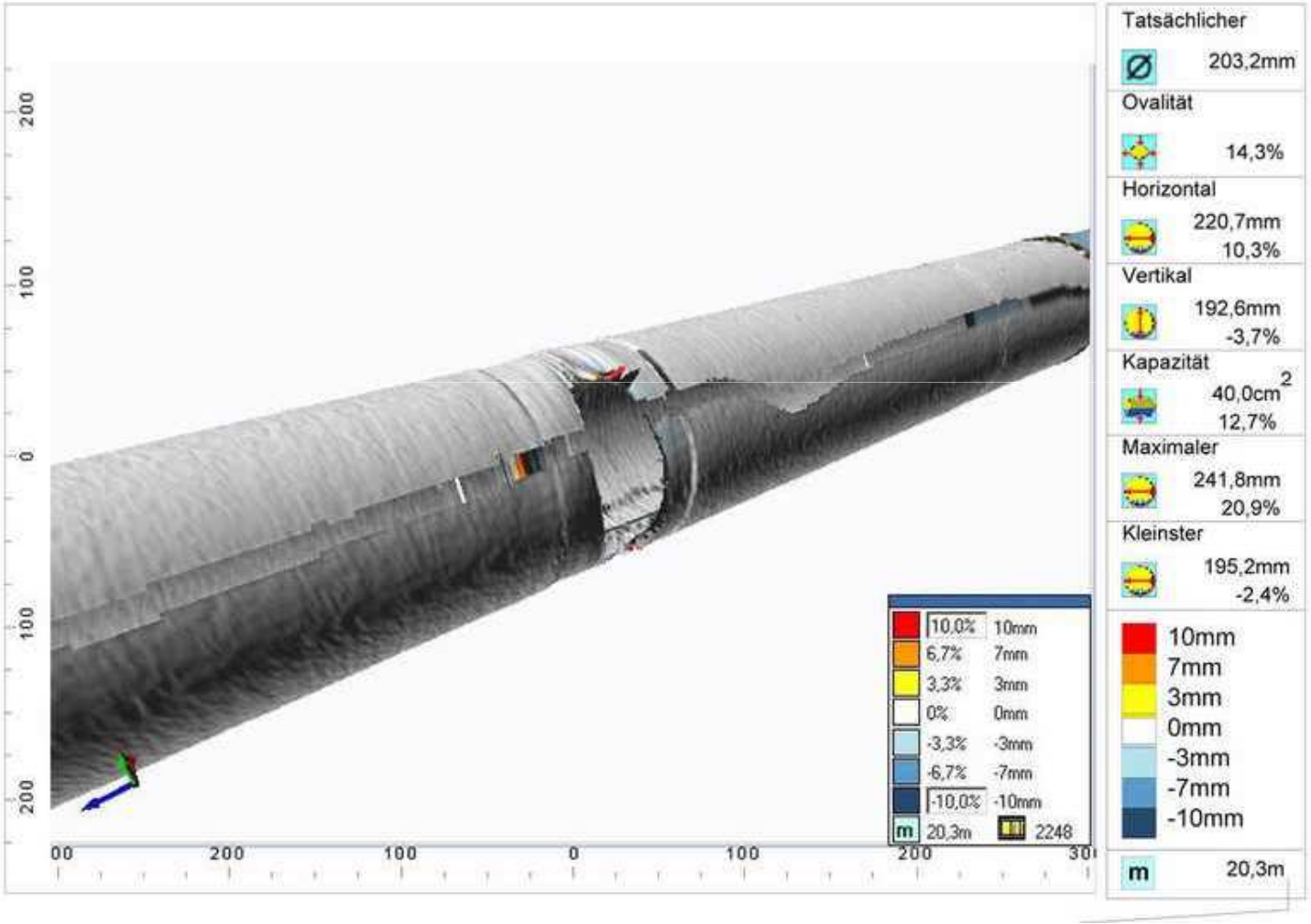
Laser

Laser-Profiler
Quelle: www.ibak.de

Sensorische Inspektion

Laser




Tatsächlicher
Ø 203,2mm
Ovalität
14,3%
Horizontal
220,7mm
10,3%
Vertikal
192,6mm
-3,7%
Kapazität
40,0cm²
12,7%
Maximaler
241,8mm
20,9%
Kleinster
195,2mm
-2,4%
10mm
7mm
3mm
0mm
-3mm
-7mm
-10mm
m 20,3m
10,0% 10mm
6,7% 7mm
3,3% 3mm
0% 0mm
-3,3% -3mm
-6,7% -7mm
-10,0% -10mm
m 20,3m 2248
200
100
0
100
200
00 200 100 0 100 200 30

Sensorische Inspektion

Thermographie

- basiert auf Messung der Infrarotstrahlung, werden hauptsächlich zur Leckortung eingesetzt

- Abwasser ist wärmer, Trinkwasser kälter als umgebendes Erdreich

- ebenfalls sehr gut anwendbar bei Fernwärmesystemen

- spezielle gekühlte Infrarotscanner erfassen Temperaturunterschiede von bis zu 0.01° C

- Infrarotinspektion von Kanälen mit zwei Verfahren:

    1. passives System: von Oberfläche eingesetzt, ohne künstliche Wärmequelle

    2. aktives System: Kanal wird mit Infrarotlampen erwärmt und anschließend die Temperaturentwicklung aus dem Kanal heraus aufgezeichnet

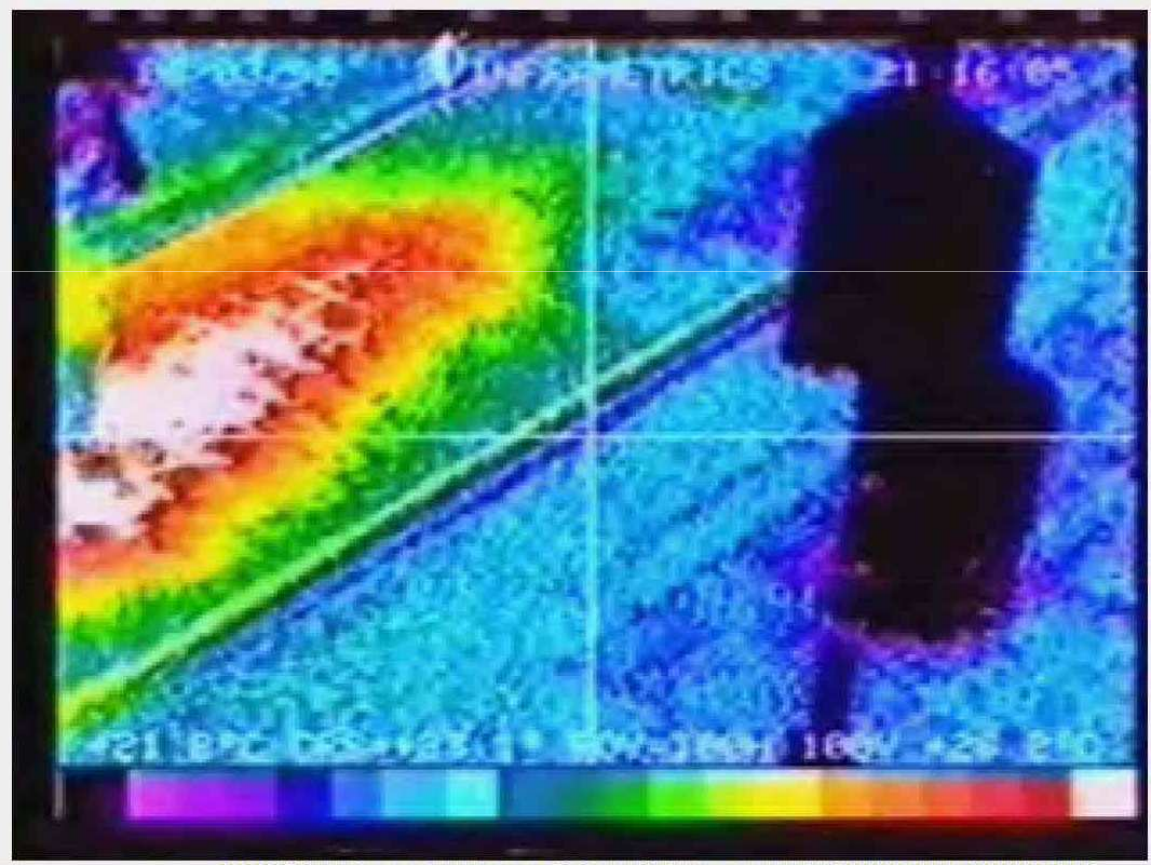
Sensorische Inspektion

Thermographie

Beispiele für Thermographieuntersuchungen
[Quelle: Homepage Sierra Pacific infrared]

Sensorische Inspektion

Thermographie



Beispiele für Thermo-graphieuntersuchungen

[Quelle: Homepage Sierra Pacific infrared]

Sensorische Inspektion

Sonar/Ultraschall

- basiert auf Untersuchungen mit hochfrequenten Schallwellen, zur Ermittlung von Materialeigenschaften und zur Defekterkennung

- Signalgeber sendet pulsierende Schallwellen aus, deren Reflektionen hinsichtlich ihrer Amplitude und des Zeitraumes zwischen Aussendung und Empfang gemessen werden

- Messung lediglich bis zur ersten akustischen Störung, kein Durchdringen der Oberfläche

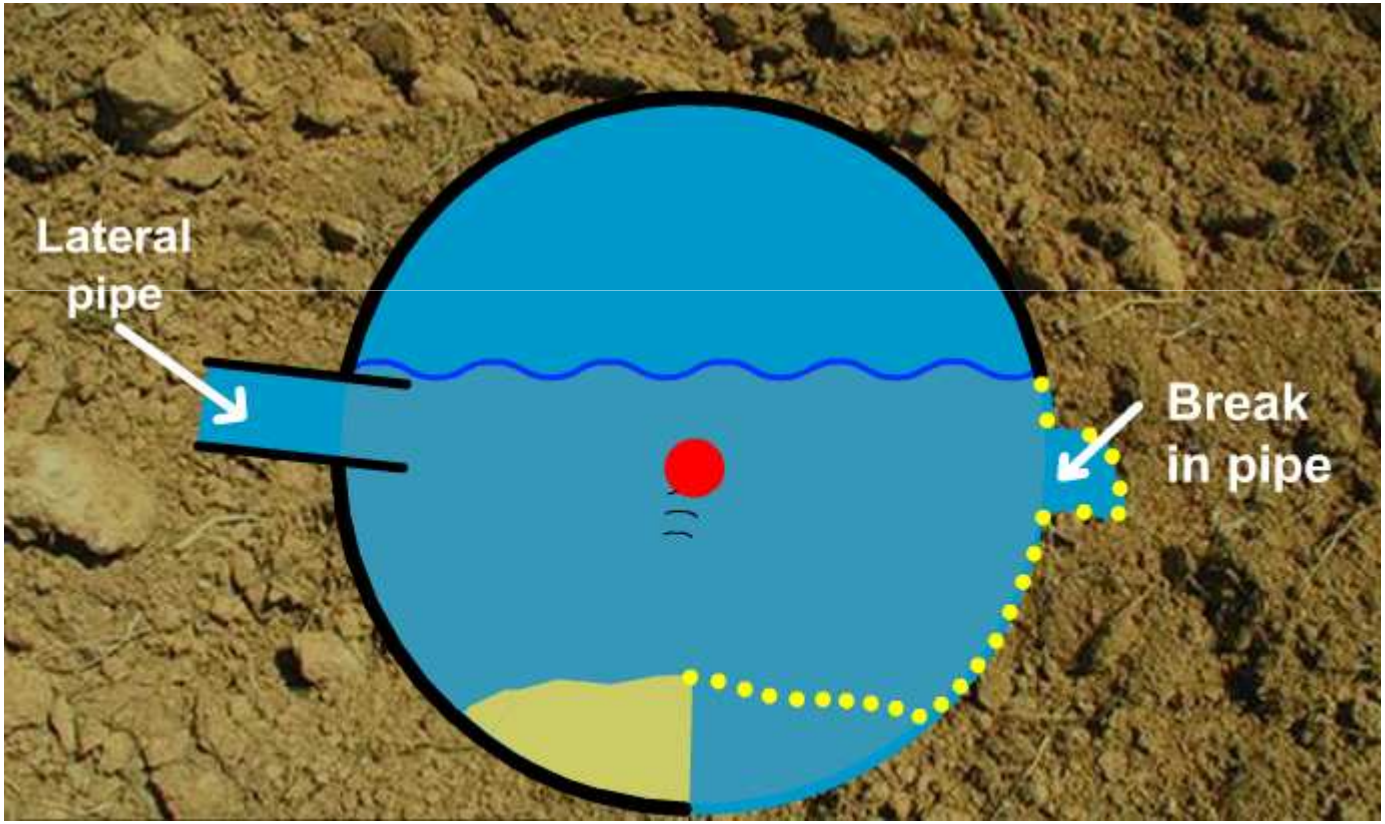
- Frequenz bestimmt Auflösung und Eindringtiefe, je hochfrequenter, desto höher die Auflösung und desto geringer die Eindringtiefe

- gefluteter und trockener Teil können nicht gemeinsam untersucht werden, da sich die Betriebsfrequenzen in Wasser und Luft unterscheiden

- Problem: nachvollziehbare Auswertung und Interpretation der großen aufgezeichneten Datenmenge

Sensorische Inspektion

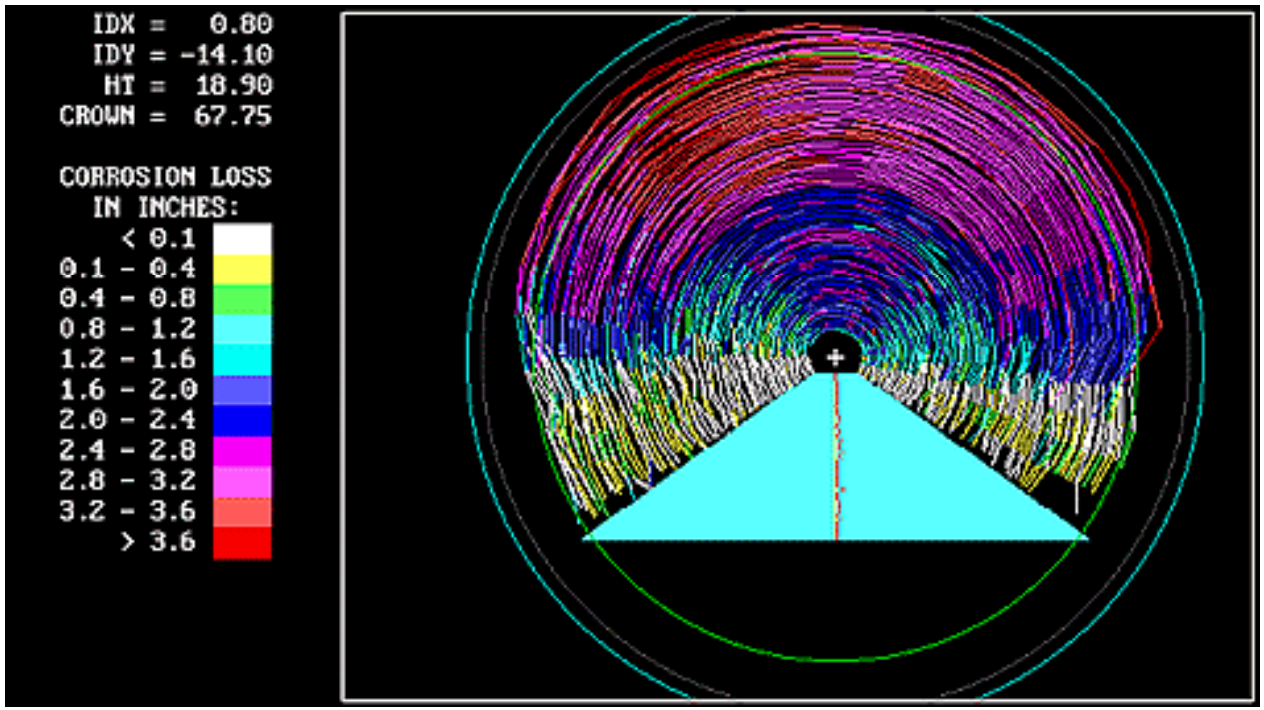
Sonar/Ultraschall



[Quelle: AquaCoustic Remote Technologies Inc.]

Sensorische Inspektion

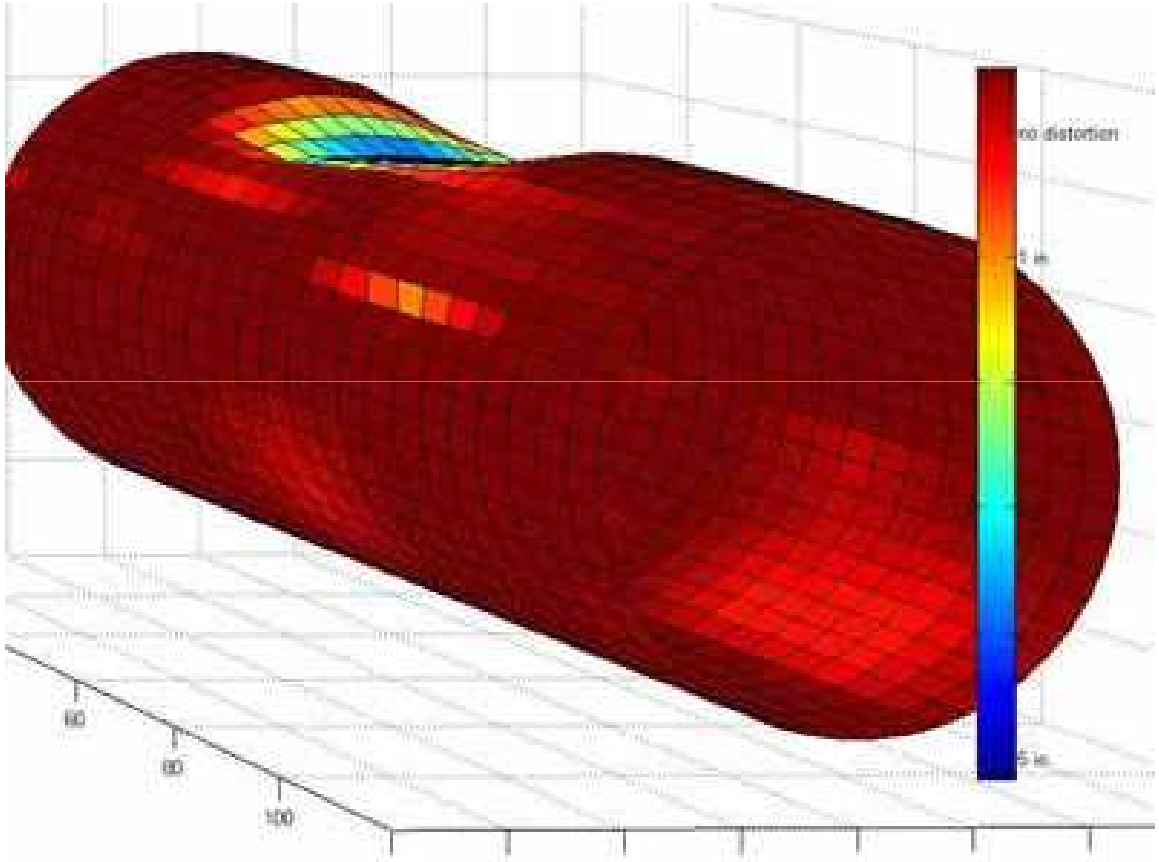
Sonar/Ultraschall



Korrosionsmessung mit Hilfe von Sonarinspektion
[Quelle: www.sonexhome.com]

Sensorische Inspektion

Sonar/Ultraschall



Gerenderte Sonardaten zeigen Rohrdeformation

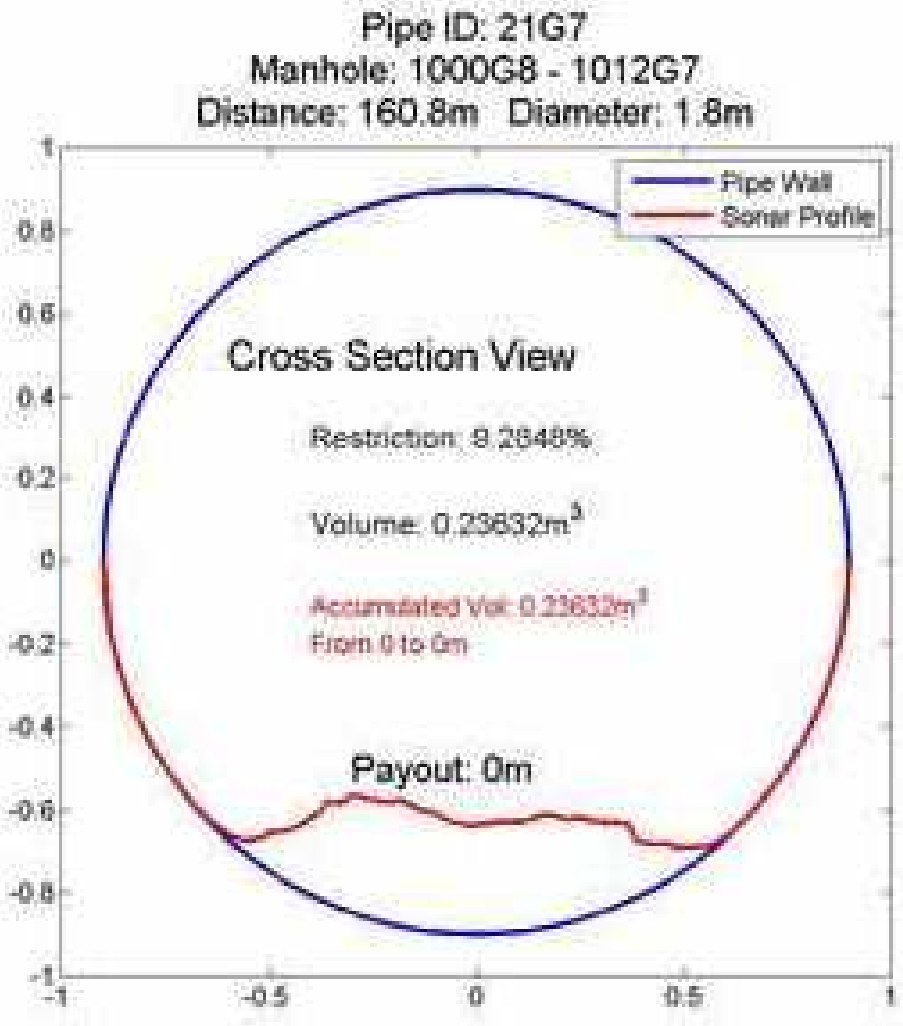
[Quelle: AquaCoustic Remote Technologies Inc.]

Sensorische Inspektion

Sonar/Ultraschall

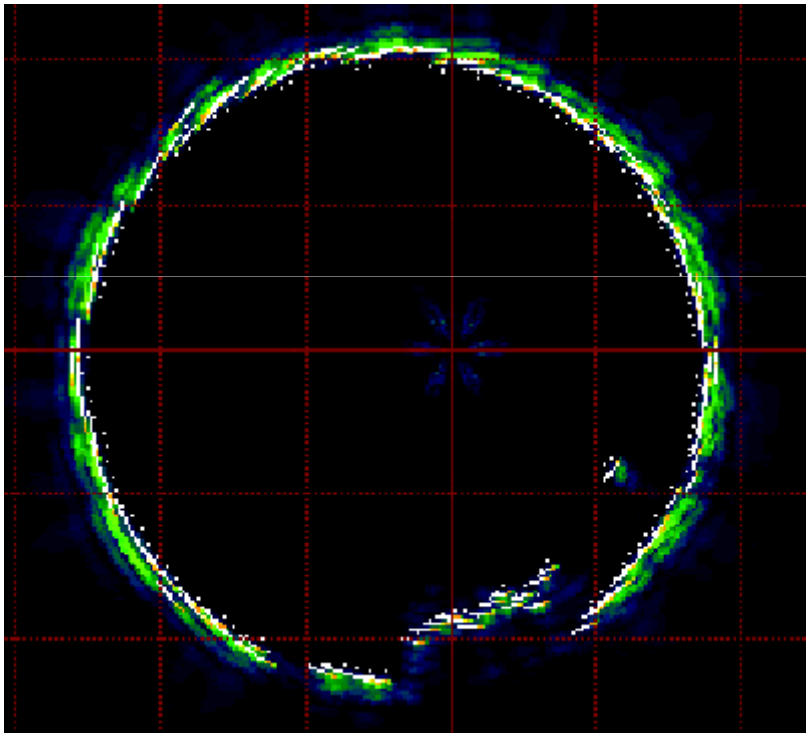
- Bestimmung von Einschränkungen am Querschnitt (Ablagerungs-volumen, Deformationen etc.)

[Quelle: AquaCoustic Remote Technologies Inc.]

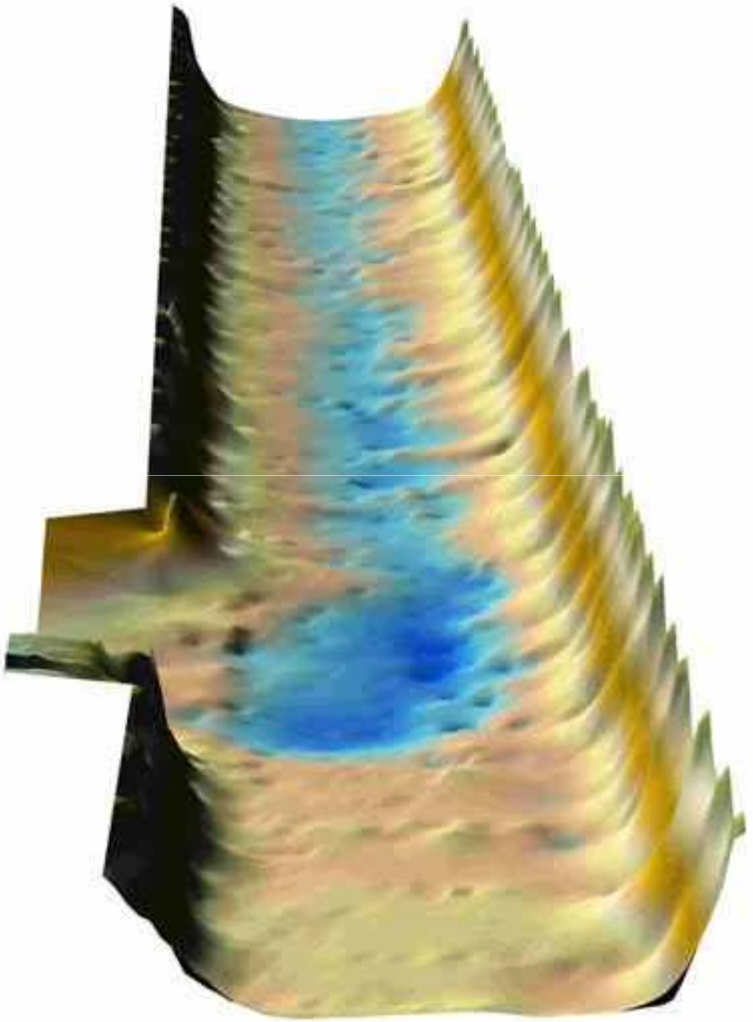


Sensorische Inspektion

Sonar/Ultraschall



[Quelle: AquaCoustic Remote Technologies Inc.]



Sonstige Methoden

Dichtheitsproben durch Druckproben / DIN-EN 1610

zusätzlich zur optischen Inspektion:

- in besonders sensiblen Gebieten, z.B. Trinkwasserschutzgebieten

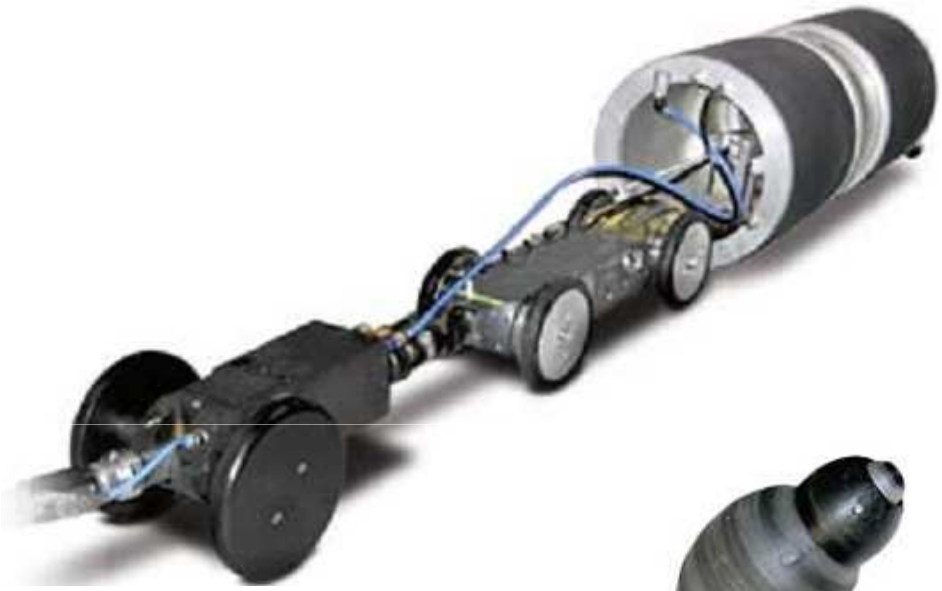
- in Kanälen mit besonderen Anforderungen sind.

- während der Prüfung wird entweder Luft oder Wasser in ein mit Absperrelementen abgetrenntes Haltungsstück eingebracht und mit Hilfe eines Kompressors unter Druck gesetzt

- bei Luftprüfung alternativ auch Unterdruckprüfung

- Druckdifferenz muss für festgelegten Prüfzeitraum aufrechterhalten werden, um Prüfanforderungen gerecht zu werden

- bei Luftprüfung Kontrolle per Manometer kontrolliert, bei Prüfung mit Wasser über die Zugabe von Wasser, dessen Volumen einen bestimmten Grenzwert jedoch nicht übersteigen darf



Muffenprüfung unter Kamerabeobachtung

Stutzenprüfpacker

Quelle: www.ibak.de

Stutzenprüfpacker mit ausgefahrener Satelliten-Absperrblase und Axialsichtkamera

Sonstige Methoden

Färbemittel

Auffinden von

- Netzzusammenhängen
- Verläufen von Leitungen
- Fehlanschlüssen

Färbemittel: i.d.R. Uranin

- fluoreszierender Farbstoff mit starker Färbewirkung

Quelle: http://www.mosbauer-gmbh.de

Sonstige Methoden

Vernebelung

Auffinden von

- unbekannten Anschlussleitungen
- Fehlanschlüssen (insb. Trennkanalisation)

Ablauf:

- zu untersuchender Abschnitt wird mit Signalnebel geflutet, der danach an den angeschlossenen Dachentlüftungen, Schachtdeckeln, Regenrinnen usw. wieder austritt
- geruchsneutral, nicht gesundheitsschädlich

Quelle: http://www.froehlich-kanaltechnik.de

Gliederung

1. Allgemeines
2. Zustandserfassung
3. **Zustandsbewertung**

   Regelwerk, Alternativen

Regelwerk DWA-M 149-3

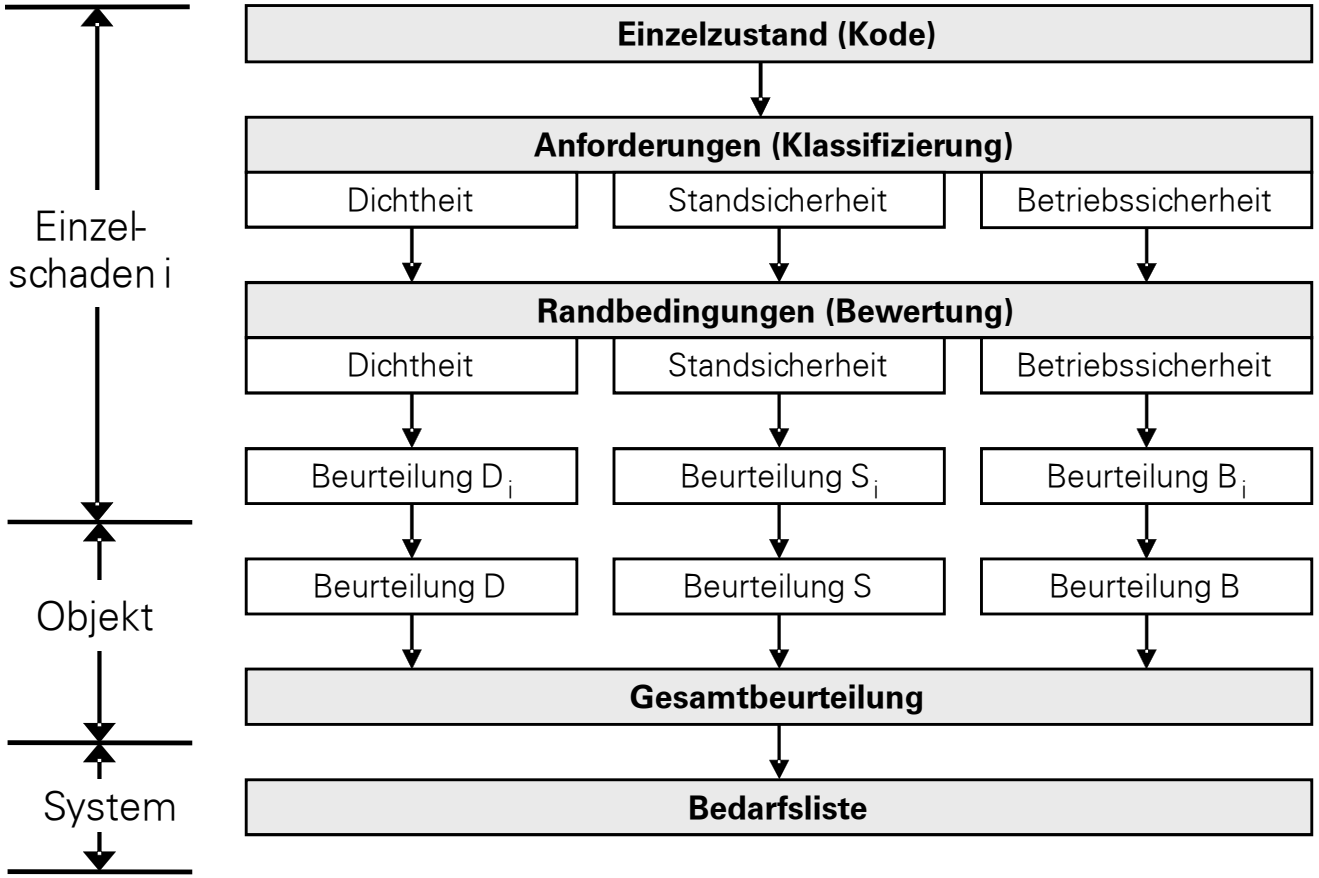
- Regelwerk gibt Rahmen vor, konkretes Modell als Beispiel im Anhang

- Ziel: Auflistung des baulich/betrieblichen Sanierungsbedarfes
⇨ Prioritätenliste

- Einbeziehung von Abnutzungsvorrat, Substanzwert oder möglichen Sanierungsmaßnahmen ausdrücklich **NICHT** angestrebt

- Modelle sind immer Kompromiss zwischen Arbeitsaufwand und Detailgenauigkeit

Regelwerk DWA-M 149-3

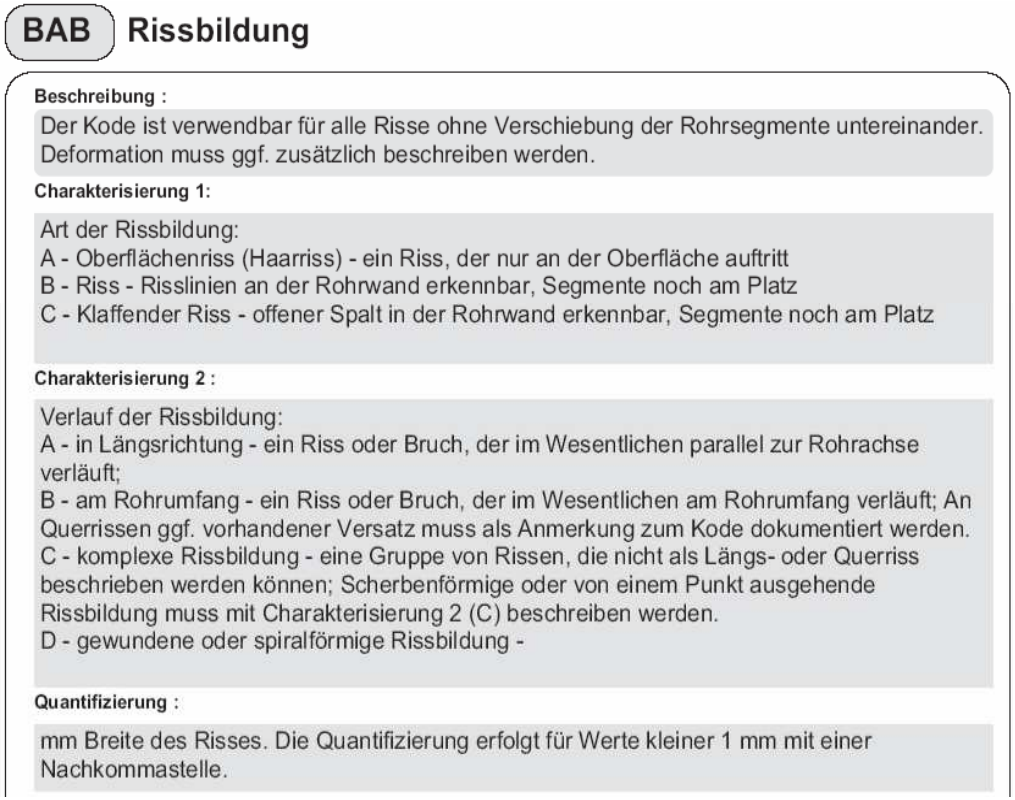


DWA-M 149-3 - Schadensbeschreibung

- Ausgangspunkt ist Inspektionsergebnis als kodierte Schadens-beschreibung (seit 09/2003 DIN EN 13508-2 bzw. DWA-M 149-2, ISYBAU 2006)

- alte Kodierung (ATV-M 143-2, ISYBAU 2001) für begonnene Inspektionsprogramme

⇒ spätesten 2019 Umstellung auf DIN EN 13508-2 zwingend notwendig



BAB **Rissbildung**

Beschreibung :

Der Kode ist verwendbar für alle Risse ohne Verschiebung der Rohrsegmente untereinander. Deformation muss ggf. zusätzlich beschreiben werden.

Charakterisierung 1:

Art der Rissbildung:
A - Oberflächenriss (Haarriss) - ein Riss, der nur an der Oberfläche auftritt
B - Riss - Risslinien an der Rohrwand erkennbar, Segmente noch am Platz
C - Klaffender Riss - offener Spalt in der Rohrwand erkennbar, Segmente noch am Platz

Charakterisierung 2 :

Verlauf der Rissbildung:
A - in Längsrichtung - ein Riss oder Bruch, der im Wesentlichen parallel zur Rohrachse verläuft;
B - am Rohrumfang - ein Riss oder Bruch, der im Wesentlichen am Rohrumfang verläuft; An Querrissen ggf. vorhandener Versatz muss als Anmerkung zum Kode dokumentiert werden.
C - komplexe Rissbildung - eine Gruppe von Rissen, die nicht als Längs- oder Querriss beschrieben werden können; Scherbenförmige oder von einem Punkt ausgehende Rissbildung muss mit Charakterisierung 2 (C) beschreiben werden.
D - gewundene oder spiralförmige Rissbildung -

Quantifizierung :

mm Breite des Risses. Die Quantifizierung erfolgt für Werte kleiner 1 mm mit einer Nachkommastelle.

Schadensdokumentation nach EN 13508-2 / DWA M-149-2

- Vorgehen der Kodierung ähnlich, Kodes und An-ordnung jedoch verschieden

Stelle im Kodiersystem	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Zustand im Kanal	X								
Ergänzung zur ersten Stelle		X,X							
Quantifizierung			nn						
Lage im Querschnitt				X					
Schaden an Verbindung					X				
Lage in Längsrichtung						X			
Photoreferenz							X		
Videoreferenz								X	
Bemerkungen									XX
Beispiel	BAB	C,A	06	3	-	5,50	F16	12:23	-
	BBF	B	-	3	-	5,50	F16	12:23	-
Dekodierung	Riss (BAB); sichtbar geöffnet (C); in Längsrichtung (A); 6 mm breit; rechter Kämpfer (3 Uhr); 5,50m nach Startreferenzpunkt; auf Foto 16;im Video ab 12:23 Infiltration (BBF); tropfend (B); vom rechten Kämpfer (3Uhr); 5,50m nach Startreferenzpunkt; auf Foto 16; im Video ab 12:23								

Schadensdokumentation nach EN 13508-2 / DWA M-149-2

1. Stelle im Kodiersystem: Hauptkode

1. Stelle im Hauptkode:

A … Grundlageninformationen zur Rohrleitung als Ganzes
B … Informationen zu Feststellungen in der Rohrleitung
C … Grundlageninformationen zum Schacht als Ganzes
D … Informationen zu Feststellungen im Schacht

Schadensdokumentation nach EN 13508-2 / DWA M-149-2

1. Stelle im Hauptkode:

A … Grundlageninformationen zur Rohrleitung als Ganzes

B … Informationen zu Feststellungen in der Rohrleitung

BA Hauptkode zur **Struktur** der Leitung (Riss, Bruch usw.)

BB Hauptkode zum **Betrieb** der Leitung (Wurzeln, Ablagerungen, Infiltration usw.)

BC Hauptkode zur **Bestandsaufnahme** (Anschluss usw.)

BD Weitere Hauptkodes (Foto, keine Sicht usw.)

⇒ BA und BB für Zustandsbewertung relevant

DWA-M 149-3 - Schadensklassifizierung

- Beurteilung von Schäden hinsichtlich

Dichtheit D
Standsicherheit S
Betriebsicherheit B

Tabelle 1: Relevanz der Kodes von Kanälen und Leitungen

Beschreibung	Haupt-kode	Charakterisierung 1	Charakterisierung 2	D	S	B
Verformung (biegesteif und biegeweich)	BAA	A,B	-	o	+	+
Rissbildung	BAB	A	A	o	+	o
Rissbildung	BAB	B,C	A,B,C,D	+	+	o
Rohrbruch/Einsturz	BAC	A,C	-	+	+	+
Rohrbruch/Einsturz	BAC	B	-	+	+	o
Defektes Mauerwerk	BAD	A,C,D	-	+	+	+
Defektes Mauerwerk	BAD	B	A,B	+	+	o
Fehlender Mörtel	BAE	-	-	+	+	o
Oberflächenschaden	BAF	A,C,D,E	A,C,D,E	o	+	+
Oberflächenschaden	BAF	B	A,E	o	+	+
Oberflächenschaden	BAF	F,G,H	A,B,C,D,E	o	+	+
Oberflächenschaden	BAF	J	C,D,E	o	+	+
Oberflächenschaden	BAF	I,Z	A,C,D,E	+	+	+
Einragender Anschluss	BAG	-	-	o	o	+
Schadhafter Anschluss	BAH	B,C,D	-	+	o	o
Schadhafter Anschluss	BAH	Z	-	+	+	o
Einragendes Dichtungsmaterial	BAI	A	A,B,C,D	+	o	+
Einragendes Dichtungsmaterial	BAI	Z	-	o	o	+
Verschobene Verbindung	BAJ	A,C	-	+	+	o
Verschobene Verbindung	BAJ	B	-	+	+	+
Schadhafte Innenauskleidung	BAK	Z	A,B,C,D,I,J,N	o	o	+
Schadhafte Innenauskleidung	BAK	Z	E,F,L,M,O,Q,R	+	o	o
Schadhafte Innenauskleidung	BAK	Z	H,K	o	+	+
Schadhafte Innenauskleidung	BAK	Z	P	+	+	o
Schadhafte Innenauskleidung	BAK	Z	Z	+	+	+
Schadhafte Reparatur	BAL	Z	A,B,D,K,L,M,N,O,Q	+	o	o
Schadhafte Reparatur	BAL	Z	C,F,G,H,I,J,P	o	o	+
		Z	Z	+	o	+
		A,B,C	-	+	+	o
		-	-	+	+	o
		-	-	+	+	o
		-	-	+	+	o
		A,B,C	-	+	o	+
		A,B,C,Z	-	o	o	+
		A,B,C,Z	-	o	o	+
		A,B,C,D,Z	-	+	+	+
		A,B,C,E,F,H,Z	-	o	o	+
		D,G	-	+	o	+
		A,B,C,D	-	+	+	+
		-	-	+	+	o
		A,B,Z	A,B,C,Z	o	o	+
		A,B	A,B	o	o	+

herheit

Tabelle 1: Relevanz der Kodes von Kanälen und Leitungen

Beschreibung	Haupt-kode	Charakterisierung 1	Charakterisierung 2	D	S	B
Verformung (biegesteif und biegeweich)	BAA	A,B	-	o	+	+
Rissbildung	BAB	A	A	o	+	o
Rissbildung	BAB	B,C	A,B,C,D	+	+	o

DWA-M 149-3 - Schadensklassifizierung

- Zuordnung von Zustandsklassen zu den Einzelschäden über Tabellen

- Zustandsklasse D,S,B des Objekts ergibt sich aus jeweils schlechtestem Einzelschaden

Tabelle A.3: Rissbildung

Haupt-kode	Charakte-risierung		Anforde-rungen			Maß-einheit	Zustandsklasse				
	Ch1	Ch2	D	S	B		0	1	2	3	4
BAB	A	A		x		mm					alle
	B,C	A,B, C,D	x			mm		≥ 2	≥ 1 < 2	< 1	
		B		x		mm					alle
		C,D		x		mm	Einzelfallbetrachtung				

DWA-M 149-3

Anlagen zu Anhang A

Anlage 1 Tabellen zur Klassifizierung von Kanälen/ Leitungen

In den folgenden Tabellen beziehen sich die Maßeinheiten auf die DIN EN 13508-2 in Verbindung mit dem Merkblatt DWA-M 149-2.

Tabelle A.2: Verformung

Haupt-kode	Charakte-risierung		Anforde-rungen			Maßein-heit	Zustandsklasse					Geltungs-bereich
	Ch1	Ch2	D	S	B		0	1	2	3	4	
BAA	A,B	-		x		% d	≥7	≥ 4 < 7	≥ 3 < 4	≥ 1 < 3	< 1	biegesteif
				x		% d	>15	≥ 10 < 15	≥ 6 < 10	≥ 2 < 6	< 2	biegeweich
					x	% d	≥50	≥ 40 < 50	≥ 25 < 40	≥ 10 < 25	< 10	

Tabelle A.3: Rissbildung

Haupt-kode	Charakte-risierung		Anforde-rungen			Maß-einheit	Zustandsklasse					Geltungs-bereich
	Ch1	Ch2	D	S	B		0	1	2	3	4	
BAB	A	A		x		mm					alle	
	B,C	A,B, C,D	x			mm		≥ 2	≥ 1 < 2	< 1		
		A		x		mm	≥ 8	≥ 5 < 8	≥ 3 < 5	≥ 1 < 3	< 1	allgemein
				x		mm	≥ 3	≥ 2 < 3	≥ 1 < 2	≥ 0,5 < 1	< 0,5	≤ DN 300*
				x		mm	≥ 5	≥ 3 < 5	≥ 2 < 3	≥ 1 < 2	< 1	> DN 300 ≤ DN 500*
				x		mm	≥ 8	> 4 < 8	> 3 < 4	> 2 < 3	< 2	> DN 500 ≤ DN 700*
		B		x		mm					alle	
		C,D		x		mm	Einzelfallbetrachtung					

ANMERKUNG
* gültig für Risslänge größer oder gleich der Einzelrohrlänge in den Nennweiten kleiner gleich 700 mm aus Steinzeug oder unbewehrtem Beton

DWA-M 149-3 - Objektklassifizierung

- Zustandsklasse D,S,B ergibt sich aus jeweils schwerstem Einzelschaden
- Zuordnung von Zustandspunkten D,S,B zu den Zustandsklassen

$$ZP_j = ZP_0 + ZP_{zj}$$

ZP_0 klassenspezifischer Startwert gemäß Tabelle A.1

Zustandsklasse Objekt	Startwert ZP_0
0	400
1	300
2	200
3	100
4	0

ZP_{zj} Zuschlag zu den Zustandspunkten für jede Anforderung wie folgt:

$$ZP_{zj} = 50 \cdot SD_j$$

SD_j relative gewichtete Schadensdichte [m/m]

$$SD_j = \sum((5 - K_{i,j}) \cdot \Delta L_i) / ((5 - K_j) \cdot OL)$$

mit

ΔL_i Schadenslänge (Rechenwert ≥ 2,5 m bei Kanälen/Leitungen und ≥ 0,5 m bei Schächten)

OL Objektausdehnung (Haltungslänge, Schachttiefe)

DWA-M 149-3 - Objektbewertung

- Ermittlung jeweils eines Bewertungsfaktors F ($0 \leq F \leq 1$) für D,S,B anhand der vorliegenden Randbedingungen

- Berechnung der Bewertungspunkte für D,S,B

$$BP_j = 500 + ZP_j + 50 \cdot F_j$$

- Ermittlung einer Sanierungsbedarfszahl aus Bewertungspunkten D,S,B

$$SZ = \text{INT}\,(BP_1 / 100) \cdot 10^3 + \text{INT}\,(BP_2 / 100) \cdot 10^2 + \text{INT}\,(BP_3 / 100) \cdot 10 + \text{INT}\,(\sum xx_l / 30)$$

mit $BP_1 > BP_2 > BP_3$

xx_l	letzte 2 Stellen der jeweiligen Bewertungspunkte
INT(x)	Ganzzahl (x)

DWA-M 149-3 - Objektbewertung

- Beurteilung der Sanierungsbedarfszahl

SZ	Handlungsbedarf	Zustands-beurteilung
$SZ \geq 9.000$	sofort	sehr starker Mangel (Gefahr im Verzug)
$8.000 \leq SZ < 9.000$	kurzfristig	starker Mangel
$7.000 \leq SZ < 8.000$	mittelfristig	mittlerer Mangel
$6.000 \leq SZ < 7.000$	langfristig	leichter Mangel
$5.000 \leq SZ < 6.000$	kein Handlungs-bedarf, geringfü-gige Schäden	geringfügiger Mangel
$SZ = 0$	schadensfrei	kein Mangel

Zustandsbewertung nach DWA-M 149-3

- Systeme zur Zustandsklassifizierung: Schadensklasse des schwersten Einzelschadens als Maß für die Sanierungs**priorität** (Dringlichkeit)

⇨ kleiner Abschnitt bestimmt Zustandsbewertung

⇨ Abnutzungsvorrat der Haltung (**Substanz**) nicht abgebildet

- Substanz ist
  - grundlegende Information zur Wahl der Sanierungsart
  - Kriterium für Restnutzungsdauerprognose

⇨ strategische Sanierungsplanung

⇨ Bewertung der Anlagen (z.B. Eröffnungsbilanz für Doppik)

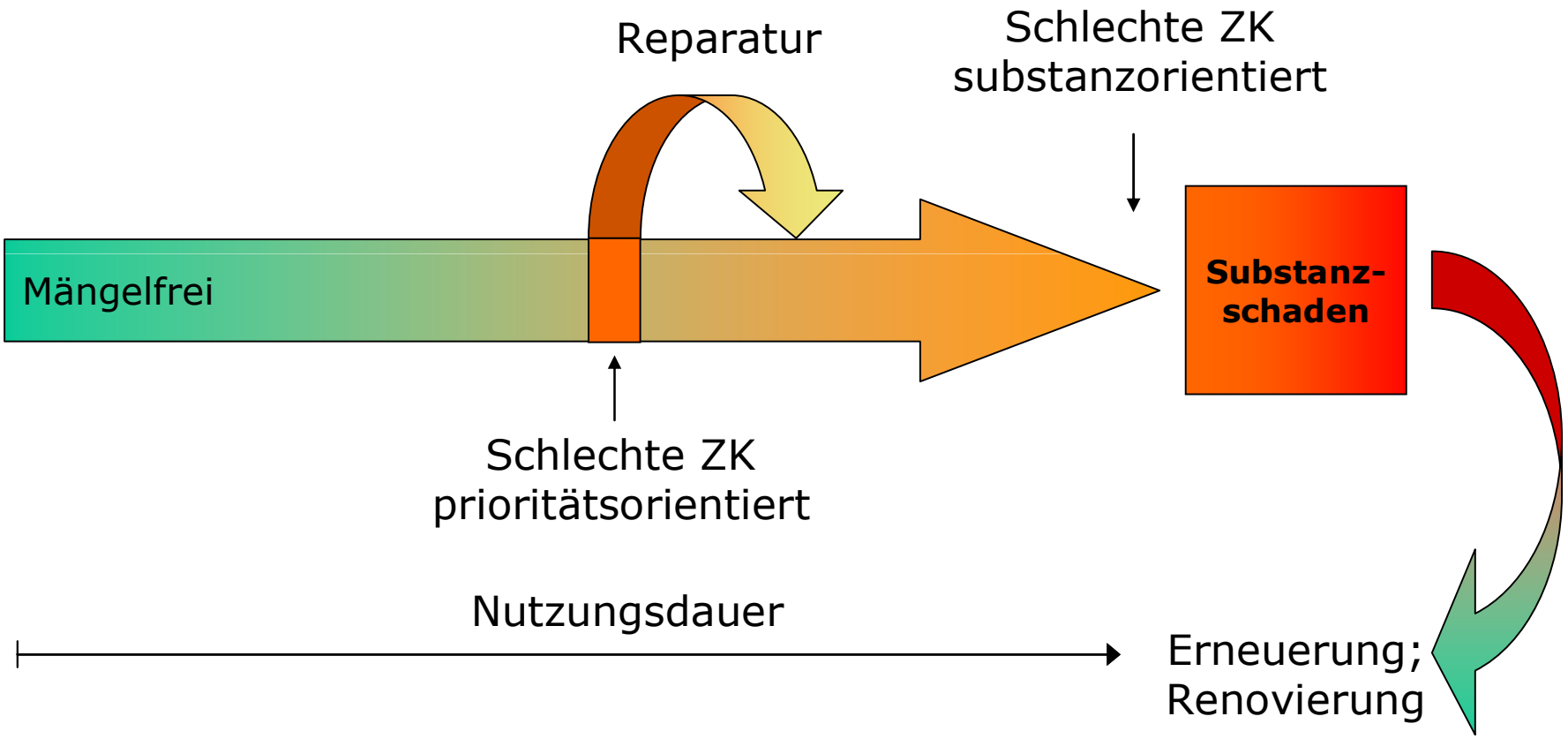
Priorität - Substanz

⇨ Reparatur

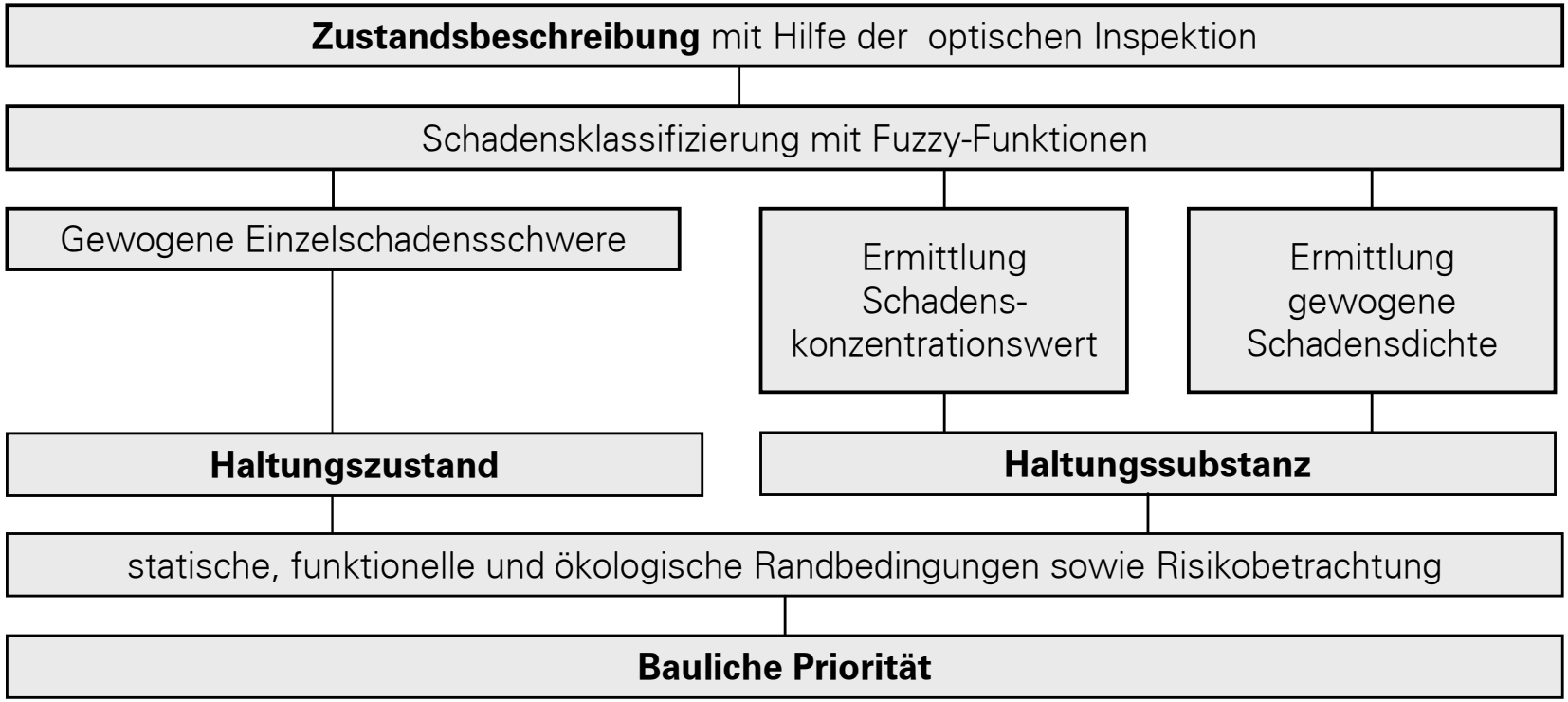
⇨ Renovierung oder Erneuerung

Quelle: A. Uhlenbroch, Stein und Partner Consult, 2006

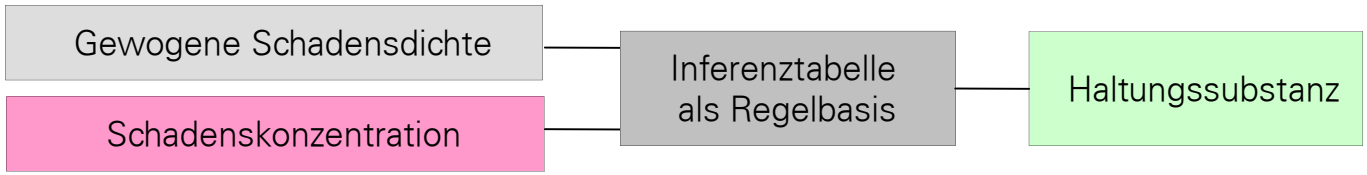
Zustandsbewertung Kanalisation



Modell Status Kanal von Stein und Partner



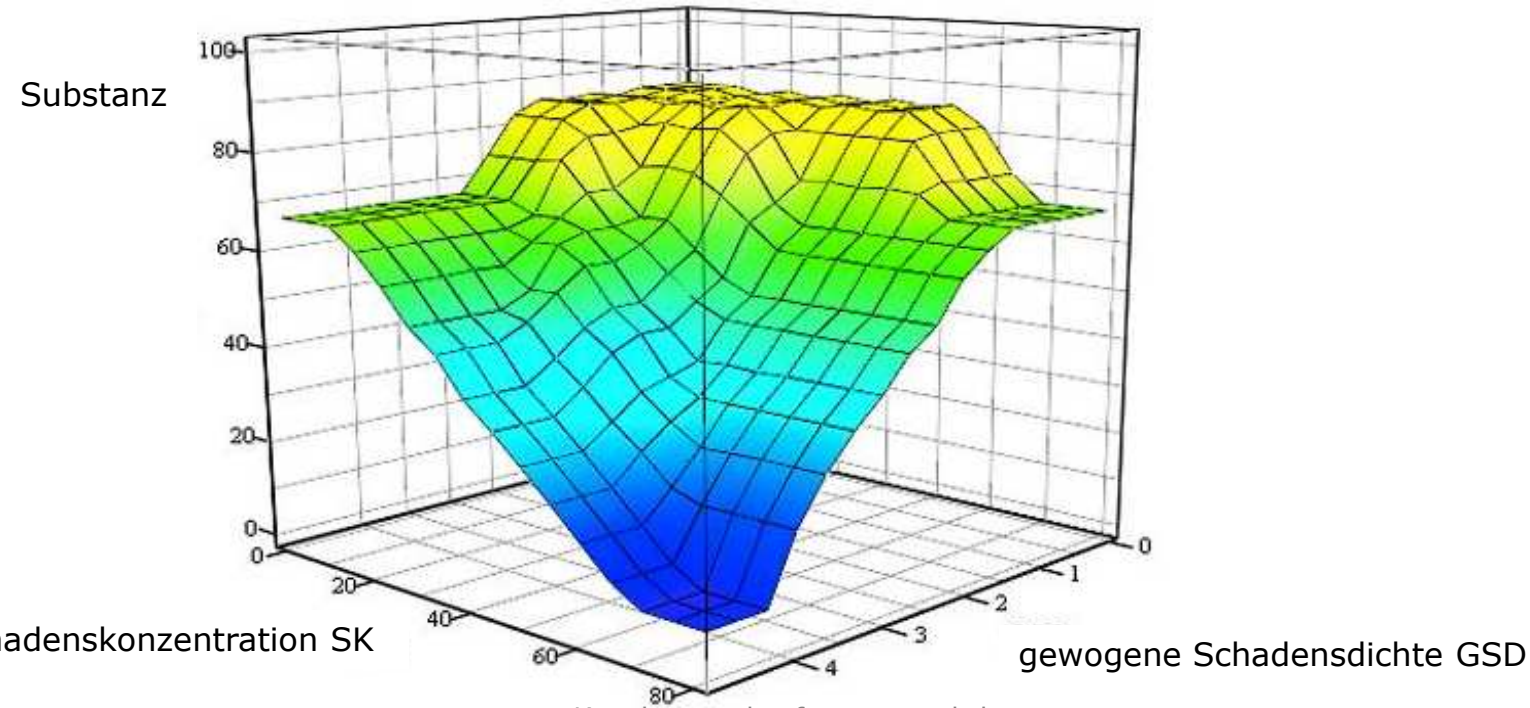
Modell Status Kanal von Stein und Partner



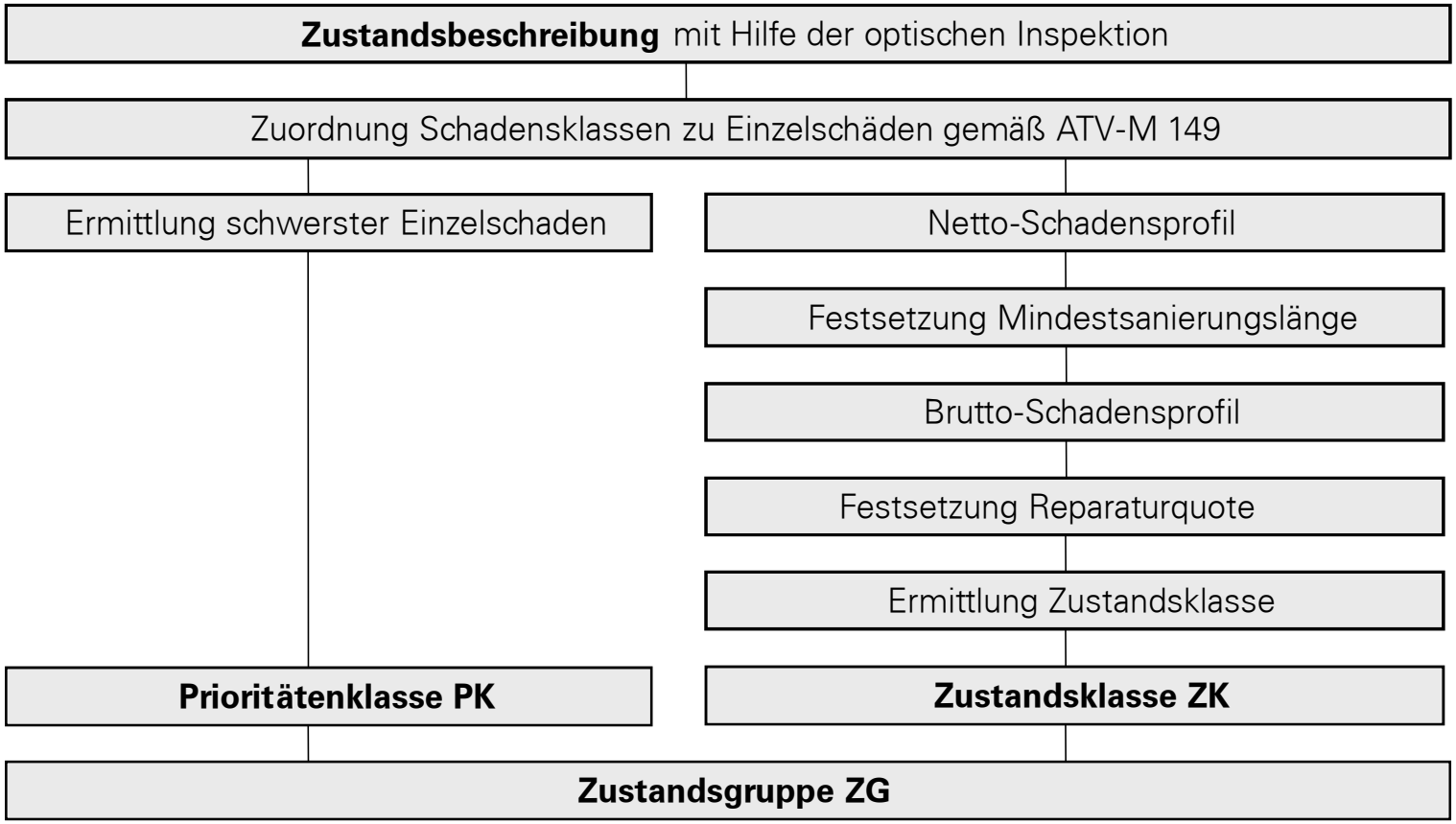
Inferenztabelle		Schadenskonzentration (SK)					
		äußerst niedrig	sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch
Gewogene Schadensdichte (GSD)	äußerst niedrig	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ausgezeichnet	sehr gut
	sehr niedrig	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ausgezeichnet	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	niedrig	ausgezeichnet	sehr gut	sehr gut	gut	gut	gut
	mittel	sehr gut	sehr gut	gut	mittel	mittel	mittel
	hoch	sehr gut	gut	gut	mittel	schlecht	schlecht
	sehr hoch	sehr gut	gut	mittel	schlecht	sehr schlecht	äußerst schlecht

Modell Status Kanal von Stein und Partner

- Auswertung der Haltungssubstanz als Ergebnisraum in Abhängigkeit von Schadenskonzentration und gewogener Schadensdichte



Bietigheimer Modell nach Hochstrate



Bietigheimer Modell - Zustandsgruppen

- Zustandsgruppen sind folgendermaßen definiert:

  1. ZG: Rückstand Gesamtsanierung
  (Renovation oder Erneuerung der gesamten Haltung erforderlich)

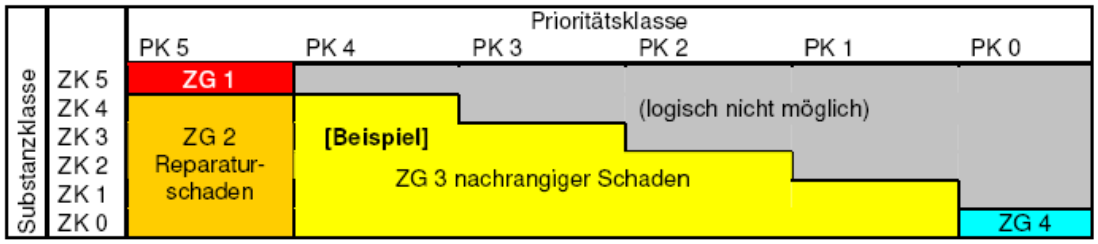
  2. ZG: Rückstand Teilsanierung
  (punktuelle Sanierung erforderlich)

  3. ZG: Nachrangige Mängel
  (kein aktueller Handlungsbedarf, jedoch verkürzte Restnutzungsdauer gemäß haltungsindividueller Prognose)

  4. ZG: Mängelfreie Haltungen
  (mittelfristig kein Handlungsbedarf, Restnutzungsdauer nach örtlicher Alterungsfunktion)

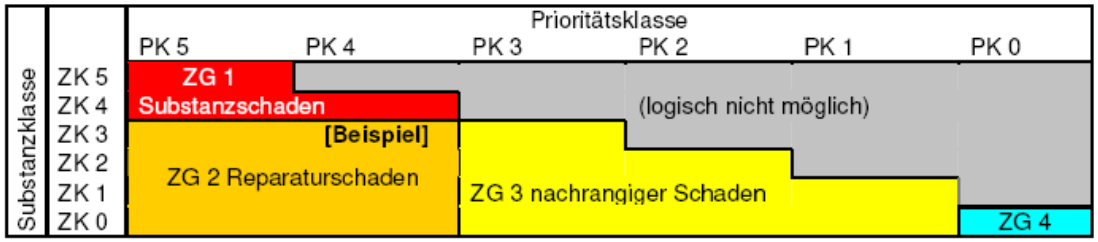
Bietigheimer Modell - Zustandsgruppe

Reduzierte Anforderungen



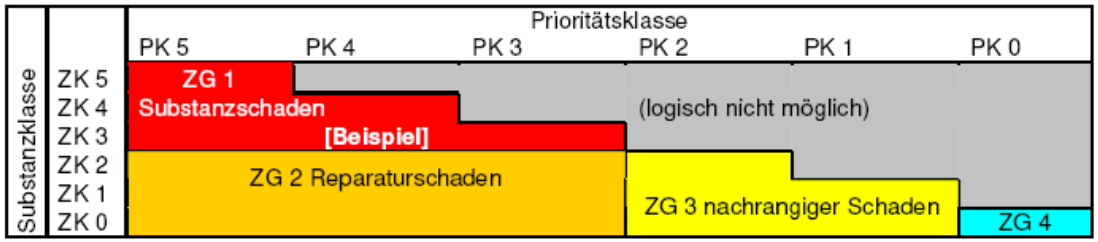
reduzierte Anforderungen
(Regenwasserkanäle):
PK 4 + ZK 3 = ZG 3
⇒ abwarten

Normale Anforderungen



normale Anforderungen
(Schmutzwasserkanäle):
PK 4 + ZK 3 = ZG 2
⇒ reparieren

Erhöhte Anforderungen



erhöhte Anforderungen
(Trinkwasserschutzgebiet):
PK 4 + ZK 3 = ZG 1
⇒ renovieren

Zusammenfassung

- „klassische" Systeme:
    - ATV, DWA, Arbeitshilfen Abwasser
    - orientieren sich am schwersten Einzelschaden ⇒ Priorität
    - keine Betrachtung der „Substanz"
    - können Handlungsbedarf abbilden ⇒ kurzfristige Sanierung
- „alternative" Systeme:
    - bewerten zusätzlich noch „Substanz" durch Einbeziehung von Schwere, Ausprägung und Ausdehnung aller Schäden
    - benutzen unterschiedliche Definitionen von „Substanz"
    - haben stetigen Klassenverlauf
    - für strategische, langfristige Sanierungsplanung

⇒ **Kombination beider Methoden**

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Vielen Dank.

Dr.-Ing. Torsten Schmidt

Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau
Fachbereich Stadtbauwesen und Stadttechnik

0351 / 463 32084
torsten.schmidt@tu-dresden.de

Zertifizierter Kanalsanierungsberater der DWA