

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anhang zum Abschlussbericht



Impressum

Verbundkoordination



Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres
FH Aachen
Fachbereich Bauingenieurwesen
Lehrgebiet Netzmanagement
Bayernallee 9
52066 Aachen Germany

Autoren und Mitwirkende



FH Aachen
Fachbereich Bauingenieurwesen
Lehrgebiet Netzmanagement

*Thomas Breuer, M.Sc.
Dipl.-Ing. Angela Funke-Kleinken
Dipl.-Ing. Sylvia Gredigk-Hoffmann
Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres
Mustafa Sariyildiz, M.Eng.*



HS Magdeburg Stendal
Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft /
Infrastrukturentwicklung

*Stefan Orlik, M.Eng.
Prof. Dr.-Ing. Torsten Schmidt*



Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH

*Dr.-Ing. Nicolas Caradot
Dr.-Ing. Pascale Rouault
Malte Zamzow, M.Sc.*



Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

*Dipl.-Ing. Michael Hippe
Dipl.-Ing. Thomas Wedmann*



Ingenieurbüro Dr.-Ing. Klaus Hochstrate

Dr.-Ing. Klaus Hochstrate



**Dr.-Ing. Pecher und Partner
Ingenieuresellschaft mbH**

Dipl.-Ing. Klaus-Jochen Sympher



SiwaPlan Ingenieuresellschaft mbH

Dr.-Ing. Martin Wolf



Stein Infrastructure Management GmbH

*Dr.-Ing. Robert Stein
Dipl.-Ing. Adrian Uhlenbroch*



3S Consult GmbH

*Dipl.-Ing. Ingo Kropp
Dipl.-Physiker Alexander Kästner*



Gelsenwasser AG

*Dr.-Ing. Agnes Janda
Dipl.-Ing. Christoph Plogmeier*



hanseWasser Bremen GmbH

*Dipl.-Ing. Rüdiger Jathe
Dipl.-Ing. Ralph Zwafink*

Zitierhinweis

Kerres, K. et al. (2021): Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (*SubKanS*). Abschlussbericht des BMWi-Verbundvorhabens *SubKanS*. Förderkennzeichen 03TNH007A-J. FH Aachen

Erklärung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter den Förderkennzeichen 03TNH007A-J gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

WIPANO

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Aachen, März 2021

Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres

Inhaltsverzeichnis Anhang

- Anlage 1: Vorhabenbeschreibung der DWA zur Erstellung eines Merkblattes DWA-M 149-10 „Substanzklassifizierung“
- Anlage 2: Einzelschadenskatalog Haltungen
- Anlage 3: Einzelschadenskatalog Schächte
- Anlage 4: Zuordnung von Schadensart und -ausprägung zu Feststellungen gemäß Schadenskatalog der DIN EN 13508-2
- Anlage 5: Herleitung zur Klassenanzahl bei der Kalibrierung der Modellparameter
- Anlage 6: Herleitung der Methode zu signifikanten Unterschieden zwischen Trefferquoten
- Anlage 7: Kostengrundlagen für die vereinheitlichte Ermittlung der Sanierungsempfehlungen im Rahmen der *SubKanS*-Kalibrierung
- Anlage 8: Beispielhafte Anwendung der Substanzklassifizierung gem. *SubKanS*-Ansatz
- Anlage 9: Dokumentation Expertenrunde 1
- Anlage 10: Dokumentation Expertenrunde 2
- Anlage 11: Programm Expertenrunde 3
- Anlage 12: Liste der Veröffentlichungen
- Anlage 13: Liste der Abstimmungsrunden im Durchführungszeitraum von *SubKanS*

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 1:

Vorhabenbeschreibung der DWA zur Erstellung eines Merkblattes
DWA-M 149-10 „Substanzklassifizierung“



Vorhabensbeschreibung

Erarbeitung eines Merkblattes DWA-M 149-10 „Substanzklassifizierung“

| | | | |
|---|--|------------------------|---|
| Vorhaben: | Erarbeitung eines Merkblattes DWA-M 149-10 „Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 10: Substanzklassifizierung“ | | |
| Zuständiger HA: | HA ES „Entwässerungssysteme“ | Zuständiger FA: | FA ES-8 „Zustandserfassung und Sanierung“ |
| Vorhabensveranlassung: | In der Fachausschusssitzung ES-8 „Zustandserfassung und Sanierung“ am 09.10.2019 wurde angeregt, eine Vorhabenbeschreibung zum Thema „Substanzklassifizierung“ zu erstellen. | | |
| Vorhabenziele: | <p>Schaffung eines einheitlichen Verständnisses der Substanzklassifizierung und die Entwicklung einer standardisierten Methodik zur Ermittlung der Substanzklasse von Abwasserkanälen und Schächten.</p> <p>Der Standard soll im Einzelnen die folgenden Eigenschaften aufweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Methodik wie auch das Ergebnis muss den Anforderungen von Betreibern und Anwendern an die Praxistauglichkeit genügen. U.a. muss die Berechnungsgrundlage der Substanzklassifizierung den allgemein verfügbaren Daten von Betreibern und Anwendern Rechnung tragen. • Aus Gründen der Praxistauglichkeit und Akzeptanz soll die Methodik zur Substanzklassifizierung größtmögliche Analogien zur Methodik der Zustandsklassifizierung gem. DWA-M 149-3 aufweisen. • Es ist zu prüfen, welchen Beitrag die Substanzbeurteilung zur Aufstellung einer Sanierungsstrategie und der damit verbundenen Finanzplanungen leisten kann. • Die Substanzklasse soll Hinweise darauf geben, welches Sanierungs(haupt)verfahren für eine Kanalhaltung bzw. ein Schacht aus technischer Sicht wahrscheinlich ist. | | |
| Zielgruppe: | Netzbetreiber und beratende Ingenieurbüros, die sich mit der Erstellung von Sanierungskonzepten für Kanalisationen befassen | | |
| Art der Veröffentlichung mit Begründung: | <input type="checkbox"/> Arbeitsblatt <input checked="" type="checkbox"/> Merkblatt | | |
| Geplanter Bearbeitungszeitraum: | Von: 2020 bis: 2022 | | |
| Einschätzung der BGSt zum Bedarf: | hoher Bedarf | | |
| Bemerkungen: | Das Merkblatt wird von der Arbeitsgruppe ES-8.9 „Sanierungsstrategien“ (Sprecher: Dipl.-Ing. Hans-Peter Becker) in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe ES-8.1 „Zustandserfassung und-beurteilung“ (Sprecher: Dr.- | | |

Ing. Martin Keding) im Fachausschuss ES-8 „Zustandserfassung und Sanierung“ (Obmann: Dr.-Ing. Christian Falk) erarbeitet.

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 2: Einzelschadenskatalog Haltungen



Anlage 2

Tabellen zur Einzelschadensklassifizierung von Kanälen/Leitungen

In der nachfolgenden Klassifizierung von Einzelschäden wird das Merkblatt DWA-M 149-3 zugrunde gelegt (DWA, 2015a). In den Bereichen, in denen im Merkblatt eine Einzelfallbetrachtung angesetzt wird, wird stattdessen auf die Baufachliche Richtlinien Abwasser (BFR, 2019) zurückgegriffen (blau hinterlegte Zeile).

Bei der Rissbildung unterscheiden sich die für die Bewertung der Standsicherheit verwendeten Klassengrenzen des Merkblattes DWA-M 149-3 von denen der Baufachlichen Richtlinien Abwasser (z. B. wird bezüglich der Standsicherheit ein klaffender Riss im Merkblatt für den allgemeinen Geltungsbereich ab 8 mm einer Bewertung ZKO zugeordnet, bei den Baufachlichen Richtlinien hingegen erst ab 10 mm. Die in den Baufachlichen Richtlinien Abwasser für die Einzelfallbetrachtungen der komplexen, spiralförmigen oder sternförmigen Rissbildung angesetzte Bewertung entspricht der Bewertung des Längsrisses. Für die Bewertung der Substanz wird bei den Einzelfällen die Entsprechung des Längsrisses mit den Klassengrenzen der DWA angesetzt.

Bei den beiden Feststellungen BAH Z „Schadhafter Anschluss, Versatz“ für die Anforderung Standsicherheit und BAK K „Feststellung der Innenauskleidung, Auskleidungsverbindung defekt“ für die Anforderung Betriebssicherheit wird gemäß Merkblatt DWA-M 149-3 eine Einzelfallbetrachtung, in den Baufachlichen Richtlinien Abwasser jedoch keine Bewertung vorgesehen. In diesen beiden Einzelfällen werden die Bewertung des Schutzzieles Dichtheit übernommen.

Die Feststellung eines Fehlschlusses mit dem Hauptkode BDE wird zwar gemäß Merkblatt DWA-M 149-3 bewertet, hat aber für die Bewertung der Substanz keine Relevanz (grün hinterlegte Zeile).

Hinsichtlich der Substanz werden für die Feststellung BCA C „Sattelanschluss gemeißelt“ und BCA E „einfacher Anschluss gemeißelt“ eine Bewertung der Dichtheit sowie für alle Feststellungen des Hauptkodes BCB „punktuelle Reparatur“ eine Bewertung der Betriebssicherheit eingeführt (orange hinterlegte Zeile).

Verformung

| Haupt-kode | Charakterisie-rung | | Anforderun-gen | | | Maß-einheit | 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 | |

Rissbildung

| Haupt-kode | Charakterisie-rung | | Anforderun-gen | | | Maß-einheit | Zustandsklasse | | | | | Geltungs-bereich |
|------------|--------------------|-----------|----------------|---|---|-------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------|--|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BAB | A | A,B,C,D,E | | x | | mm | | | | | alle | |
| | B,C | A | A,B,C,D,E | x | | mm | | ≥ 3 | ≥ 2 < 3 | < 2 | | |
| | | | | | x | mm | ≥ 8 | ≥ 5 < 8 | ≥ 3 < 5 | ≥ 1 < 3 | < 1 | allgemein |
| | | | | | x | mm | ≥ 3 | ≥ 2 < 3 | ≥ 1 < 2 | $\geq 0,5$ < 1 | | $\leq \text{DN } 300^*)$ |
| | | | | | x | mm | ≥ 5 | ≥ 3 < 5 | ≥ 2 < 3 | ≥ 1 < 2 | < 1 | $> \text{DN } 300$ $\leq \text{DN } 500^*)$ |
| | | | | | x | mm | ≥ 8 | ≥ 4 < 8 | ≥ 3 < 4 | ≥ 2 < 3 | < 2 | $> \text{DN } 500$ $\leq \text{DN } 700^*)$ |
| | | | B | | x | | | | | | | alle |
| | | C,D,E | | x | | mm | ≥ 8 | ≥ 5 < 8 | ≥ 3 < 5 | ≥ 1 < 3 | < 1 | |

ANMERKUNG

*) Gültig für Risslänge größer oder gleich der Einzelrohrlänge in den Nennweiten kleiner gleich 700 mm aus Steinzeug oder unbewehrtem Beton. Für Rohre DN > 700 oder andere Werkstoffe ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. In erster Näherung kann für Rohre DN > 700 auf die Werte der Nennweitengruppe 500 < DN ≤ 700 zurückgegriffen werden. Die Annahme liegt hinsichtlich der Risikoeinschätzung auf der sicheren Seite.

Rohrbruch/Einsturz

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAC | A | - | x | | | mm | | alle | | | |
| | | | | x | x | mm | | | alle | | |
| | B | | x | | | mm | | alle | | | |
| | | | | x | x | mm | | | alle | | |
| | C | | x | x | x | mm | alle | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Defektes Mauerwerk

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|------|------|--|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BAD | A | - | x | x | | - | | | alle | | | |
| | | | | | x | | | | | | alle | |
| | B | | A | x | x | | - | | | alle | | |
| | | | B | x | x | | - | | alle | | | |
| | C | | - | x | x | | mm | alle | | | | |
| | | | | | | | x | mm | alle | | | |
| | D | | | x | x | x | - | alle | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Fehlender Mörtel

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|---|-------|---------------|-------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAE | - | - | x | | | mm | | | ≥ 100 | | < 100 |
| | | | | x | | mm | | | > 100 | > 10 < 100 | < 10 |

Oberflächenschaden

| Haupt- kode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|--|-------------------|-------------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAF | A | A,B,C,D,E,Z | | x | x | – | | | | | alle |
| | B | A,E,Z | | x | | – | | | | alle | |
| | | A,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | C | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | | | alle |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | D | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | alle | | |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | E | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | alle | | |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | F | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | | | alle |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | G | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | alle | | |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | H | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | alle | | |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | I | A,B,C,D,E,Z | x | | | | – | | alle | | |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | x | | – | | alle | | |
| | | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| | J | B,C,D,E,Z | | | x | | – | | | | alle |
| | | B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle |
| K | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | alle | | |
| Z | A,B,C,D,E,Z | x | x | | | – | | | | alle | |
| | A,B,C,D,E,Z | | | | x | – | | | | alle | |
| ANMERKUNG | | | | | | | | | | | |
| * Bei standardisierter Anmerkung FI (innerer Fugenabschluss) Zustandsklasse 4. | | | | | | | | | | | |

Einragender Anschluss

| Haupt- kode | Charakterisie- rung | | Anforderun- gen | | | Maßein- heit | Zustandsklasse | | | | | Geltungs- bereich |
|----------------|------------------------|-----|--------------------|---|---|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------|----------------------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BAG | - | - | | | x | % D | ≥ 50 | ≥ 30 < 50 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | < 10 | ≤ DN 250 |
| | | | | | x | % D | ≥ 80 | ≥ 60 < 80 | ≥ 40 < 60 | ≥ 10 < 40 | < 10 | > DN 250 ≤ DN 500 |
| | | | | | x | % D | - | - | ≥ 70 | ≥ 10 < 70 | < 10 | > DN 500 ≤ DN800 |
| | | | | | x | % D | - | - | - | ≥ 30 | < 30 | > DN 800 |

Schadhafter Anschluss

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|-----|---|------------|------------------|---|------|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BAH | B,C,D | - | x | | | - | | | alle | | | |
| | E | | | | x | | keine Relevanz*) | | | | | |
| | Z | | x | | | | - | | - | | alle | |
| | Z | | | (x) | | | - | - | - | - | alle | - |

ANMERKUNG
*) Getrenntes Inspektionsobjekt, gegebenenfalls Überprüfung z. B. Funktionsprüfung oder Inspektion der Anschlussleitung.

Einragendes Dichtungsmaterial

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderun- gen | | | Maßein- heit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|--------------------|---|---|-----------------|----------------|--------------|--------------|-------------|------|--|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BAI | A | A | x | | | - | | | alle | | | |
| | | | | | x | - | | | | | alle | |
| | | B,C,D | x | | | | | | | alle | | |
| | | | | | x | - | | | | | alle | |
| | Z | Y | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | < 5 | |

Verschobene Verbindung

| Haupt- kode | Charakterisie- rung | | Anforderun- gen | | | Maß- einheit | Zustandsklasse | | | | | Geltungs- bereich |
|----------------|------------------------|-----|--------------------|---|---|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------|----------------------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BAJ | A | - | x | | | mm | ≥ 70 | ≥ 50 < 70 | ≥ 30 < 50 | ≥ 20 < 30 | < 20 | ≤ DN 400 |
| | | | x | | | mm | ≥ 80 | ≥ 60 < 80 | ≥ 40 < 60 | ≥ 20 < 40 | < 20 | > DN 400 ≤ DN 800 |
| | | | x | | | mm | ≥ 90 | ≥ 65 < 90 | ≥ 40 < 65 | ≥ 20 < 40 | < 20 | > DN 800 |
| | | | | x | | mm | | | | | | alle |
| | B | | x | | | mm | ≥ 30 | ≥ 20 < 30 | ≥ 15 < 20 | ≥ 10 < 15 | < 10 | |
| | | | | x | | mm | | | | | alle | |
| | | | | | x | mm | | | | ≥ 10 | x < 10 | |
| | C | | x | | | ° | ≥ 12 | ≥ 9 < 12 | ≥ 7 < 9 | ≥ 5 < 7 | < 5 | ≤ DN 200 |
| | | | x | | | ° | ≥ 6 | ≥ 4 < 6 | ≥ 3 < 4 | ≥ 2 < 3 | < 2 | > DN 200 ≤ DN 500 |
| | | | x | | | ° | ≥ 6 | ≥ 4 < 6 | ≥ 3 < 4 | ≥ 1 < 3 | < 1 | > DN 500 |
| | | x | | ° | | | | | alle | | | |

ANMERKUNGEN

Die Geometrie von Rohrverbindungen variiert in Abhängigkeit von z. B. Verbindungsart, Werkstoff und Baujahr sehr stark.

Sofern konkrete Erkenntnisse hierzu vorliegen, sollten diese entsprechend in die Klassifizierung einfließen.

Feststellung der Innenauskleidung

| Haupt- kode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maß- einheit | Zustandsklasse | | | | |
|----------------|-------------------|-------|---------------|---|-----|-----------------|----------------|--------------|--------------|-------------|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAK | A | – | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | <5 |
| | B | – | x | | | – | | | | | alle |
| | C | – | x | | x | – | | | alle | | |
| | | A,B,D | | | x | % A | | | | alle | |
| | | C | | | x | | | | | alle | |
| | | | | x | | | | | alle | | |
| | | – | | x | | % A | | | | alle | |
| | E | – | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | <5 |
| | F | – | | x | | mm (Tiefe) | | | | | alle |
| | G | – | | | x | – | | | | | alle |
| | H | – | | | x | – | | | | | alle |
| | I | – | x | | | mm | | | alle | | |
| | J | – | x | | | mm | | alle | | | |
| | K | – | x | | | – | | | alle | | |
| | | – | | | (x) | – | - | - | alle | - | - |
| | L | – | x | | | – | | | | alle | |
| | | | | x | | – | | | | alle | |
| | M | – | x | | | – | | | alle | | |
| N | – | x | | | – | | | alle | | | |
| Z | – | x | x | x | % A | | | | alle | | |

Schadhafte Reparatur

| Haupt- kode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|----------------|-------------------|---------|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|-------------|-----|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAL | A | A,B,C,D | x | | | mm | | alle | | | |
| | B | A,B,C,D | x | | | mm | | alle | | | |
| | C | A,B,C,D | x | | | % A | | | alle | | |
| | D | A,B,C,D | x | | | mm | | | alle | | |
| | E | A,B,C,D | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | < 5 |
| | F | A,B,C,D | x | | | mm | | alle | | | |
| | G | A,B,C,D | x | | | mm | | | | alle | |
| | Z | A,B,C,D | x | | x | – | | | | alle | |

Schadhafte Schweißnaht

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAM | A,C | – | x | | | – | | | alle | | |
| | | | | x | | – | | | alle | | |
| | B | | x | | | – | | | alle | | |
| | | | | x | | – | | | | alle | |

Poröses Rohr

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAN | – | – | x | x | | – | | | alle | | |

Boden sichtbar

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|------|---|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAO | – | – | x | x | | – | | alle | | | |

Hohlraum sichtbar

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|------|---|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BAP | – | – | x | | | – | | alle | | | |
| | | | | x | | | alle | | | | |

Wurzeln

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBA | A,B,C | – | x | | | % A | | | alle | | |
| | | | | | x | % A | ≥ 30 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | < 10 | |

Anhaftende Stoffe

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|-------------|-----|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBB | A | – | x | | | % A | | | | alle | |
| | A,B,C,Z | – | | | x | % A | ≥ 30 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | ≥ 5 < 10 | < 5 |

Ablagerungen

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBC | A,B | – | | | x | % D | | | | | alle |
| | C,Z | | | | x | % D | ≥ 50 | ≥ 40 < 50 | ≥ 25 < 40 | ≥ 10 < 25 | < 10 |

Eindringen von Bodenmaterial

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBD | A,B,C,D,Z | – | x | | | % A | | alle | | | |
| | | | | x | | % A | alle | | | | |
| | | | | | x | % A | ≥ 30 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | < 10 | |

Andere Hindernisse

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|---------------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|-------------|-----|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBE | D,G | - | x | | | % A | | | alle | | |
| | A,B,C, D,E,F, G,H,Z | | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | < 5 |

Infiltration

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BBF | A, | - | x | | | - | | | alle | | | |
| | | | | x | | - | | | | alle | | |
| | | | | | x | | - | | | | | alle |
| | B,C | | x | | | - | | | alle | | | |
| | | | | x | | - | | | | alle | | |
| | D | | | | x | | - | | | | alle | |
| | | | | x | x | | - | | | alle | | |
| | | | | x | - | | | | alle | | | |

Exfiltration

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|------|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBG | - | - | x | | | - | | alle | | | |
| | | | | x | | - | | | | alle | |

Ungeziefer

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|---------|---------------|---|---|------------|---|---|---|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BBH | A,B,Z | A,B,C,Z | | | | Anzahl | nicht relevant für die Leistungsfähigkeit, aber gegebenenfalls betrieblich zu beheben | | | | |

Sonderfälle

| Hauptkode | Stand. Anmerkung | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|--------------------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BDB | AA, AB, AC, AD, AE | x | | x | | | | | alle | |
| | BA, BB, BC | x | | | | | | | alle | |

Zufluss aus einem Anschluss

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------------------|---|---|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BDE | A,C,D,E | A | | | x | % WSP | Ohne Relevanz für Substanz | | | | |
| | | B | | | x | % WSP | Ohne Relevanz für Substanz | | | | |

Anschluss

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|---|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BCA | C, E | A, B | x | | | mm | | | | | alle |

Punktuelle Reparatur

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|---|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BCB | alle | | | | x | mm | | | | | alle |

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 3: Einzelschadenskatalog Schächte



Anlage 3

Tabellen zur Einzelschadensklassifizierung von Schächten und Inspektionsöffnungen

In der nachfolgenden Klassifizierung von Einzelschäden wird das Merkblatt DWA-M 149-3 zugrunde gelegt (DWA, 2015a). In den Bereichen, in denen im Merkblatt eine Einzelfallbetrachtung angesetzt wird, wird stattdessen auf die Baufachliche Richtlinien Abwasser (BFR, 2019) zurückgegriffen (blau hinterlegte Zeile).

Die Feststellung eines Fehllanschlusses mit dem Hauptkode DDE wird zwar gemäß Merkblatt DWA-M 149-3 bewertet, hat aber für die Bewertung der Substanz keine Relevanz (grün hinterlegte Zeile).

Für alle Feststellungen des Hauptkodes DCB „punktueller Reparatur“ wird eine Bewertung der Betriebssicherheit eingeführt (orange hinterlegte Zeile).

Verformung

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | Geltungsbereich |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------|-----------------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DAA | A,B | - | B,C,D,F | | x | | % D | ≥ 7 | ≥ 4 < 7 | ≥ 3 < 4 | ≥ 1 < 3 | < 1 | biegesteif |
| | | | B,C,D,F | | x | | % D | | | | alle | | biegeweich |
| | | | B,C,D,F | | | x | % D | ≥ 40 | ≥ 30 < 40 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | < 10 | |

Rissbildung

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|---------------|----------|---------------|---|---|------------|----------------|------------|------------|------------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DAB | A | A,B | B,C,D,F | | x | | mm | | | | | | alle |
| | | C,D,E | B,C,D,F | | x | | mm | | | | | alle | |
| | B,C | A,B,C, D,E | C,D,E,F | x | | | mm | | | | | alle | |
| | | A,B,C, D,E | I,J | x | | | mm | | ≥ 3 | ≥ 2 < 3 | < 2 | | |
| | | A | B,C,D,F | | x | | mm | ≥ 8 | ≥ 5 < 8 | ≥ 3 < 5 | ≥ 1 < 3 | < 1 | |
| | | B | B,C,D,F | | x | | mm | | | | | alle | |
| | | C,D,E | B,C,D,F | | x | | mm | | | | | alle | |

Bruch/Einsturz

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAC | A | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | mm | | alle | | | |
| | | | B,C,D,F | | x | x | mm | | | | alle | |
| | B | | C,D,E,F | x | | | mm | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | mm | | alle | | | |
| | | | B,C,D,F | | x | | mm | | | | alle | |
| | C | | C,D,E,F | x | | | mm | | alle | | | |
| | | | I,J | x | | | mm | | alle | | | |
| | | | B,C,D,F | | | x | x | mm | alle | | | |

Defektes Mauerwerk

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|------|------|--|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| DAD | A | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | - | | | | alle | | | |
| | | | C,D,F | | x | | - | | | | alle | | | |
| | | | C,D,F | | | x | - | | | | | alle | | |
| | | | H,I,J | | | x | - | | | | | alle | | |
| | B | | A | C,D,E,F | x | | | - | | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | | | alle | | |
| | | | C,D,F | | x | | - | | | | | alle | | |
| | | | H,I,J | | | x | - | | | | | alle | | |
| | B | | C,D,E,F | x | | | - | | | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | | | |
| | | | C,D,F | | x | | - | | | alle | | | | |
| | C | | - | C,D,E,F | x | | | - | | | alle | | | |
| | | | | I,J | x | | | - | | alle | | | | |
| | | | | C,D,F | | x | | - | | alle | | | | |
| | | | | C,D,F,H,I,J | | | x | - | | alle | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Fehlender Mörtel

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|-------|---------------|-------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DAE | - | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | | | ≥ 100 | < 100 |
| | | | I,J | x | | | mm | | | | ≥ 100 | | < 100 |
| | | | C,D,F | | x | | mm | | | | ≥ 100 | ≥ 10 < 100 | < 10 |

Oberflächenschaden

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DAF | A | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | | | | alle |
| | B | A,E,Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | | | alle | |
| | C | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | | | alle | |
| | D | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | alle | | | |
| | E | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | alle | | | | |
| | F | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | | | alle | |
| | G | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | alle | | | |
| | H | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | alle | | | | |
| | I | A,B,C ,D,E, Z | C,D,E,F, I,J | x | | | – | | alle | | | | |
| | | A,B,C ,D,E, Z | B,C,D,E, F | | x | | – | | | alle | | | |
| | K | A,B,C ,D,E, Z | I,J | | | x | | | | | | alle | |
| | Z | A,B,C ,D,E, Z | C,D,E,F, I,J | x | | | – | | | | | alle | |
| A,B,C ,D,E, Z | | B,C,D,E, F | | x | | – | | | | | alle | | |

Einragender Anschluss

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAG | – | – | C,D,E,F | | | x | mm | ≥ 400 | ≥ 300 < 400 | ≥ 200 < 300 | ≥ 100 < 200 | ≥ 100 |
| | | | I,J | | | x | mm | | | | alle | |

Schadhafter Anschluss

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|---|-------------------|-----|-----------------|---------------|---|---|------------|---------------------------------------|---|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAH | B,C,D | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | | | | alle | | |
| | E | - | C,D,E,F, I | | | x | | keine Klassifizierung, nur informativ | | | | |
| | Z | - | C,D,E,F, I,J | x | | | | | | | alle | |
| ANMERKUNG *) Im Sinne einer erforderlichen Überprüfung, z. B. Funktionsprüfung oder Inspektion der Anschlussleitung. | | | | | | | | | | | | |

Einragendes Dichtungsmaterial

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-------|---------------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAI | A | A,B,C | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | |
| | Z | Y | B,C,D,E, F | | | x | -/% A | | | | | alle |
| | | | B,C,D,E, F | | | x | -/% A | | | | | alle |

Verschobene Verbindung

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAJ | A,B, C | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | | alle | |
| | | | B,C,D,F | | | x | | mm | | | | alle |

Feststellung der Innenauskleidung

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|---|---|------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAK | A | - | C,D,E,F, H | | | x | % A | ≥ 40 | ≥ 30 < 40 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | < 10 |
| | | | I,J | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | < 5 |
| | B | - | C,D,E,F, I,J | x | | | - | | | | | alle |
| | | | C,D,E,F, H | x | | | - | | | | alle | |
| | C | - | I,J | x | | x | - | | | alle | | |
| | | | C,D,E,F, H,I,J | | x | | % A | | | | alle | |
| | D | A,B,D, C | I,J | | | x | % A | | | | alle | |
| | | | C,D,E,F, H,I,J | | x | | % A | | | | alle | |
| | E | - | C,D,E,F, H,I,J | | x | | % A | | | | alle | |
| | | | C,D,E,F, H | | | x | % A | ≥ 40 | ≥ 30 < 40 | ≥ 20 < 30 | ≥ 10 < 20 | < 10 |
| | | | I,J | | | x | % A | ≥ 50 | ≥ 35 < 50 | ≥ 20 < 35 | ≥ 5 < 20 | < 5 |
| | F | - | C,D,E,F, H,I,J | | x | | mm | | | | | alle |
| | G | - | C,D,E,F, H,I,J | | | x | - | | | | | alle |
| | H | - | I,J | | | x | - | | | | | alle |
| | I | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | mm | | | alle | | |
| | J | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | mm | | alle | | | |
| | K | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | |
| L | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | | alle | |
| | | I,J | x | | | - | | | | alle | | |
| | | C,D,E,F, H,I,J | | x | | | | | | alle | | |
| M | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | | |
| | | I,J | x | | | - | | | alle | | | |
| N | - | C,D,E,F, I, J | x | | | - | | | | alle | | |
| Z | - | C,D,E,F, I, J | x | x | x | - | | | | alle | | |

Schadhafte Reparatur

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|---------|----------|---------------|---|----|------------|----------------|------|------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAL | A | - | C,D,E,F, | x | | | mm | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | mm | | alle | | | |
| | B | - | C,D,E,F, | x | | | mm | | | | alle | |
| | | | I,J | | | | | | | | | |
| | C | - | C,D,E,F | x | | | % A | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | % A | | | alle | | |
| | D | - | C,D,E,F | X | | | - | | | | | alle |
| | | | I,J | X | | | - | | | alle | | |
| | E | - | A,B,C,D, | | | x | % A | ≥ 40 | ≥ 30 | ≥ 20 | ≥ 10 | < 10 |
| | | | E,F, G,H | | | | % A | ≥ 50 | < 40 | < 30 | < 20 | < 5 |
| F | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | alle | | | |
| | | I,J | x | | | mm | | alle | | | | |
| G | - | C,D,E,F | x | | | mm | | | | | alle | |
| | | I,J | x | | | mm | | | | alle | | |
| Z | - | alle | x | | x | - | | | | alle | | |

Schadhafte Schweißnaht

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|---------|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAM | A | | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | |
| | | | B,C,D,F | | x | | - | | | | alle | |
| | B | - | C,D,E,F | x | | | - | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | - | | | | | alle |
| | | | B,C,D,F | | x | | - | | | | | alle |
| | C | | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | |
| | | B,C,D,F | | x | | - | | | | alle | | |

Poröse Wand

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|-----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAN | - | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | - | | | | alle | |

Boden sichtbar

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|-----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAO | - | - | C,D,E,F | x | | | - | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | - | | alle | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | - | | alle | | | |

Hohlraum sichtbar

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|-----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAP | - | - | C,D,E,F | x | | | - | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | - | | alle | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | - | alle | | | | |

Schadhafte Steighilfen

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAQ | A,C,D,F,G,H,I,J,K | - | C,D,F | | | x | - | | alle | | | |
| | | | B | | | x | - | alle | | | | |
| | | | E | | | x | - | | | | alle | |
| | | | Z | | | x | - | | | | alle | |

Schäden an Abdeckungen oder Rahmen

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DAR | A,C,F | - | A | | | X | - | alle | | | | |
| | | | B,E | | | X | - | | | alle | | |
| | | | D | | | X | - | | alle | | | |
| | | | G,H | | | x | mm | | | alle | | |
| | | | Z | | | x | - | | | | alle | |

Wurzeln

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBA | A,B,C | - | C,D,E,F | x | | | - | | | | alle | |
| | | | I,J | x | | | - | | | alle | | |
| | | | alle | | | x | - | | | | alle | |

Anhaftende Stoffe

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBB | A | – | alle | x | | | mm | | | | alle | |
| | A,B,C,Z | – | alle | | | x | mm | | | | alle | |

Ablagerungen

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|-------|----------------|---------------|------|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBC | C,Z | – | J | | | x | mm | | ≥ 300 | ≥ 100 < 300 | ≥ 50 < 100 | < 50 |
| | | | H | | | x | mm | | | | alle | |

Eindringen von Bodenmaterial

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|-----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBD | – | – | C,D,E,F | x | | | – | | | alle | | |
| | | | I,J | x | | | – | | alle | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | – | alle | | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | | x | – | | | | alle | |

Andere Hindernisse

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|----|---|------------|----------------|---|------|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBE | A,B,C | – | I,J | | | x | mm | | | | alle | |
| | | | C,D,E,F | x | | | mm | | | | alle | |
| | D | | I,J | x | | | mm | | | alle | | |
| | | | alle | | | x | mm | | | alle | | |
| | E,F,H,Z | | alle | | | x | mm | | | alle | | |
| | | | C,D,E,F | x | | | mm | | | | alle | |
| | G | | I,J | x | | | mm | | | alle | | |
| alle | | | | x | mm | | | alle | | | | |

Infiltration

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|-------------|---------------|---|---|------------|----------------|---|------|------|------|--|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DBF | A | A,B,C | C,D,E,F,I,J | x | | | – | | | alle | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | – | | | | alle | | |
| | | | alle | | | x | – | | | | | alle | |
| | B,C | | C,D,E,F,I,J | x | | | | – | | alle | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | | – | | | alle | | |
| | | | alle | | | x | – | | | | | alle | |
| | D | | C,D,E,F,I,J | x | | | | – | | alle | | | |
| | | | B,C,D,E,F | | x | | | – | | alle | | | |
| | | | alle | | | | x | – | | | | alle | |

Exfiltration

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBG | – | – | I,J | x | | | – | | alle | | | |
| | | | | | x | | – | | | | alle | |

Ungeziefer

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|---------|----------|---------------|---|---|------------|---|---|---|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DBH | A,B,Z | A,B,C,Z | alle | | | | Anzahl | nicht relevant für die Leistungsfähigkeit, aber gegebenenfalls betrieblich zu beheben | | | | |

Auftritt

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DCH | A | – | H | | | x | – | | | | alle | |

Gerinne

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DCI | A | – | I | | | x | – | | | | alle | |

Sicherheitsketten/-balken

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|------|---|------|---|--|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DCJ | B,F | - | F | | | x | - | | alle | | | | |
| | C,D,G,H | | F | | | x | - | | | | alle | | |

Rohrdurchführung durch Schacht bzw. Inspektionsöffnung

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DCL | A,B,C | A | F | | | x | - | | | | alle | |

Schmutzfänger unter der Abdeckung

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DCM | B,C | - | A | | | x | - | | | | alle | |

Schlammfang in der Sohle

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|------|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DCN | B | - | J | | | x | - | | | | alle | |

Zufluss aus einem Anschluss

| Hauptkode | Charakterisierung | | Bereiche | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | |
|-----------|-------------------|-----|----------|---------------|---|---|------------|----------------------------|---|---|---|---|
| | Ch1 | Ch2 | | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DDE | A,C,D | A | alle | | | x | - | ohne Relevanz für Substanz | | | | |
| | ,E | B | alle | | | x | - | | | | | |

Punktuelle Reparatur

| Hauptkode | Charakterisierung | | Anforderungen | | | Maßeinheit | Zustandsklasse | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|---------------|---|---|------------|----------------|---|---|---|---|------|
| | Ch1 | Ch2 | D | S | B | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| DCB | alle | | | | x | | | | | | | alle |

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 4:

Zuordnung von Schadensart und -ausprägung zu Feststellungen
gemäß Schadenskatalog der DIN EN 13508-2



Zuordnung von Schadensart und -ausprägung zu Feststellungen gemäß Schadenskatalog der DIN EN 13508-2

| Haupt-kode | Schadensbezeichnung | Charakterisierung | | Schadens-art | Schadens-länge | Schadens-ausprägung | |
|------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|------|
| | | Ch1 | Ch2 | | | | |
| BAA | Verformung | A | – | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| | | B | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| BAB | Rissbildung | A | – | A | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS |
| | | | | B | UmfS | Rohrumfang | OfS |
| | | | | C | PktS, StrS | | OfS |
| | | | | D | UmfS, StrS | Strecke, Rohrumfang | OfS |
| | | | | E | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS |
| | | B, C | | A | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS |
| | | | | B | UmfS | Rohrumfang | DdS |
| | | | | C | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS |
| | | | | D | UmfS, StrS | Strecke, Rohrumfang | DdS |
| | | | | E | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS |
| BAC | Rohrbruch/ Einsturz | A | – | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| | | B | | PktS, StrS | | DdS | |
| | | C | | PktS, StrS | | DdS | |
| BAD | Defektes Mauerwerk | A | A, B | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| | | B | | | | DdS | |
| | | C | | | | DdS | |
| | | D | | | | DdS | |
| BAE | Fehlender Mörtel | – | – | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| BAF | Oberflächenschäden | A | A, B, C, D, E, Z | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | B | | PktS | Mindestlänge | OfS | |
| | | C | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | D | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | E | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | F | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | G | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | H | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | I | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| | | J | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | K | | PktS | Mindestlänge | OfS | |
| | | Z | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |
| | | BAG | | Einragender Anschluss | – | – | PktS |
| BAH | Schadhafter Anschluss | A | – | PktS | Mindestlänge | DdS | |
| | | B | | PktS | Mindestlänge | DdS | |
| | | C | | PktS | Mindestlänge | DdS | |
| | | D | | PktS | Mindestlänge | DdS | |
| | | E | | PktS | Mindestlänge | Keine Relevanz | |
| | | Z | | PktS | Mindestlänge | DdS | |
| BAI | Einragendes Dichtungsmaterial | A, Z | A, B, C, D | UmfS | Rohrumfang | SoB | |
| BAJ | Verschobene Verbindung | A, B, C | – | UmfS | Rohrumfang | DdS | |
| BAK | Feststellung der Innenauskleidung | A | A, B, C, D | PktS, UmfS, StrS | Strecke, Mindestlänge, Rohrumfang | OfS | |
| | | B | | | | SoB | |
| | | C | | | | OfS | |
| | | D | | | | OfS | |
| | | E | | | | OfS | |
| | | F | | | | OfS | |
| | | G | | | | OfS | |
| | | H | | | | OfS | |
| | | I | | | | OfS | |
| | | J | | | | OfS | |
| | | K | | | | OfS | |
| | | L | | | | OfS | |
| | | M | | | | OfS | |
| | | N | | | | OfS | |
| Z | SoB | | | | | | |
| BAL | Schadhafte Reparatur | A | A, B, C, D | PktS, UmfS, StrS | Strecke, Mindestlänge, Rohrumfang | DdS | |
| | | B | | | | DdS | |
| | | C | | | | DdS | |
| | | D | | | | DdS | |
| | | E | | | | SoB | |
| | | F | | | | DdS | |
| | | G | | | | DdS | |
| | | Z | | | | DdS | |
| BAM | Schadhafte Schweißnaht | A | – | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS | |
| | | B | | UmfS | Rohrumfang | DdS | |
| | | C | | UmfS, StrS | Strecke, Rohrumfang | DdS | |
| BAN | Poröses Rohr | – | – | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS | |

Zuordnung von Schadensart und -ausprägung zu Feststellungen gemäß Schadenskatalog der DIN EN 13508-2

| Haupt-kode | Schadensbezeichnung | Charakterisierung | | Schadens-art | Schadens-länge | Schadens-ausprägung |
|------------|--------------------------------|-------------------|------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| | | Ch1 | Ch2 | | | |
| BAO | Boden sichtbar | Sekundär schaden | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS |
| BAP | Hohlraum sichtbar | Sekundär schaden | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | DdS |
| BBA | Wurzeln | A | - | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | B | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | C | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| BBB | Anhaftende Stoffe | A | - | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | B | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | C | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | Z | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| BBC | Ablagerungen | A | - | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | B | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | C | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | Z | | - | - | SoB |
| BBD | Eindringen von Bodenmaterial | Sekundär schaden | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| BBE | Andere Hindernisse | A | - | PktS | Mindestlänge | SoB |
| | | B | | PktS | Mindestlänge | SoB |
| | | C | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| | | D | | PktS | Mindestlänge | SoB |
| | | E | | PktS | Mindestlänge | SoB |
| | | F | | PktS | Mindestlänge | SoB |
| | | G | | PktS | Mindestlänge | SoB |
| | | H | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | SoB |
| BBF | Infiltration | A | - | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | B | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | C | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | D | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| BBG | Exfiltration | - | - | PktS | Mindestlänge | DdS |
| BBH | Ungeziefer | A, B, Z | A, B, C, Z | - | - | Keine Relevanz |
| BCA | Anschluss | A | A, B | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | B | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | C | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | D | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | E | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | F | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | Z | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| BCB | Punktueller Reparatur | A | - | StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS |
| | | B | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS |
| | | C | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | D | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | E | | PktS | Mindestlänge | DdS |
| | | F | | StrS | Strecke | OfS |
| | | G | | PktS | Strecke, Mindestlänge | OfS |
| | | Z | | PktS, StrS | Strecke, Mindestlänge | OfS |
| BCC | Krümmung der Leitung | A, B | A, B | - | - | Keine Relevanz |
| BDB | Sonderfälle | - | - | - | - | Keine Relevanz |
| BDC | Inspektion endet vor Endknoten | A, B, C, Z | A, B, C, D, E, Z | PktS | Mindestlänge | Keine Relevanz |
| BDD | Wasserspiegel | A, B, C, D, E | - | StrS | Strecke, Mindestlänge | Keine Relevanz |
| BDE | Zufluss aus einem Anschluss | A, C, D, E, YY | A, B, C | - | - | Keine Relevanz |
| BDF | Atmosphäre in der Leitung | A, B, C, Z | - | - | - | Keine Relevanz |
| BDG | keine Sicht | A, B, C, Z | - | - | - | Keine Relevanz |

LEGENDE

Schadensarten

PktS = Punktschaden
 UmfS = Umfangschaden
 StrS = Streckenschaden

Schadensausprägungen

DdS = durchdringender (wanddurchdringender und damit korrespondierender) Schaden
 OfS = OfS
 SoB = SoB

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 5:
Herleitung zur Klassenanzahl bei der Kalibrierung der
Modellparameter



Anlage 5

Herleitung zur Klassenanzahl bei der Kalibrierung der Modellparameter

Bei der Auswahl des Datensatzes für die Kalibrierung standen zwei Ziele im Vordergrund. Zum einen sollten möglichst nur solche Haltungen ausgewählt werden, bei denen sich die bestehenden Modelle in ihrer Bewertung einig waren. Je weniger Haltungen beteiligt sind, desto eher ist die Rangfolge der Haltungen bezüglich ihrer Abnutzung bei allen Modellen gleich. Zum anderen sollte - bedingt durch die hohe Anzahl an Modellparametern, deren nichtlinearen Charakter sowie die Vielfalt der Schadensbilder und Überlagerungssituationen - der Kalibrierungsdatensatz möglichst umfangreich sein. Dadurch ergaben sich Zielkonflikte, sodass nach einem möglichst optimalen Kompromiss gesucht werden musste. Aus diesem Grund konnte von vornherein ausgeschlossen werden, dass nur Haltungen mit exakt gleicher Rangordnung verwendet werden. Dies hätte die Anzahl der Haltungen für den Kalibrierungsdatensatz zu sehr eingeschränkt und spiegelte darüber hinaus die Einigkeit zwischen den Modellen nur bedingt wieder. Aus diesem Grund wurde eine Abweichung um 10 % bezüglich des Rangs in beide Richtungen erlaubt. Je nachdem, ob die Daten zuvor klassiert werden oder nicht, bedeutete das eine Abweichung

- von 7.647 Rängen ohne Klassen (76.467 Haltungen wurden von allen Modellen bewertet),
- von 10 Klassen bei insgesamt 100 Klassen,
- von 5 Klassen bei insgesamt 50 Klassen bis hin zu
- 1 Klasse bei insgesamt nur 10 Klassen.

Die Klassengrenzen wurden jeweils so definiert, dass alle Klassen gleichviele Daten enthielten. Darüber hinaus wurde ebenfalls überlegt, nur 5 Klassen zu bilden. Die Klassen besäßen dann jedoch schon eine Spannweite von 20 %, sodass keine weitere Abweichung hätte toleriert werden können.

Die Abweichung zwischen den 5 Modellen kann unterschiedlich definiert werden. Sie kann der maximalen Abweichung zwischen den Modellen entsprechen. In diesem Fall würde ein Ausreißer-Modell dazu führen, dass eine Haltung rausgeschmissen wird, auch wenn diese Haltung von den restlichen Modellen sehr ähnlich eingeordnet wird. Um dem zu entgehen, kann die mittlere Abweichung zwischen allen Modellen als Kriterium verwendet werden. Es musste deshalb überprüft werden, welche Auswirkung die Anzahl der Klassen und die Art der verwendeten Abweichung auf die Haltungsauswahl für den Kalibrierungsdatensatz hatte. Zur Beschreibung der Einigkeit zwischen den Modellen wurde der Anzahl der herausgefilterten Haltungen der Rangkorrelationskoeffizient gegenübergestellt. Dabei gilt, je näher der Rangkorrelationskoeffizient an 1 liegt, desto ähnlicher ist die Rangfolge der Haltungen bei den Modellen.

Das Ergebnis ist in Bild A5-1 und Bild A5-2 dargestellt. Abgebildet sind der mittlere Rangkorrelationskoeffizient zwischen allen Modellen, sowie als Spannweite der minimale und maximale Rangkorrelationskoeffizient. Als Linie ist außerdem die Anzahl der Haltungen auf der sekundären Achse aufgetragen. Im Projektdatensatz mit allen schadhafte Haltungen, die von den Modellangebern bewertet wurden, lag der Rangkorrelationskoeffizient zwischen 0,7 und 0,88. Unabhängig von der Anzahl der Klassen und der Definition der Abweichung konnte die Korrelation zwischen den Modellen durch die Filterung deutlich gesteigert werden. Einen großen Unterschied gab es zwischen den Auswahlkriterien „Maximale Abweichung“ oder „Mittlere Abweichung“. Bei Anwendung der mittleren Abweichung wurden erwartungsgemäß deutlich mehr Haltungen ausgewählt. Erstaunlich ist hingegen, dass dadurch auch die Rangkorrelation im neu erstellten Datensatz zwischen den Modellen besser war. Anscheinend wurden mit der maximalen Abweichung als Auswahlkriterium viele Haltungen herausgefiltert, die von einem Großteil der Modelle sehr ähnlich bewertet wurden. Diese Haltungen wirkten als eine Art Stabilisator der Rangfolge innerhalb des neu erstellten Datensatzes. Ohne sie wird die Rangfolge stärker durchmischt. Die Tatsache, dass neben der mittleren auch die minimale Rangkorrelation zwischen den Modellen ansteigt, spricht dafür, dass die Ausreißer nicht auf ein Modell, sondern auf alle Modelle gleichermaßen verteilt sind.

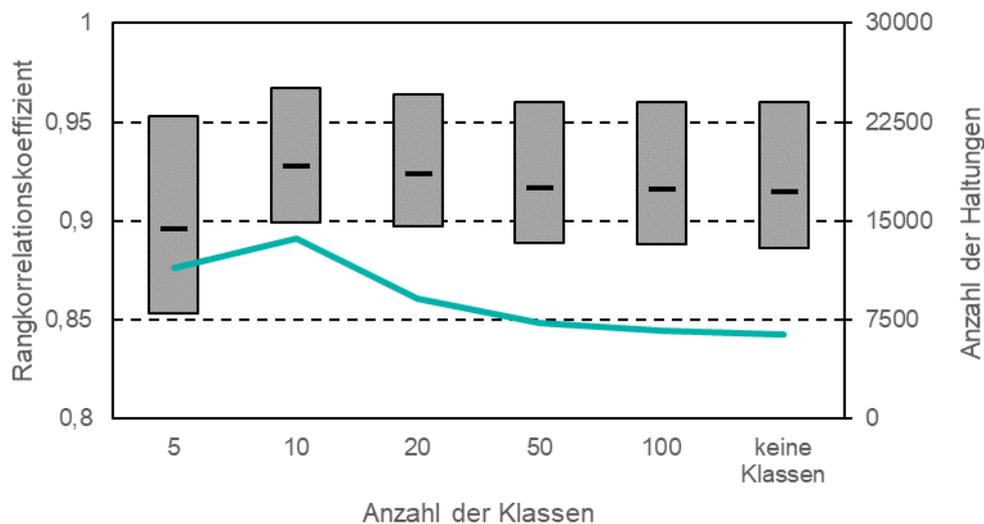


Bild A5-1: Rangkorrelationskoeffizienten (schwarzer Strich: Durchschnitt aller Modelle, graue Box: Spannweite aller Modelle) und die Anzahl der Haltungen mit ähnlicher Bewertung aller bestehenden Modelle in Abhängigkeit der Anzahl der Klassen. Die maximale Abweichung wurde als Einigkeitskriterium verwendet.

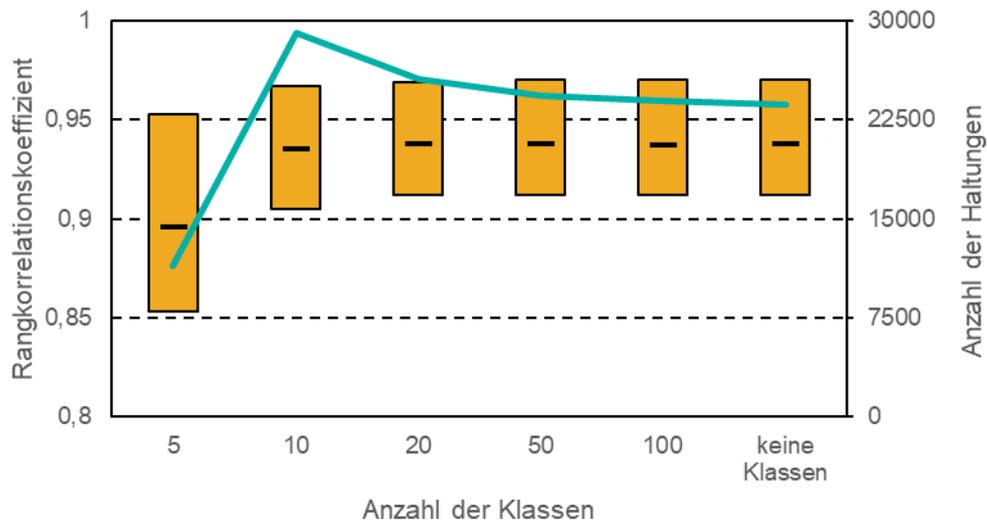


Bild A5-2: Rangkorrelationskoeffizienten (schwarzer Strich: Durchschnitt aller Modelle, graue Box: Spannweite aller Modelle) und die Anzahl der Haltungen mit ähnlicher Bewertung aller bestehenden Modelle in Abhängigkeit der Anzahl der Klassen. Die mittlere Abweichung wurde als Einigkeitskriterium verwendet.

Bei Verwendung von nur 5 Klassen ist die Anzahl der ausgewählten Haltungen am geringsten, da hier keine Abweichungen toleriert werden. Dadurch kommt es zu starren Grenzen zwischen den Klassen. Eine Haltung, die von Modell A in Klasse 4 an der Grenze zu Klasse 3 und von Modell B in Klasse 3 an der Grenze zu Klasse 4 eingeordnet wurde, wird dadurch ausgeschlossen (siehe Bild A5-3). Bei allen anderen Varianten wird die Beispielhaltung für den Kalibrierungsdatensatz ausgewählt.

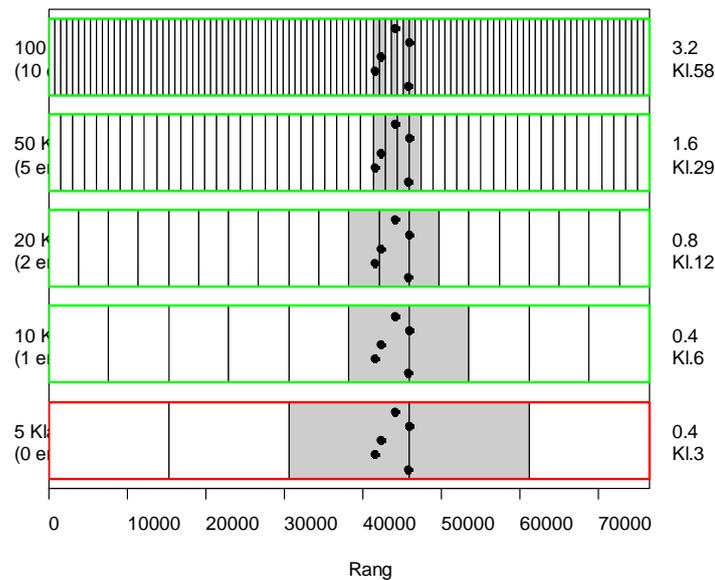


Bild A5-3: Einsortierung einer Haltung durch alle 5 Modelle in einem 5-, 10-, 20-, 50- und 100-Klassensystem. Im Falle einer grünen Umrandung wird das Kriterium der Einigkeit (erlaubter mittlere Klassenunterschied) erfüllt. Dies ist nicht der Fall bei der Verwendung von 5 Klassen. Angegeben auf der rechten Seite sind außerdem die mittlere Abweichung zwischen den Modellen sowie die mittlere Klasse.

Je mehr Klassen es gibt, desto „richtiger“ ist die Auswahl bezüglich der vordefinierten Abweichungshöhe von 10 %. Durch eine gröbere Einordnung sind größere Abweichungen als die vorgegebenen 10 % möglich. Eine Haltung, die von Modell A in Klasse 5 an der Grenze zu Klasse 4 und von Modell B in Klasse 6 an der Grenze zu Klasse 7 eingeordnet wird, geht mit einer Abweichung von einer Klasse in die weitere Berechnung ein, obwohl sie deutlich weiter als 7.647 Ränge auseinanderliegen. Bild A5-4 verdeutlicht dieses Problem. Eine eher schlecht bewertete Haltung wird bei insgesamt 10 Klassen von den 5 Modellen in die Klassen 7, 7, 8, 8 und 9 eingeordnet. Die durchschnittliche Abweichung liegt damit bei 1 und erfüllt das vorher festgesetzte Auswahlkriterium. Werden stattdessen 100 Klassen verwendet, so werden die Rangunterschiede besser beschrieben. Durch eines der fünf Modelle wird die Haltung in eine deutliche höhere Klasse einsortiert, als durch die anderen vier. Das führt dazu, dass hier das Auswahlkriterium (eine mittlere Abweichung von weniger als 10 Klassen) nicht erfüllt wird.

Wie sich bei Anwendung auf den gesamten Datensatz gezeigt hat, kann die Haltungsanzahl im Kalibrierungsdatensatz durch eine gröbere Aufteilung in 10 Klassen von 23.644 Haltungen ohne Klassierung auf 29.076 gesteigert werden. Selbst bei einer Einteilung in 20 Klassen liegt die Haltungsanzahl mit 25.577 um ca. 3.500 Haltungen niedriger. Auf der anderen Seite führt die gröbere Einteilung nur zu einer sehr geringeren Verschlechterung der Rangkorrelation zwischen den Modellen. Diese beträgt nach einer Auswahl ohne Klassen (und damit so genau wie möglich) im Mittel 0,938 und liegt

bei der Verwendung von 10 Klassen mit 0,935 nur unwesentlich niedriger. Der Vorteil durch die hohe Anzahl der zur Verfügung stehenden Inspektionsprotokolle für die Kalibrierung überwiegt in diesem Fall.

Für die Erzeugung des Kalibrierungsdatensatz wurde daher entschieden, die Haltungen nach ihrer Rangordnung in 10 gleichgroße Klassen einzuteilen und als Auswahlkriterium die mittlere Abweichung zwischen den Modellen zu verwenden.

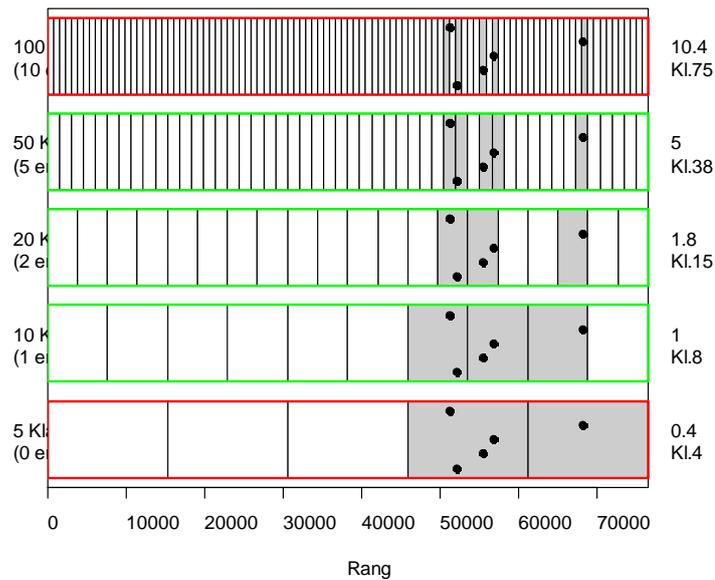


Bild A5-4: Einsortierung einer Haltung durch alle 5 Modelle in einem 5-, 10-, 20-, 50- und 100-Klassensystem. Im Falle einer grünen Umrandung wird das Kriterium der Einigkeit (erlaubter mittlere Klassenunterschied) erfüllt. Dies ist nicht der Fall bei der Verwendung von 5 und 100 Klassen. Angegeben auf der rechten Seite sind außerdem die mittlere Abweichung zwischen den Modellen sowie die mittlere Klasse.

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 6:
Herleitung der Methode zu signifikanten Unterschieden zwischen
Trefferquoten



Anlage 6

Herleitung der Methode zu signifikanten Unterschieden zwischen Trefferquoten

Ein Unterschied ist signifikant, wenn die Wahrscheinlichkeit eines rein zufälligen Auftretens geringer ist als ein vorher fest definiertes Signifikanzniveau. Eine Grundvoraussetzung für die Bewertung der Signifikanz ist somit die Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Auftretens. Das wird in der Regel durch die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermöglicht. Um den Unterschied zwischen zwei parametrisierten Modellen zu bewerten, wurde eine Binomialverteilung als Wahrscheinlichkeitsverteilung verwendet. Sie berechnet die Wahrscheinlichkeit einer Anzahl von x Erfolgen nach n Versuchen, wobei jeder Versuch mit gleicher Wahrscheinlichkeit zum Erfolg führt. Die Kennwerte der Binomialverteilung lassen sich auf die Problemstellung des *SubKanS*-Modellvergleichs übertragen (vgl. Tabelle A6-1).

Tabelle A6-1: Modellbewertung mithilfe einer Binomialverteilung

| Kennwerte der Binomialverteilung | Eigenschaften der Modellbewertung |
|---|--|
| Summe der Erfolge in einer Stichprobe | Anzahl richtig klassifizierter Haltungen |
| Wahrscheinlichkeit eines Einzelerfolgs in einer Stichprobe | Trefferquote |
| Anzahl der Versuche | Anzahl der Haltungen im Teildatensatz |
| Wahrscheinlichkeit eines Einzelerfolgs in der Grundgesamtheit | Mittlere Trefferquote zweier Modelle |

Unterscheiden sich die Trefferquoten zweier Modelle, kann dies aus zwei Gründen der Fall sein: entweder performen die Modelle tatsächlich unterschiedlich gut, oder sie würden eigentlich gleichgut performen, wenn man eine größere Anzahl von Haltungen bewertete, jedoch hat die Auswahl der Haltungen im Teildatensatz zu einer unterschiedlichen Trefferquote geführt. Im zweiten Fall läge kein signifikanter Unterschied vor.

Ein Beispiel soll den Sachverhalt verdeutlichen: angenommen, bei allen zum Datensatz gehörenden Haltungen läge die Trefferquote eines Modells bei 70 %. Aus diesen Haltungen wird ein Teildatensatz von 1.000 Haltungen ausgewählt. Bild A6-1 zeigt, wie viele der Haltungen im Teildatensatz richtig klassifiziert würden. Am wahrscheinlichsten ist es, dass 700 Haltungen richtig klassifiziert werden. Die Anzahl kann jedoch nach unten oder oben abweichen. Die Ursache ist ausschließlich in der Haltungsauswahl für den Teildatensatz und nicht in der Modellgüte begründet. Für die Signifikanzbewertung wurde der Abstand vom wahrscheinlichsten Wert (Mittelwert) gesucht, der mit weniger als 50 %-iger Wahrscheinlichkeit auftritt. Für ein Modell handelt es sich in diesem Beispiel um das Intervall 700 ± 10 richtig klassifizierte Haltungen, was dem 50 %-Perzentil [25 %; 75 %] entspricht.

Liegt das Modell in diesem Intervall, dann ist es wahrscheinlicher (> 50 %), dass der Unterschied durch die Auswahl der Haltungen aufgetreten ist als durch die Modellgüte.

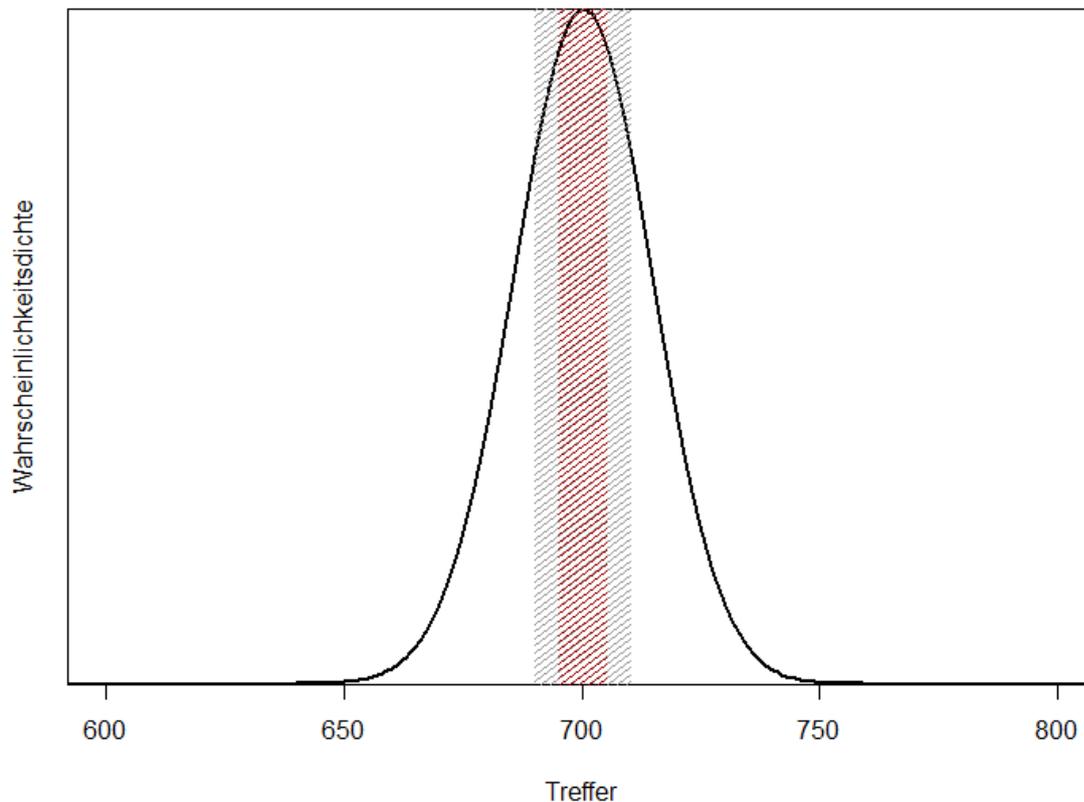


Bild A6-1: Binomialverteilung – Erfolgswahrscheinlichkeit 70%, Ziehungen 1000 (Grau: [25%,75%]-Perzentil, Rot:[35,4%, 64,6%]-Perzentil)

Werden zwei Klassifizierungsergebnisse mit einem gemeinsamen Mittelwert verglichen, potenziert sich die Wahrscheinlichkeit. Es wird die Minstdifferenz gesucht, bei der beide Ergebnisse mit 50%iger Wahrscheinlichkeit vom Mittelwert abweichen. Die Berechnung ist in Tabelle A6-2 angegeben. Für das Beispiel bedeutet dies, dass zwei Klassifizierungsergebnisse nicht signifikant unterschiedlich sind, sofern sie nicht beide um mehr als 5 von 700 abweichen.

Tabelle A6-2: Intervallgrenzen einer Zufallswahrscheinlichkeit von 50 % für 1 und 2 Modell-ergebnisse

| Anzahl der Modelle | Wahrscheinlichkeit, dass ... | | Intervallsgrenzen für 50 %-ige Zufallswahrscheinlichkeit |
|--------------------|---|--|---|
| | ... ein Modell außerhalb des Intervalls liegt | ... zwei Modelle außerhalb des Intervalls liegen | |
| 1 | $p_1 = 50 \%$ | $p_2 = 25 \%$ | $50 \% \pm \frac{1 - 50 \%}{2} = [25 \%; 75 \%]$ |
| 2 | $p_1 = \sqrt{50 \%}$ | $p_2 = 50 \%$ | $50 \% \pm \frac{1 - \sqrt{50 \%}}{2} = [35,4 \%; 64,6 \%]$ |

Bei dem genannten Beispiel ist die Trefferquote bezüglich der Gesamtheit aller Haltungen bekannt. Das ist nicht der Fall für die kalibrierten Modelle, deren Trefferquoten sich ausschließlich auf die Teildatensätze für Kalibrierung beziehen. Für den Vergleich zweier Modelle wurde deswegen eine hypothetische Trefferquote berechnet, die dem Mittel beider Modelltrefferquoten im Teildatensatz entspricht. Die präzierte Fragestellung lautet dann:

Angenommen, zwei Modelle hätten bezogen auf die Gesamtheit aller Haltungen eine gleichhohe Trefferquote, wie wahrscheinlich wäre es, dass sie sich bei Anwendung auf den Kalibrierungsdatensatz um die entsprechende Differenz unterscheiden?

Es handelt sich zwischen den Trefferquoten um einen signifikanten Unterschied, falls diese Wahrscheinlichkeit kleiner als 50 % ist.

Die Signifikanzbetrachtung wurde für die Trefferquote und die erweiterte Trefferquote getrennt durchgeführt. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

1. **Erstellung der Gesamtverteilung:** Bildung einer Binomialverteilung, bei der die Wahrscheinlichkeit eines Einzelerfolgs dem Mittelwert zweier Trefferquoten der Kalibrierungen A und B entspricht. Kalibrierung A ist dabei immer die Kalibrierung, die in der Rasteranalyse am besten abgeschnitten hat. Die beste Kalibrierung ist diejenige mit der höchsten Summe von gemittelter Trefferquote und gemittelter erweiterter Trefferquote. Für die Generierung der Binomialverteilung ergeben sich somit folgende Kennzahlen:
 - a. Wahrscheinlichkeit eines Erfolgs: Mittelwert aus den beiden beteiligten Trefferquoten
 - b. Anzahl der Erfolge: Produkt aus Trefferquote und Anzahl der Haltungen im Teildatensatz (Treffer)
 - c. Versuche: Anzahl der Haltungen im Teildatensatz

Bsp.: Das beste Modell besitzt eine Trefferquote von 63,56 %, das ausgewählte Modell eine Trefferquote von 63,38 %. Der Mittelwert definiert die **Wahrscheinlichkeit eines Erfolgs mit 63,47 %**. Der Datensatz besteht aus **14.537** Haltungen, was der **Anzahl** der Versuche entspricht. Aus dem Produkt der Anzahl der Versuche und der jeweiligen Trefferquote ergibt sich die Anzahl der **Erfolge** für das beste Modelle mit $0,6356 * 14.537 = 9.240$ und für das verwendete Modell mit $0,6338 * 14.537 = 9.214$

2. **Abweichungen der Treffer vom Mittelwert:** Bildung der Differenz aus Treffer und dem Mittelwert der Verteilung. Daraus ergibt sich Abweichung beider Kalibrierungen vom Mittelwert.

Bsp.: Der Mittelwert der Erfolge beträgt für beide Modelle 9.227. Daraus resultiert für beide Modelle eine Abweichung von 13.

3. **Wahrscheinlichkeit der Abweichungen:** Berechnung der Wahrscheinlichkeit, mit der diese oder eine größere Abweichung bei der gegebenen Binomialverteilung pro Verteilung zustande kommt.

Bsp.: Die Wahrscheinlichkeit einer Abweichung um 13 oder mehr Treffer vom Mittelwert in Höhe von 9.227 bei einer Binomialverteilung mit 14.537 Versuchen und einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 63,47 % liegt bei 83,39 %.

4. **Verrechnung der Wahrscheinlichkeiten beider Abweichungen:** Bildung des Quadrats der berechneten Wahrscheinlichkeit, um die Wahrscheinlichkeit zweier Werte mit dieser Mindestabweichung zu erhalten.

Bsp.: Die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Stichproben um 13 oder mehr Treffer abweichen, liegt bei $(83,39 \%)^2 = 69,5 \%$. Dieser Wert liegt über 50 % und führt dazu, dass der Unterschied zwischen den beiden Kalibrierungsergebnissen als nicht signifikant betrachtet wird.

Das Ergebnis der besten 3 kalibrierten Modelle, des ausgewählten Parametersatzes und des schlechtesten kalibrierten Modells ist beispielhaft in Tabelle A6-3 aufgelistet. Die Definition des besten Modells ist in Kapitel 7.5.4 des Hauptdokumentes gegeben. Die ausgewählte Kalibrierung weist gegenüber der besten Parameterbelegung keinen signifikanten Unterschied auf. Es gab jedoch auch Modelle, die in Summe keinen signifikanten Unterschiede aufwiesen, jedoch für die Trefferquote und erweiterte Trefferquote separat signifikant besser oder schlechter abschnitten. Bei der Parameterbelegung mit der geringsten Trefferquote ist ein rein zufälliger Unterschied verglichen mit dem besten Modell praktisch ausgeschlossen.

Tabelle A6-3: Einige Ergebnisse der Signifikanzanalyse der Modelle *

| Parametrisierung | Unterschied gegenüber dem besten Modell | | | Unterschied gegenüber dem besten Modell | | |
|--|---|---------------------------|----------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| | Trefferquote | Zufallswahrscheinlichkeit | Bewertung des Unterschieds | Erweiterte Trefferquote | Zufallswahrscheinlichkeit | Bewertung des Unterschieds |
| ZK0 = 1 ZK1 = 0,8 ZK2 = 0,27 ZK3 = 0,15 ZK4 = 0,05 PktS = 8 UmfS = 3 StrS = 1 | 63,56 % | - | - | 97,79 % | - | - |
| ZK0 = 1 ZK1 = 0,8 ZK2 = 0,28 ZK3 = 0,15 ZK4 = 0,05 PktS = 8 UmfS = 3 StrS = 1 | 63,71 % | 70 % | nicht signifikant | 97,75 % | 80 % | nicht signifikant |
| ZK0 = 1 ZK1 = 0,9 ZK2 = 0,3 ZK3 = 0,15 ZK4 = 0,05 PktS = 7 UmfS = 3 StrS = 1 | 63,95 % | 39% | signifikant besser | 97,54 % | 10 % | signifikant schlechter |
| ZK0 = 1 ZK1 = 0,8 ZK2 = 0,25 ZK3 = 0,15 ZK4 = 0,05 PktS = 8 UmfS = 3 StrS = 1 | 63,38 % | 69 % | nicht signifikant | 97,78 % | 94 % | nicht signifikant |
| ZK0 = 1 ZK1 = 0,65 ZK2 = 0,33 ZK3 = 0,15 ZK4 = 0,06 PktS = 9 UmfS = 2 StrS = 1 | 58,78 % | 0 % | signifikant schlechter | 95,02 % | 0 % | signifikant schlechter |

*: Das letztlich verwendete Modell ist fett und rot geschrieben. Der Unterschied bezieht sich auf das beste, an erster Stelle stehende Modell.

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 7:
Kostengrundlagen für die vereinheitlichte Ermittlung der
Sanierungsempfehlungen im Rahmen der *SubKanS*-Kalibrierung



Richt-Einheitspreise für Innensanierungen (€, netto, reine Baukosten)

| Sanierungsart | Sanierungs-Verfahren | Detaillierung | San.-Kosten (Spannbreite) | | Einheit | |
|---------------|---------------------------|---|---|--------------------------------|---|-----------|
| | | | DN 250 | DN 800 | | |
| Reparatur | Roboter-Verfahren | Roboter, leichte Arbeiten: einfache Fräsarbeiten z. B. Ausfräsen von Wurzeln, geringen Ablagerungen, normale HD-Reinigung und vergleichbar | 150 | 250 | /Stck (m) | |
| | | Roboter, mittelschwere Arbeiten: erschwerte und präzise Fräsarbeiten z.B. Stutzen abfräsen, Muffenversätze abfräsen , erschwerte HD-Reinigung und vergleichbar | 200 | 300 | /Stck (m) | |
| | | Roboter, umfangreiche Arbeiten: Sanierungsarbeiten z. B. Muffenreparatur, Risse verpressen usw. | 400 | 750 | /Stck (m) | |
| | | Anschluss einbinden / sanieren (Hutprofil oder Anschluss mit Roboter einbinden) | 750 | 1.100 | /Stck | |
| | | Vorabdichtungen (bei eindringendem Wasser) | 300 | 350 | /Stck | |
| | Kurzschlauch / Manschette | | 500 | 1.000 | /m | |
| | | | | DN 800 | DN 1800 | |
| | | Manuelle Arbeiten | manuelle Sanierung, leicht: z. B. Stutzen, stemmen, Wurzeln usw. | 250 | 400 | /Stck |
| | | ab > DN 800 | manuelle Sanierung, mittel z.B. Riss verpressen, Löcher verspachteln usw. | 350 | 800 | /Stck (m) |
| | | | (manuelle Sanierung, schwer: z. B. besondere, erschwerte Arbeiten, grobe Größenordnung!) | 1.100 | 2.000 | /Stck (m) |
| | | manuelle Sanierung - nur Abdichtung (ab fließendes Wasser vorabdichten, grobe Größenordnung!) | 500 | 700 | /Stck | |
| | Teilerneuerung | Teilerneuerung in offener Bauweise | s. "Teilerneuerung" für 2m-Rohrstück | | | |
| Renovierung | Schlauchliner > 20m | (ohne weitere Spezifizierung der Linerart), einschl. Nebenleistungen zzgl. Vorarbeiten (Muffen fräsen, Stutzen abfräsen und einbinden usw.) | | | | |
| | | leichte / normale Verhältnisse (kein GW) | 200 | 600 | /m | |
| | | erschwerte Verhältnisse: (mit GW) | 350 | 850 | /m | |
| | | Nacharbeiten Hausanschlüssen einbinden (Hutprofil oder Anschluss mit Roboter einbinden, zur Berücksichtigung von Haltungen mit vielen intakten Anschlüssen) | siehe Rep. Roboter-Verfahren * | siehe Rep. Roboter-Verfahren * | /Stck | |
| Erneuerung | | in offener Bauweise | | | | |
| | | (als Standardverfahren, Detailfestlegung ist Aufgabe der Entwurfs-/Ausf.-Planung) | | | Preise = f(DN, Tiefe, Randbedingungen), s. "Richt-Einheitspreise für Teilerneuerungen in offener Bauweise" | /m |

Maßgeblich für die Zuordnung des EPs ist die Profilhöhe

Voraussetzung: Nennenswerte Anzahl von Baumaßnahmen in einem Baulos (keine Einzelmaßnahmen)

EPs enthalten bereits anteilig Pauschalkosten wie BE, Anfahrt, Umsetzen usw.

*vereinfachte Annahme

Richt-Einheitspreise für Erneuerungen in offener Bauweise (€, netto, reine Baukosten)

| Tiefenklasse | Profilklasse | San.-Kosten |
|--------------|--------------|-------------|
| 1-2 m | 200 | 550 |
| | 400 | 750 |
| | 800 | 1.150 |
| | 1.200 | 1.650 |
| | 1.600 | 1.900 |
| 2-3 m | 200 | 750 |
| | 400 | 850 |
| | 800 | 1.350 |
| | 1.200 | 1.900 |
| | 1.600 | 2.500 |
| 3-4 m | 200 | 950 |
| | 400 | 1.050 |
| | 800 | 1.600 |
| | 1.200 | 2.200 |
| | 1.600 | 2.900 |

^{*)}: ohne besondere Erschwernisse, Anlieger-/Wohn-/Nebenstraße, Stz.-/Beton
Haltungslänge > 20m

Teilerneuerung Faktoren für Mittelpreis

| Anbieter | Baugrubenlänge [m] ¹ | | | | | | | | |
|----------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| SubKanS | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 |

¹⁾: Annahme: Mindestbaugrubenlänge 2 m

Richt-Einheitspreise für Teilerneuerungen in offener Bauweise (€/m, netto, reine Baukosten)

| Tiefen-klasse | Profil-klasse | Baugrubenlänge [m] | | | | | | | | |
|---------------|---------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1-2 m | 200 | 1.210 | 1.045 | 935 | 880 | 825 | 770 | 770 | 715 | 715 |
| | 400 | 1.650 | 1.425 | 1.275 | 1.200 | 1.125 | 1.050 | 1.050 | 975 | 975 |
| | 800 | 2.530 | 2.185 | 1.955 | 1.840 | 1.725 | 1.610 | 1.610 | 1.495 | 1.495 |
| | 1200 | 3.630 | 3.135 | 2.805 | 2.640 | 2.475 | 2.310 | 2.310 | 2.145 | 2.145 |
| | 1600 | 4.180 | 3.610 | 3.230 | 3.040 | 2.850 | 2.660 | 2.660 | 2.470 | 2.470 |
| 2-3 m | 200 | 1.650 | 1.425 | 1.275 | 1.200 | 1.125 | 1.050 | 1.050 | 975 | 975 |
| | 400 | 1.870 | 1.615 | 1.445 | 1.360 | 1.275 | 1.190 | 1.190 | 1.105 | 1.105 |
| | 800 | 2.970 | 2.565 | 2.295 | 2.160 | 2.025 | 1.890 | 1.890 | 1.755 | 1.755 |
| | 1200 | 4.180 | 3.610 | 3.230 | 3.040 | 2.850 | 2.660 | 2.660 | 2.470 | 2.470 |
| | 1600 | 5.500 | 4.750 | 4.250 | 4.000 | 3.750 | 3.500 | 3.500 | 3.250 | 3.250 |
| 3-4 m | 200 | 2.090 | 1.805 | 1.615 | 1.520 | 1.425 | 1.330 | 1.330 | 1.235 | 1.235 |
| | 400 | 2.310 | 1.995 | 1.785 | 1.680 | 1.575 | 1.470 | 1.470 | 1.365 | 1.365 |
| | 800 | 3.520 | 3.040 | 2.720 | 2.560 | 2.400 | 2.240 | 2.240 | 2.080 | 2.080 |
| | 1200 | 4.840 | 4.180 | 3.740 | 3.520 | 3.300 | 3.080 | 3.080 | 2.860 | 2.860 |
| | 1600 | 6.380 | 5.510 | 4.930 | 4.640 | 4.350 | 4.060 | 4.060 | 3.770 | 3.770 |

Zusammenstellung KVR-Parameter

| Parameter | Lawa-KVR | Festlegung | Bemerkung |
|----------------------------------|--------------------|------------|--|
| ND - Reparaturen | Reparatur: 2-15 a | 13,3 a | Durch die hohe Qualität der Reparaturen derzeit, Nutzungsdauer tendenziell bei 80/6 Jahren (für eine angenehmere Berechnung) |
| ND - Reparatur - Kurzliner | Reparatur: 2-15 a | 13,3 a | Vergleichbare Dauerhaftigkeit mit den punktuellen Reparaturen, viele Probleme bekannt, Annahme Nutzungsdauer von 80/6 Jahren (für eine angenehmere Berechnung) |
| ND - Renovierung | 25 - 40(50) a | 40,0 a | |
| ND - Erneuerung / Teilerneuerung | 50 - 80(100) a | 80,0 a | Annahme, dass unter bauliche Schäden die Nutzungsdauer von 80 Jahren erreicht werden kann |
| Betrachtungszeitraum | keine feste Angabe | 80,0 a | Damit werden für unsere Sanierungsfälle alle Nutzungsdauern abgedeckt: 100 a möglich --> für rep. Maßnahmen Sinnhaftigkeit zu prüfen |
| Zinssatz (real) | 3% | 3% | |
| Preissteigerung (real) | 1% | 1% | |

¹⁾ Zur Vereinfachung: grobe Pauschallierung, keine weitere Untergliederung

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 8:
Beispielhafte Anwendung der Substanzklassifizierung gem.
SubKanS-Ansatz



**Berechnungsbeispiele
zur Ermittlung der Abnutzung und der Substanz(klasse)
nach dem *SubKanS*-Ansatz**

Inhalt

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Berechnungsgrundlagen | 1 |
| 2 | Elimination von Feststellungen, die keine Schäden sind | 2 |
| 3 | Zuordnung von Schadensart und Schadensausprägung | 3 |
| 4 | Überlagerung von Schäden an gleicher Station..... | 4 |
| 5 | Zuordnung von Schadenslängen und Gewichtungen für Schadensart und Schadensklasse..... | 6 |
| 6 | Streckenschäden | 7 |
| 7 | Bruttoschadenslänge BSL und Abnutzung ABN | 7 |
| 8 | Substanzklassifizierung | 8 |
| 9 | Spezifische Berechnungsvorschriften für Streckenschäden | 9 |

1 Berechnungsgrundlagen

- Notwendige Angaben im Schadensprotokoll (Einzelschäden):
 - o Station der Feststellung
 - o Schadenscode nach DIN-EN 13508-2 inkl. Charakterisierungen 1 und 2
 - o Kennzeichnung der Streckenschäden (A1 → B1, ...)
 - o Bewertung der Feststellung: Einzelschadensklassen (ESK) nach SubKanS-Regelschadenskatalog (schutzzielbezogen, in Anlehnung an die Zustandsklassifizierung nach DWA-M 149-3, vgl. Anlage 4)
- Die Lage einer Feststellung am Umfang wird für die Berechnung der Abnutzung nicht berücksichtigt

Tabelle A8-2 zeigt ein exemplarisch ausgewähltes Einzelschadensprotokoll, an dem sämtliche nachfolgenden Berechnungsschritte erläutert werden.

Tabelle A8-2: Exemplarisches Einzelschadensprotokoll

| Station | Kode | Langtext | Q ₁ / Q ₂ | Lage | Strecken-schaden | ESK _D | ESK _S | ESK _B | ESK _G |
|---------|--------|------------------------|---------------------------------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0.0 | BCD XP | Rohranfang | - | - | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 1 - 1 | | 5 | 3 | 4 | 3 |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 8 - 8 | | 5 | 3 | 4 | 3 |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | A1 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | 12 | | 1 | 4 | 5 | 1 |
| 12.0 | BCA DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 5 | 3 | 4 | 3 |
| 12.6 | BCA DB | Anschluss, einfacher | 150 | 12 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | 11 - 11 | | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 17.2 | BCA DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 27.8 | BCA DA | Anschluss, einfacher | 150 | 10 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 6 - 10 | | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 28.4 | BCA DA | Anschluss, einfacher | 150 | 10 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 29.0 | BCA DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 40.5 | BCA DA | Anschluss, einfache | 150 | 2 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | 2 | | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 43.6 | BCA DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.00 | 12 | | 1 | 4 | 5 | 1 |
| 45.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | B1 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 45.4 | BCE XP | Rohrende | - | - | | 5 | 5 | 5 | 5 |

Aus den Einzelschäden wird auf Grundlage des *SubKans*-Regelschadenskatalogs (vgl. Anlage 2) die schutzzielbezogene *SubKans*-Schadensklasse der Einzelschäden ESK(D) „Dichtheit“, ESK(S) „Stand-sicherheit“ und ESK(B) „Betriebs-sicherheit“ ermittelt. Für eine Gesamtbewertung ESK(G) wird die minimale Einzelschadensklasse aus den drei schutzzielbezogenen Einzelschadensklassen gebildet.

Die Abnutzung wird jeweils getrennt nach den Schutzzielen D, S und B sowie für die Gesamtbewertung G ermittelt. Im Ergebnis liefert die Berechnung der Abnutzung somit für jede Haltung vier Kennzahlen zur Abnutzung: ABN_D , ABN_S , ABN_B und ABN_G . In die Berechnung der Abnutzung ABN_D , ABN_S , ABN_B bzw. ABN_G geht jeweils nur die entsprechende Spalte ESK_D , ESK_S , ESK_B und ESK_G ein (vgl. Tabelle A8-1).

2 Elimination von Feststellungen, die keine Schäden sind

Feststellungen, die keine Schäden darstellen und hier mit $ESK_G = 5$ bewertet wurden, haben auf die Abnutzung keinen Einfluss und werden zur weiteren Berechnung aus dem Schadensprotokoll entfernt. Tabelle A8-2 zeigt den Vorgang am Beispiel der Berechnung von ABN_G .

Tabelle A8-2: Entfernen der Feststellungen $ESK_G = 5$

| Station | Kode | Langtext | Q_1 / Q_2 | Lage | Strecken-schaden | ESK_G |
|---------|--------|------------------------|-------------|---------|------------------|---------|
| 0-0 | BCD-XP | Rohranfang | - | - | | 5 |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 1 - 1 | | 3 |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 8 - 8 | | 3 |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | A1 | 4 |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | 12 | | 1 |
| 12-0 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 3 |
| 12-6 | BCA-DB | Anschluss, einfacher | 150 | 12 | | 5 |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | 11 - 11 | | 1 |
| 17-2 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 |
| 27-8 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 10 | | 5 |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 6 - 10 | | 4 |
| 28-4 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 10 | | 5 |
| 29-0 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 4 |
| 40-5 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | 2 | | 4 |
| 43-6 | BCA-DA | Anschluss, einfacher | 150 | 2 | | 5 |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.00 | 12 | | 1 |
| 45.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | B1 | 4 |
| 45-4 | BCE-XP | Rohrende | - | - | | 5 |

Dieser Vorgang ist in separaten Tabellen auch zur Berechnung von Abnutzung(D), Abnutzung(S) und Abnutzung(B) durchzuführen. Die schutzzielbezogenen Abnutzungen ABN_D , ABN_S , ABN_B und ABN_G werden somit in separaten Rechengängen ermittelt. Die hier dargestellten Rechenschritte und –regeln bleiben dabei unverändert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt die weitere Darstellung ausschließlich die Berechnung von ABN_G .

Tabelle A8-3 zeigt die Einzelschadenstabelle nach dem Entfernen der Feststellungen in $ESK_G = 5$.

Tabelle A8-3: Einzelschadenstabelle ohne Feststellungen $ESK_G = 5$

| Station | Kode | Langtext | Q_1 / Q_2 | Lage | Streckenschaden | ESK_G |
|---------|--------|------------------------|-------------|---------|-----------------|---------|
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 1 - 1 | | 3 |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 8 - 8 | | 3 |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | A1 | 4 |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | 12 | | 1 |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 3 |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | 11 - 11 | | 1 |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 6 - 10 | | 4 |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 4 |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | 2 | | 4 |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.00 | 12 | | 1 |
| 45.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | B1 | 4 |

3 Zuordnung von Schadensart und Schadensausprägung

Der *SubKanS*-Ansatz unterscheidet folgende Schadensarten:

- Punktschäden (PktS)
- Umfangschäden (UmfS)
- Streckenschäden (StrS)

Die Unterscheidung zwischen Punkt- und Umfangschäden¹ ist im *SubKanS*-Schadensgruppenkatalog (vgl. Anlage 4) festgelegt. Umfangschäden sind demnach Schäden, die radial über den Rohrumfang verlaufen. Sie werden u.a. durch die Schadenskürzel BAB-AB, BAB-BB und BAB-CB (Risse am Rohrumfang), BAI (Einragendes Dichtungsmaterial), BAJ (Verschobene Verbindung) und BAM B (Schadhafte Schweißnaht) charakterisiert. Alle anderen Schäden, die nicht als Streckenschäden kodiert wurden, werden den Punktschäden zugeordnet.

Zudem unterscheidet der *SubKanS*-Ansatz folgende Schadensausprägungen, die ebenfalls im Schadensgruppenkatalog in Anlage 4 festgelegt sind:

¹ Punkt- und Umfangschäden sind Schäden, die im Schadensprotokoll nicht als Streckenschäden kodiert wurden.

- Durchdringende (wanddurchdringende und damit korrespondierende) Schäden (DdS)
- Oberflächenschäden (OfS)
- Schäden ohne Bezug zur baulichen Struktur (SoB)

Unterschiedliche Schadensarten und –ausprägungen werden nach der in Tabelle A8-4 dargestellten Matrix zu voneinander unabhängigen Schadensbildern² zusammengefasst.

Tabelle A8-4: Schadensbilder

| Schadensbild | Oberflächenschaden (OfS) | Durchdringender Schaden (DdS) | Schaden ohne Bezug zur baulichen Struktur (SoB) |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---|
| Punktschaden (PktS) | OfS-PktS | DdS-PktS | SoB-PktS |
| Umfangschaden (UmfS) | OfS-UmfS | DdS-UmfS | SoB-UmfS |
| Streckenschaden (StrS) | OfS-StrS | DdS-StrS | SoB-StrS |

Tabelle A8-5 zeigt die zugeordneten Schadensbilder für das gewählte Beispiel.

Tabelle A8-5: Zuordnung Schadensbilder

| Station | Kode | Langtext | Q₁ / Q₂ | Lage | Strecken-schaden | ESK_G | Schadens-bild |
|----------------|-------------|------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 1 - 1 | | 3 | OfS-PktS |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 8 - 8 | | 3 | OfS-PktS |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | A1 | 4 | OfS-StrS |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | 12 | | 1 | DdS-UmfS |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 3 | OfS-PktS |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | 11 - 11 | | 1 | DdS-PktS |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 6 - 10 | | 4 | OfS-PktS |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 4 | OfS-PktS |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | 2 | | 4 | SoB-PktS |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.00 | 12 | | 1 | DdS-UmfS |
| 45.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | B1 | 4 | OfS-StrS |

4 Überlagerung von Schäden an gleicher Station

Für den Umgang mit Schäden an gleicher Station gelten folgende Grundsätze:

1. Schäden werden grundsätzlich aufaddiert, unabhängig davon an welcher Station sie aufgenommen wurden. Davon ausgenommen sind Oberflächenschäden (OfS) und durchdringende Schäden (DdS) mit identischem Schadensbild, die sich an der gleichen Station eines Objektes befinden.

² Als Schadensbild wird die Kombination aus Schadensart und Schadensausprägung definiert.

2. Treten mehrere Oberflächenschäden (OfS) bzw. durchdringende Schäden (DdS) mit identischem Schadensbild an derselben Station auf, wird nur das schwerste Schadensbild an dieser Station für die weitere Berechnung berücksichtigt.

PktS und UmfS können zweckmäßig in Tabellenform überlagert werden, um nachrangige Oberflächenschäden (OfS) und durchdringende Schäden (DdS) desselben Schadensbildes an gleicher Station von der weiteren Berechnung auszuschließen. Im hier gewählten Beispiel liegen an Station 0,6 m drei Schäden vor. Zwei davon sind den Oberflächenschäden (OfS) zuzuordnen und gehören dem gleichen Schadensbild (OfS-PktS) an. Daher wird hier nur der schwerere Einzelschaden für die Berechnung der Abnutzung verwendet (vgl. Tabelle A8-6).

Tabelle A8-6: Überlagerung von PktS und UmfS am gewählten Beispiel

| Station | Kode | Langtext | Q ₁ / Q ₂ | Lage | Streckenschaden | SK _G | Schadensbild |
|----------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 1 - 1 | | 3 | OfS-PktS |
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | 8 - 8 | | 3 | OfS-PktS |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | A1 | 4 | OfS-StrS |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | 12 | | 1 | DdS-UmfS |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 3 | OfS-PktS |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | 11 - 11 | | 1 | DdS-PktS |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 6 - 10 | | 4 | OfS-PktS |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 2 - 6 | | 4 | OfS-PktS |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | 2 | | 4 | SoB-PktS |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.00 | 12 | | 1 | DdS-UmfS |
| 45.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | 5 - 7 | B1 | 4 | OfS-StrS |

Der Oberflächenschaden BAF AD an Station 0,6 m wird in der Berechnung weiterverwendet, da er einem anderen Schadensbild zuzuordnen ist. Zudem handelt es bei diesem Schaden um einen Streckenschaden (StrS), deren Behandlung in Kap. 6 und 8 detailliert erläutert wird.

5 Zuordnung von Schadenslängen und Gewichtungen für Schadensart und Schadensklasse

Die Schadenslängen SL_i werden in Abhängigkeit des Schadensbildes wie folgt festgelegt:

- Punktschäden (PktS): $SL_i = 0,3 \text{ m}$
- Umfangschäden (UmfS): $SL_i = \text{Rohrumfang } (\pi \cdot DN_i) \text{ [m]}$
- Streckenschäden (StrS) $SL_i = \text{kodierte Streckenlänge [m]}$

Das Klassengewicht KG_i wird in Abhängigkeit der nach Überlagerung der Einzelschäden feststehenden Schadensklasse SK für das Schadensbild festgelegt (vgl. Tabelle A8-7).

Tabelle A8-7: Klassengewicht KG_i

| Schadensklasse (SK_i) | Klassengewicht (KG_i) |
|---------------------------|---------------------------|
| SK 0 | 1,00 |
| SK 1 | 0,80 |
| SK 2 | 0,25 |
| SK 3 | 0,15 |
| SK 4 | 0,05 |
| SK 5 | 0,00 |

Das Startgewicht StG_i wird in Abhängigkeit des Schadensbildes nach folgender Matrix definiert (vgl. Tabelle A8-8).

Tabelle A8-8: Startgewichte StG_i

| Startgewicht StG_i | Oberflächenschaden (OfS) | Durchdringender Schaden (DdS) | Schaden ohne Bezug zur baulichen Struktur (SoB) |
|--|--------------------------|-------------------------------|---|
| Punktschaden (PktS) | OfS-PktS → $StG_i = 8$ | DdS-PktS → $StG_i = 8$ | SoB-PktS → $StG_i = 8$ |
| Umfangschaden (UmfS) | OfS-UmfS → $StG_i = 3$ | DdS-UmfS → $StG_i = 3$ | SoB-UmfS → $StG_i = 3$ |
| Streckenschaden (StrS) | OfS-StrS → $StG_i = 1$ | DdS-StrS → $StG_i = 1$ | SoB-StrS → $StG_i = 1$ |

In Tabelle A8-9 wurden die Schadenslängen SL_i , die Klassengewichte KG_i und die Startgewichte StG_i zugeordnet. Aus diesen drei Größen ergibt sich für jeden Einzelschaden das jeweilige Schadensgewicht SG_i zu:

$$SG_i = SL_i \cdot StG_i \cdot KG_i$$

Tabelle A8-9: Zuordnung von Schadenslänge sowie Gewichtung für Schadensart und Schadensklasse

| Station | Kode | Langtext | Q ₁ / Q ₂ | Strecken-schaden | SK _G | Schadens-bild | SL _i | KG _i | StG _i |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | | 3 | OfS-PktS | 0,3 | 0,15 | 8 |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | A1 | 4 | OfS-StrS | 44,4 | 0,05 | 1 |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | | 1 | DdS-UmfS ¹ | 1,26 | 0,80 | 3 |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | | 3 | OfS-PktS | 0,3 | 0,25 | 8 |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | | 1 | DdS-PktS | 0,3 | 0,80 | 8 |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | | 4 | OfS-PktS | 0,3 | 0,05 | 8 |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | | 4 | OfS-PktS | 0,3 | 0,05 | 8 |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | | 4 | SoB-PktS | 0,3 | 0,05 | 8 |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | | 1 | DdS-UmfS ¹ | 1,26 | 0,80 | 3 |
| 45.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | B1 | 4 | OfS-StrS | | | |

¹ SL (DN400) = π · 0,4 m = 1,26 m

6 Streckenschäden

Im exemplarisch gewählten Beispiel ist lediglich ein Streckenschaden vorhanden. Das Schadensgewicht SG_i errechnet sich in diesem Beispiel zu:

- für Oberflächenschäden (OfS):

$$SG_i = SL_i \cdot StG_i \cdot KG_i = 44,4 \cdot 1 \cdot 0,05 = 2,22$$

- für durchdringende (wanddurchdringende und damit korrespondierende) Schäden (DdS):

$$SG_i = SL_i \cdot StG_i \cdot KG_i = 0 \cdot 1 \cdot 0,0 = 0,0$$

- für Schäden ohne Bezug zur baulichen Struktur (SoB):

$$SG_i = SL_i \cdot StG_i \cdot KG_i = 0 \cdot 1 \cdot 0,0 = 0,0$$

Das Schadensgewicht aller Streckenschäden der betreffenden Haltung beträgt demnach **ΣSG_i = 2,22 (= ΣStrS)**.

7 Bruttoschadenslänge BSL und Abnutzung ABN

Nach der Überlagerung der Streckenschäden wird das zusammengeführte Schadensgewicht der Streckenschäden $\Sigma StrS = SG_{DdS-StrS} + SG_{OfS-StrS} + SG_{SoB-StrS}$ mit den Schadensgewichten der Punkt- und Umfangsschäden zur absoluten Bruttoschadenslänge BSL_{abs} aufsummiert (vgl. Tabelle A8-10). Die absolute Bruttoschadenslänge BSL_{abs} ist definiert als:

$$BSL_{abs} = \sum SL_i \cdot StG_i \cdot KG_i.$$

Tabelle A8-10: Bruttoschadenslänge

| Station | Kode | Langtext | Q ₁ / Q ₂ | Streckenschaden | SK _i (G) | Schadensbild | SL _i | KG _i | StG _i | SG _i |
|------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 0.6 | BAF BA | Oberflächenschaden | - | | 3 | OfS-PktS | 0,3 | 0,15 | 8 | 0,36 |
| 0.6 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | A1 | 4 | OfS-StrS | 44,4 | 0,05 | 4 | |
| 1.9 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | | 1 | DdS-UmfS | 1,26 | 0,80 | 3 | 3,02 |
| 12.0 | BAF CD | Oberflächenschaden | - | | 3 | OfS-PktS | 0,3 | 0,15 | 8 | 0,36 |
| 17.0 | BAC B | Rohrbruch/Einsturz | 60 | | 1 | DdS-PktS | 0,3 | 0,80 | 8 | 1.92 |
| 27.8 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | | 4 | OfS-PktS | 0,3 | 0,05 | 8 | 0,12 |
| 29.0 | BAF AD | Oberflächenschaden | - | | 4 | OfS-PktS | 0,3 | 0,05 | 8 | 0,12 |
| 40.5 | BAG | Einragender Anschluss | 3.8 | | 4 | SoB-PktS | 0,3 | 0,05 | 8 | 0,12 |
| 44.0 | BAJ C | Verschobene Verbindung | 5.0 | | 1 | DdS-UmfS | 1,26 | 0,80 | 3 | 3,02 |
| Streckenschäden: | | | | | | ΣStrS | | | | 2,22 |
| | | | | | | | BSL _{abs} | Σ | 11,26 m | |

Für das exemplarische Beispiel beträgt die absolute Bruttoschadenslänge $BSL_{abs} = 11,26$ m. Die Abnutzung entspricht der relativen (auf die inspizierte Länge bezogenen) Bruttoschadenslänge. Die Objektlänge für dieses Beispiel beträgt $OL = 45,4$ m. Somit ergibt sich die Abnutzung ABN_G zu:

$$ABN_G = BSL_{rel} = \frac{BSL_{abs}}{OL} = \frac{11,26 \text{ m}}{45,4 \text{ m}} \cdot 100\% = \mathbf{24,8 \%}$$

8 Substanzklassifizierung

Die Substanz SUB korrespondiert mit der Abnutzung ABN und wird als Differenz zum schadensfreien Zustand berechnet:

$$SUB_G = 100 \% - ABN_G = \mathbf{75,2 \%}$$

Eine Haltung mit dieser Abnutzung/Substanz wird nach der Substanzklassifizierung gemäß *SubKans* in die **Substanzklasse SBK 3** „Ausreichende Substanz/Fortschreitende Abnutzung“ eingruppiert.

9 Spezifische Berechnungsvorschriften für Streckenschäden

Für Streckenschäden gelten unter bestimmten Voraussetzungen zwei weitere Berechnungsvorschriften. Das vorherige Beispiel wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit so gewählt, dass diese Voraussetzungen nicht erfüllt waren, und die spezifischen Berechnungsvorschriften nicht zur Anwendung kamen. Um die ausschließlich für Streckenschäden anzuwendenden Berechnungsvorschriften zu erläutern, wird nachfolgend ein weiteres Beispiel verwendet.

Die für Streckenschäden spezifischen Berechnungsvorschriften betreffen (1) kurze Streckenschäden und (2) die Überlagerung von Streckenschäden, die den Oberflächenschäden (OfS-StrS) bzw. den durchdringenden Schäden (DdS-StrS) zuzuordnen sind:

- 1) Liegt ein kurzer Streckenschaden vor, so wird das Startgewicht (StG_i) des Streckenschadens erhöht. Ein kurzer Streckenschaden liegt vor, wenn das Schadensgewicht $SG_i = SL_i \cdot KG_i \cdot StG_i$ eines Streckenschadens kleiner ist, als das Schadensgewicht (SG_i) eines Punktschadens derselben Schadensklasse (SK_i). In diesem Fall wird das Startgewicht (StG_i) des Streckenschadens derart erhöht, dass das Schadensgewicht des Streckenschadens dem Schadensgewicht eines Punktschadens derselben Schadensklasse entspricht.

Beispiel:

Ein OfS-StrS mit der Schadenslänge $SL_i = 1,0$ m in $ESK_i = 0$ ($\rightarrow KG_i = 1,0$) würde ohne die Berücksichtigung der Berechnungsvorschrift für kurze Streckenschäden ein Schadensgewicht $SG_i = SL_i \cdot KG_i \cdot StG_i = 1,0$ m $\cdot 1,0 \cdot 1 = 1,0$ m aufweisen. Ein Punktschaden in $ESK_i = 2$ ($\rightarrow KG_i = 0,25$) besitzt das Schadensgewicht $SG_i = 0,3$ m $\cdot 1,0 \cdot 8 = 2,4$ m. Somit würde der betreffende Streckenschaden ein geringeres Schadensgewicht aufweisen als ein vergleichbarer Punktschaden. Um dies zu vermeiden, wurde die Berechnungsvorschrift für kurze Streckenschäden eingeführt. Es gilt:

Wenn die Bedingung $SG_{StrS, i} < SG_{Pkts}$ (mit $ESK_{StrS, i} = ESK_{Pkts}$) erfüllt ist, ergibt sich das Startgewicht des Streckenschadens zu $StG_{StrS, neu} = SG_{Pkts} / SG_{StrS}$. Kurze Streckenschäden erhalten somit das gleiche Schadensgewicht SG wie ein Punktschaden derselben Schadensklasse ESK .

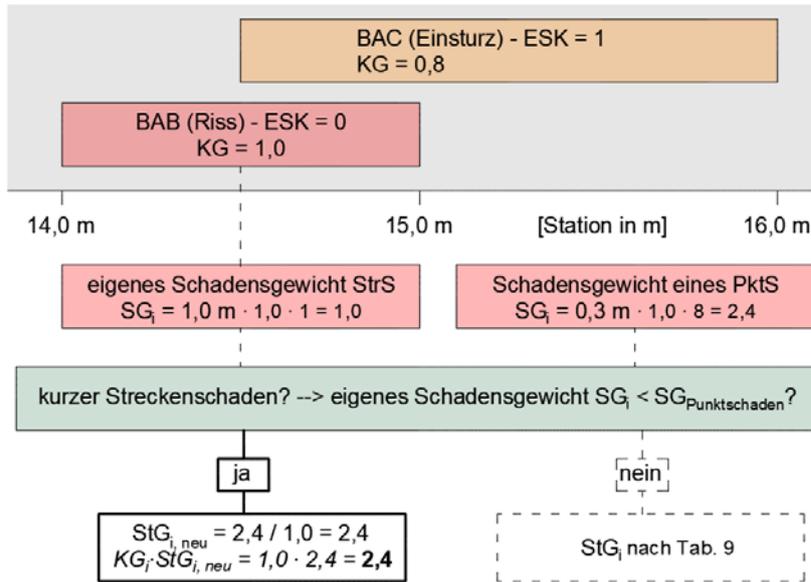
- 2) Tritt der Fall ein, dass sich mehrere Streckenschäden mit derselben Schadensausprägung OfS oder DdS auf demselben Haltungsabschnitt befinden, wird auf dem betreffenden Haltungsabschnitt jeweils nur der schwerere OfS bzw. der schwerere DdS für die weitere Berechnung verwendet. Die Überlagerung der Streckenschäden findet somit nach denselben Grundsätzen wie die Überlagerung von Punkt- und Umfangsschäden statt (vgl. Kap. 4). Für Streckenschäden ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die Überlagerung auf Grundlage des Produktes $KG_i \cdot StG_i$ erfolgt.

Ein grafisches Prüf- bzw. Berechnungsschema für diese beiden Berechnungsvorschriften ist zur Veranschaulichung auf der nachfolgenden Seite dargestellt.

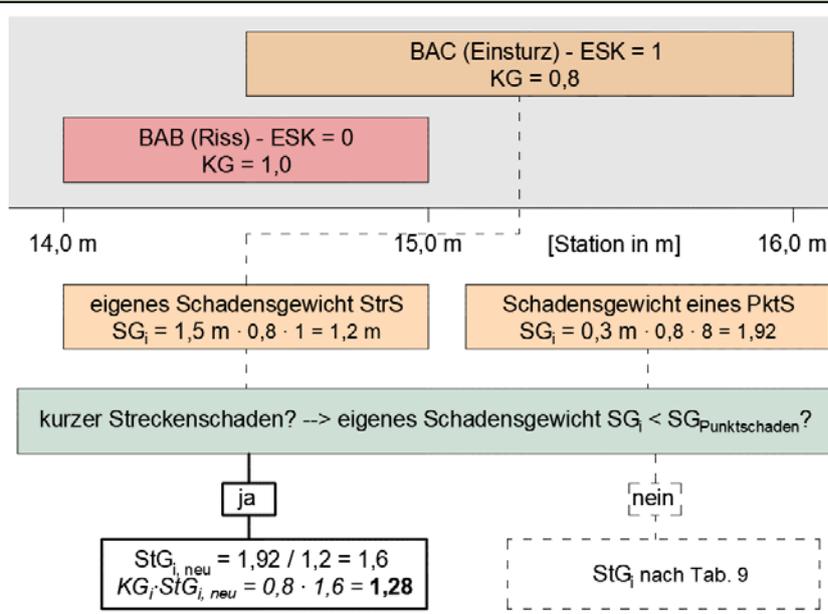
Ergänzendes fiktives Beispiel zur Überlagerung von Streckenschäden

Durchdringende Streckenschäden (DdS-StrS):

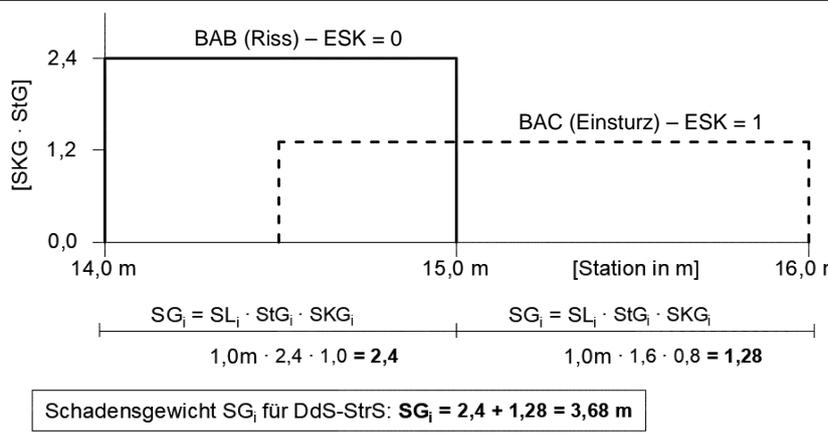
BAB (Riss) - ESK = 0 - von Station 14,0 m bis Station 15,0 m
 BAC (Einsturz) - ESK = 1 - von Station 14,5 m bis Station 16,0m



Um zu vermeiden, dass kurze Streckenschäden (OfS, DdS und SoB) weniger Einfluss auf die Abnutzung haben als Punktschäden gleicher Klassifizierung ESK, wird das Startgewicht bei kurzen Streckenschäden angepasst.



Für das ergänzende Beispiel ergibt sich das Schadensgewicht SG_i der durchdringenden Streckenschäden zu:
 $SG_{Dds-StrS} = 2,4 + 1,28 = 3,68$
 Für ggf. zusätzlich vorhandene Oberflächenschäden (OfS), die als Streckenschäden auf identischen Haltungsabschnitten vorliegen, wäre in gleicher Weise zu verfahren.



Streckenschäden (OfS und DdS) werden auf Grundlage von $[KG \cdot StG]$ überlagert.
 Streckenschäden (SoB) werden jeweils mit ihrer gesamten Schadenslänge SL berücksichtigt.



Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 9:
Dokumentation Expertenrunde 1



DOKUMENTATION ER 1

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (*SubKans*)

Erste Expertenrunde mit Unterstützung der DWA

5. Juli 2019 / 10:30 - 16:00 Uhr / Caritasverband Frankfurt

Hintergrund und Zielsetzung

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes *SubKans* erarbeitet ein zehnköpfiges Projektkonsortium aus Hochschulen, Kanalnetzbetreibern und Ingenieurbüros bis Ende 2020 ein einheitliches und praxisrelevantes Verfahren zur Substanzklassifizierung für Kanalhaltungen und Schächte. Neben der Sanierungspriorität soll so ein weiterer Parameter zur standardisierten Erfassung und Bewertung von baulicher Substanz und Abnutzungsvorrat geschaffen werden, um die Aufstellung vermögenserhaltender Kanalstandhaltungsstrategien zusätzlich zu unterstützen. Ziel von *SubKans* ist die Entwicklung eines einheitlichen und praxisrelevanten Verfahrens mit u.a. folgenden Eigenschaften:

- Die Methodik zur Substanzklassifizierung weist Analogien zur Methodik der Zustandsklassifizierung gemäß DWA-M 149-3 auf.
- Die Methodik passt sich Anforderungen an Praxistauglichkeit (verfügbare Daten) und Robustheit (unempfindlich gegenüber Datenqualitätsschwankungen) an.
- Das Ergebnis der Substanzklassifizierung gibt Rückschlüsse auf technisch sinnvolle Sanierungshauptverfahren und zu erwartende Sanierungskosten.

Im Rahmen der ersten Expertenrunde (ER 1) am 5.7.19 haben unter Beteiligung externer Fachleute knapp 50 Experten Anforderungen der erweiterten Fachöffentlichkeit an die zu entwickelnde Substanzklassifizierung in der Form eines World Cafés diskutiert und dabei ebenfalls erste Projektergebnisse reflektiert. Inhalte und Ergebnisse der ersten Expertenrunde sind auf den folgenden Seiten zusammengefasst. Zur Vorbereitung wurden den ausgewählten assoziierten Partnern die an den Thementischen zu diskutierenden Kernfragen mit dem Programm zugesandt. Die Resonanz aus der Expertenrunde wird in die weitere Standardentwicklung einfließen; zwei weitere Expertenrunden sind für 2020 geplant.

Gefördert durch:



TAGESPROGRAMM

| | |
|-------|--|
| 10:30 | ERÖFFNUNG |
| 10:30 | Begrüßung <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> |
| 10:35 | Das Projekt SubKanS – Notwendigkeit, Ziele, Vorgehen <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> |
| 10:55 | Einführung in die Arbeit an Thementischen <i>Dipl.-Ing. Sylvia Gredigk-Hoffmann, FH Aachen</i> |
| 11:00 | Impulsvorträge Thementische: <ul style="list-style-type: none"> 1. Relevanz und Nutzen einer weiteren Bewertungskennzahl <i>Dr.-Ing. Martin Wolf, SiwaPlan Ing.-Ges. mbH, München</i> <i>Dr.-Ing. Agnes Janda, Gelsenwasser, Gelsenkirchen</i> 2. Begriffsverständnis Substanz <i>Prof. Dr.-Ing. Torsten Schmidt; Stefan Orlik, M.Eng., Hochschule Magdeburg-Stendal</i> 3. Anwendungsbereiche, Eingangsgrößen und Randbedingungen <i>Dipl.-Ing. Rüdiger Jathe, hanseWasser, Bremen</i> <i>Dipl.-Ing. Christoph Plogmeier, Gelsenwasser, Gelsenkirchen</i> 4. Relevanz Einzelzustand <i>Dipl.-Ing. Klaus-Jochen Sympher, Dr.-Ing. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft, Berlin; Dr.-Ing. Klaus Hochstrate, Lippstadt</i> 5. Substanzklasse – eine Entscheidungsgrundlage für die Wahl der Sanierungsart? <i>Dipl.-Ing. Michael Hippe, Dipl.-Ing. Thomas Wedmann, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Erftstadt / Solingen</i> |
| 11:10 | <i>Kaffeepause</i> |
| 11:25 | WORLD CAFÉ |
| 11:25 | Runde 1 |
| 12:05 | Runde 2 |
| 12:45 | <i>Mittagspause</i> |
| 13:30 | Runde 3 |
| 14:20 | SYNOPSIS |
| 14:20 | Vorstellung Diskussionsergebnisse aus den Thementischen |
| 15:35 | Zusammenfassung und Ausblick <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> |
| 15:45 | Ausklang mit Möglichkeit zum Austausch |

**ZUSAMMENFASSUNG VON INHALTEN UND
DISKUSSIONSERGEBNISSEN AUS DEN FÜNF THEMENTISCHEN**

Tisch 1: Relevanz und Nutzen einer weiteren Bewertungskennzahl

Übergeordneter Standpunkt: Wege für die operative Planung der Sanierung.
Was wären die Wünsche/Ziele für eine weitere Klassifikationszahl?
Welchen Mehrwert hätte eine neue Kennzahl der Substanz?

Diskussionsergebnisse

Die Nutzung des DWA-M 149-3 habe sich für die automatische Zustandsbewertung größtenteils, für die ingenieurmäßige Aufarbeitung teilweise durchgesetzt. Dies sei unbefriedigend, da die (notwendige) fachkompetente Nachbereitung wichtig für die brauchbare Weiterverwendung der Daten sei. Dabei lasse der bearbeitende Ingenieur bei Vorkenntnissen über das Netz weitere Informationen wie Lage im Stadtgebiet u.ä. miteinfließen, was in der Regel auch den Betrachtungshorizont öffne.

Es liege außerdem eine große Diskrepanz in der standardmäßigen Betrachtung zwischen Haltungen und Schächten vor.

Ohne die Grundlage von DWA-M 149-3 erscheine, auf Grund der dann wohl nicht vorhandenen Sensibilisierung des betreffenden Netzbetreibers, der Schritt der Substanzbewertung noch nicht zielführend. DWA-M 149-3 stelle sozusagen den Einstieg in die Zustandsbewertung dar, auch wenn für die Substanzbewertung Zustandsklassen gemäß DWA-M 149-3 (als Maß für die Sanierungsdringlichkeit) nicht benötigt würden. Das Merkblatt reiche aber für sich alleine genommen nicht aus, um strategisch vorzugehen. Das bedeutet auch, dass Zustandsklasse und Substanz(klasse) sich nicht gegenseitig substituieren sollten, sondern beide Betrachtungen gleichermaßen für eine Strategieentwicklung als notwendig erachtet würden.

Aus den Schäden lasse sich nicht die Art der Sanierung herleiten. Daher sei damit wohl kaum die Entwicklung einer Strategie möglich. Eine wichtige Ausnahme sei die Durchführung von Sofortmaßnahmen gemäß DWA-M 149-3. Außerdem liefere eine fachgerecht erfolgte Bewertung gute Eingangsdaten für die Sanierungsstrategie sowie eine fundierte Möglichkeit zur Rechtfertigung der relevanten Maßnahmen gegenüber Bürgern.

Es bleibe aber dabei, dass allein auf Grundlage einer disziplinierten Anwendung von DWA-M 149-3 keine vollumfängliche Strategie definierbar sei. Vielmehr liefere DWA-M 149-3 eine Priorisierung, die im nächsten Schritt durch den Substanzzustand mit weiteren Erkenntnissen (Stichwort: Hinweis zur Sanierungsart je Haltung, zum Gesamteindruck je Netz) aufgeladen werden solle, um sich auf diese Art und Weise einer bzw. mehreren möglichen Sanierungsstrategien zu nähern.

Hinsichtlich Haltungsebene, Netzebene und Netzvergleich solle die Haltungsebene die Grundlage zur Verfahrenswahl bilden. Die Netzebene liefere die Basis für die Herleitung der Strategie, hauptsächlich ausgehend vom Substanzverhalten. Die Substanz sei als ergänzendes Kriterium zum Zustand nach DWA-M 149-3 zu sehen.

Ob das Objektalter im Netzvergleich eine Rolle spielen sollte, wurde uneinheitlich diskutiert.

Gewünscht wurde von den Teilnehmern eine Aussage zum Alterungsverhalten verschiedener Materialien (unter definierten Bedingungen).

Die Kennzahl der Substanz werde eine qualitative Aussage über zusätzlichen Investitionsbedarf ermöglichen.

Tisch 2: Begriffsverständnis Substanz

Wie kann Substanz überhaupt beschrieben werden? Gibt es einen Grenzzustand? Was gehört alles dazu? Sollen ökonomische Betrachtungen einbezogen werden? Unterscheidung nach den Schutzzielen Dichtheit, Standsicherheit, Betriebssicherheit (D/S/B) weiterhin aufrechterhalten? Wie ist die Substanz zu definieren?

Diskussionsergebnisse

Substanz solle ein zusätzlicher Indikator für den baulichen Zustand des Objektes sein. Sie solle ohne zusätzlichen Aufwand aus vorhandenen Daten ermittelbar sein. Andere Aspekte wie Hydraulik und Wirtschaft seien bei der Sanierungsentscheidung unbedingt zu berücksichtigen, sollten aber in ihrer Betrachtung der Substanzbeurteilung nachgelagert und nicht Bestandteil der Substanzbeurteilung sein. Die Substanz solle parallel neben der Priorität stehen, diese also nicht ersetzen, sondern ergänzen. Eine separate Betrachtung der Substanz basierend auf den Säulen D, S, B erschien den Diskutanten überwiegend nicht sinnvoll, die Substanz solle hingegen integrativ ermittelt werden. Die Substanz solle als Klasse auf einer stetigen Funktion basieren und analog zum prioritätsorientierten Zustand dargestellt werden. Auch die Möglichkeit von Prozentwerten wurde angesprochen. Zu klären sei der Einfluss der Sanierung auf die Substanzentwicklung. Ein Substanzmodell könne und solle kein Alterungsmodell ersetzen, sondern Ausgangsbasis für eine derartige Betrachtung sein. Die Substanz solle ein Indiz für die Wahl zwischen Gesamt- oder Teilinstandsetzung sein.

Tisch 3: Anwendungsbereiche, Eingangsgrößen und Randbedingungen

Wo findet die neue Größe „Substanzklasse“ Eingang in den Prozess der Netzsanierung? Sind neben den Schadenskürzeln zusätzlich weitere Randbedingungen in die Substanzklassifizierung zu integrieren? Sollte es zur Berücksichtigung der Alterung einen altersabhängigen Abnutzungszuschlag geben?

Diskussionsergebnisse

Die Substanzklasse sei eine Ergänzung zur Zustandsklasse. Sie unterstütze den Netzbetreiber bei der objektspezifischen Sanierungsentscheidung. Zusätzlich könne sie bei strategischen/programmatischen Entscheidungen und vor allem bei der Prognose zukünftiger Sanierungsbedarfe im Rahmen einer integrierten Strategieentwicklung angewendet werden. Gleichzeitig seien Querverbindungen zu weiteren betrieblichen Strategien (Inspektion/Reinigung) und zur Lokalisierung sensibler Bereiche (Cluster, Teilstrecken, Netzzusammenhänge) zu erwarten. Auch ergebe sich die Möglichkeit zur Analyse/Monitoring/Controlling der in Bezug auf die verfolgten Ziele erzeugten Wirkungen. Die Kommunikation mit verschiedenen Entscheidungsträgern werde erleichtert.

Die einfließenden Randbedingungen seien relevant, müssten ggf. zwingend berücksichtigt werden. Die Form der Berücksichtigung im Klassifizierungsmodell wird als komplex angesehen. Statt einem Zuschlagsfaktor wie in DWA-M 149-3 wird eine Kombination von Einzelschadensbildern mit Randbedingungen (z.B. Grundwasser/Verkehrslast) diskutiert. Ggf. könne auch eine Kopplung mit Ergebnissen zusätzlicher Untersuchungen (z.B. Georadar) erfolgen. Die Praktikabilität müsse dabei aber im Vordergrund stehen („kleine“ Betreiber mit „dünnere Datendecke“).

Abschläge von der Substanz zur Berücksichtigung des Objektalters seien sinnvoll. Die wichtigste Kenngröße sei aber der Einfluss der Schäden auf die Substanz. Daher wird die Alterung im Endeffekt als doch eher geringerer Einfluss beurteilt.

Lediglich bei der Teilerneuerung gab es unterschiedliche Standpunkte: die eine Gruppe wies auf eine unvermeidliche Störung des Boden-Rohr-Systems hin, während die andere Gruppe auf den Neubau eines Teilabschnittes der Haltung, der schadensfrei mit vollwertiger Substanz hergestellt werde, aufmerksam machte.

Bei der Feststellung einer Renovierung wurde festgestellt, dass diese Sanierungsart häufig mit Schwachstellen / Risiken verbunden sei.

Bei der Bewertung der Reparatur- und Renovierungs-Feststellungen wurde einvernehmlich der Standpunkt vertreten, dass diese lediglich mit einer geringfügigen Substanzklasse aufgenommen würden. Ebenso solle ein gemeißelter Anschluss als suboptimal bewertet werden.

Tisch 5: Substanzklasse – eine Entscheidungsgrundlage für die Wahl der Sanierungsart?

Wie erfolgt in den Unternehmen derzeit die Wahl der Sanierungsart?
 Wie wird die Grenze zwischen Reparatur und Renovierung/Erneuerung gezogen?
 Welche Schwachpunkte beinhalten derzeitige Vorgehensweisen?
 Kann eine „Substanzklasse“ einen Beitrag zur Entscheidungsfindung leisten?
 Wenn ja, welchen? Welche Anforderungen sind an die Entscheidungshilfe „Substanzklasse“ zu stellen?

Diskussionsergebnisse

Das derzeitige Vorgehen bei der Wahl des Sanierungsverfahrens für schadhafte Abwasseranlagen erfolge in der Regel stufenweise. Aufbauend auf einer Videoauswertung werde zunächst untersucht, welche Sanierungshauptverfahren machbar seien. Die Machbarkeit ergebe sich zunächst aus den Einsatzgrenzen der Verfahren, insbesondere in Abhängigkeit der Schadensbilder. Sofern eine Machbarkeit für mehrere Sanierungshauptverfahren gegeben sei, erfolge eine Kostenvergleichsrechnung. Dabei flössen auch eventuelle Zusatzkosten (Wasserüberleitung, Verkehrslenkung etc.) ein, die im Wesentlichen von den äußeren Rahmenbedingungen abhängig seien. Idealerweise erfolge im Sinne eines Mehrspartenansatzes auch eine Einbeziehung des Zustandes der Straße und der im Rohrbereich verlegten Versorgungsleitungen. Daraus könnten sich Synergien ergeben, die in der Regel auch einen Einfluss auf die Kosten besäßen.

Aufgrund der erforderlichen Planungszeit und des Personaleinsatzes werde bei hohen Prioritäten oft von der skizzierten Vorgehensweise abgewichen. Die entsprechenden vordringlichen Schäden würden dann auf der Grundlage eines kurzen Entscheidungsprozesses in offener oder geschlossener Bauweise repariert, da Erneuerung und Renovierung oftmals einen längeren Planungsprozess beinhalteten.

Die Grenzen zwischen Reparatur, Renovierung und Erneuerung könnten sich auf der Grundlage einer Kostenvergleichsberechnung nach vorheriger Analyse der Machbarkeiten (Einsatzgrenzen von Sanierungsverfahren) ergeben. Berücksichtigt

werde bei der endgültigen Festlegung des Sanierungsverfahrens und der Sanierungsabschnitte häufig auch der räumliche Zusammenhang der vorgesehenen Sanierungsverfahren. Die Expertenrunde gibt darüber hinaus an, dass häufig die Grenze zwischen den Verfahren aufgrund des Erfahrungswertes festgelegt werde. Dabei würden neben den Schadensbildern auch die Schadensdichte und die Restnutzungsdauer des Altkanals berücksichtigt. Zudem spiele die Lage im Verkehrsraum im Hinblick auf eventuelle Verkehrsgenehmigungen (Verkehrslenkung, zweiter Rettungsweg) in die Entscheidungsfindung hinein.

Unabhängig von der Wirtschaftlichkeit der Sanierungsverfahren beeinflussten mitunter auch die Auswirkung auf die Gebühren (Investition versus Unterhaltung) und die Dringlichkeit einer Schadensbehebung die Entscheidungsfindung.

Aus dem derzeitigen Vorgehen bei der Wahl der Sanierungsart und bei der Festlegung der Verfahrensgrenzen seien gleichzeitig auch verschiedene Schwachpunkte abzuleiten.

In Zeiten des Fachkräftemangels stelle eine starke Abhängigkeit des Vorgehens von der Erfahrung auch einen Schwachpunkt dar. Gleichzeitig fehle in der Regel bei der aufgrund von Erfahrungswerten festgelegten Sanierungsart eine Erfolgskontrolle.

Die fehlende Nutzengleichheit – insbesondere bei einer Reparatur – stelle die Ergebnisse einer Kostenvergleichsrechnung in Frage. Dadurch, dass hierbei häufig eine Reparatur den niedrigsten Kostenbarwert aufweise, ergebe sich bei entsprechender Umsetzung eine schrittweise Substanzverschlechterung der Abwasseranlagen.

Kaufmännische Anreize mit dem Ziel der Gebührenstabilität stünden häufig im Widerspruch zu den technischen Notwendigkeiten.

Das Ziel, Planungsaufwand und Planungszeit zu sparen, führe dazu, dass die gewählten Lösungen mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit und den Substanzerhalt nicht optimal seien.

Nach Meinung der Diskussionsteilnehmer führe eine rein schadens- bzw. zustandsbezogene Betrachtungsweise auch häufig dazu, dass unwirtschaftliche Sanierungsentscheidungen getroffen würden.

Zur Fragestellung, ob die Substanzklasse einen Beitrag für die Festlegung der Sanierungsart leisten könne, ist aus der Diskussion keine eindeutige Meinung abzuleiten. Ein breiter Konsens bestand darin, dass eine Ableitung der Sanierungsart aus der Substanzklasse nur eine Vorauswahl und nicht alleiniges Kriterium darstellen könne. Im Zuge der weiteren Planung sei die optimale Sanierungsart differenzierter und unter Einbeziehung weiterer Randbedingungen zu untersuchen.

Weiterhin wurde die Meinung geäußert, dass die Substanzklasse bei der Auswahl der Sanierungsart nur aufgrund einer rein baulichen Betrachtungsweise ermittelt werden solle.

Die Beurteilung anhand der Substanzklasse solle bezogen auf die Einzelhaltung ohne Berücksichtigung des im räumlichen Zusammenhang befindlichen Kanalbestands erfolgen.

Darüber hinaus wurde der Standpunkt geäußert, dass die Substanzklasse nur für die Entscheidung Erhaltungsmaßnahme (Erneuerung / Renovierung) oder Unterhaltungsmaßnahme (Reparatur) herangezogen werden solle, wobei der Grundsatz gelten solle, dass bei geringer Substanzklasse eine investive Sanierung ableitbar sei. Ob die Sanierung durch Erneuerung oder Renovierung erfolgen solle, sei im Rahmen der weitergehenden Planung zu untersuchen.

Schließlich führt ein Teilnehmer eine bestehende Vorgehensweise an, nach der nur in Einzelfällen bei kritischen Randbedingungen die bauliche Substanz in die Entscheidungsfindung für die Sanierungsart einbezogen werde.

Als Anforderung für die Ermittlung der Substanzklasse unter dem Blickwinkel der Festlegung der Sanierungsart wird die Einbeziehung von weiteren Randbedingungen neben dem reinen Schadensbild, wie Tiefenlage, Grundwasserverhältnisse, Oberfläche als wünschenswert angesehen. Insbesondere für Schächte wird auch eine Einbeziehung der Verkehrslast als zielführend angesehen. Die Einbeziehung des Altrohr-Bodensystems wird als möglicher Ansatz für eine Differenzierung zwischen Renovierung und Erneuerung als investive Maßnahmen angeregt.

Die Substanzklasse solle möglichst ein skaliertes numerischer Wert sein, aus dem Grenzwerte für verschiedene Zustände ableitbar seien. Ein wesentlicher Aspekt wird dabei in der Vergleichbarkeit gesehen, die Voraussetzung für die Akzeptanz eines Standards sei.

Angeraten wird auch eine Unterscheidung nach den Funktionalanforderungen bei der Ermittlung der Substanzklasse entsprechend der Zustandsbewertung gemäß DWA-M 149-3.

Angeregt wurde außerdem ein zweistufiges Verfahren ähnlich der Zustandsklassifizierung gemäß DWA-M 149, indem in der ersten Stufe eine Betrachtung rein auf Grundlage der baulichen Substanz und im zweiten Schritt unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen erfolge.

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 10:
Dokumentation Expertenrunde 2



DOKUMENTATION ER 2

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKans)

Zweite Expertenrunde mit Unterstützung der DWA

30. Juni 2020 / 9:30 - 12:45 Uhr / Digitale Konferenz

Hintergrund und Zielsetzung

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes *SubKans* erarbeitet ein zehnköpfiges Projektkonsortium aus Hochschulen, Kanalnetzbetreibern und Ingenieurbüros ein einheitliches und praxisrelevantes Verfahren zur Substanzklassifizierung für Kanalhaltungen und Schächte. Neben der Sanierungspriorität soll so ein weiterer Parameter zur standardisierten Erfassung und Bewertung von baulicher Substanz und Abnutzungsvorrat geschaffen werden, um die Aufstellung vermögenserhaltender Kanalinstandhaltungsstrategien zusätzlich zu unterstützen.

Nachdem am [5.7.2019 im Rahmen der ersten Expertenrunde \(ER 1\)](#) Anforderungen der erweiterten Fachöffentlichkeit an die zu entwickelnde Substanzklassifizierung in Form eines World Cafés diskutiert und dabei erste Projektergebnisse reflektiert wurden, fand die zweite Expertenrunde aufgrund der Corona-Pandemie in digitaler Form statt. Während der Digitalkonferenz wurde der bis dato für Kanalhaltungen entwickelte Klassifizierungsansatz für Abnutzung bzw. Substanz vorgestellt. Anhand von Praxisbeispielen wurden die beeinflussenden Parameter, die Methodik und die getroffenen Feststellungen diskutiert. Mit einem auf diesmal 35 Fachleute aus 24 Institutionen gegenüber ER 1 erweiterten externen Teilnehmerkreis wurde zudem der Zusammenhang zwischen Abnutzung und Sanierungsempfehlung näher beleuchtet. Darüber hinaus wurden die durch die anwesenden Kanalnetzbetreiber verfolgten Strategien bei Schachtinspektion und -sanierung erörtert.

Inhalte und Ergebnisse der zweiten Expertenrunde sind auf den folgenden Seiten zusammengefasst. Zur Vorbereitung wurden den assoziierten Partnern mit dem Programm die an den Thementischen zu diskutierenden Kernfragen zugesandt. Die Diskussionsergebnisse werden im verbleibenden Projektverlauf bei der Finalisierung der Substanzklassifizierung berücksichtigt; die letzte Expertenrunde zur Vorstellung der abschließenden SubKans-Ergebnisse ist Ende Februar/Anfang März 2021 ebenfalls in Form einer Digitalkonferenz geplant.

Gefördert durch:



TAGESPROGRAMM

| | |
|-------|--|
| 9:30 | ERÖFFNUNG |
| 9:30 | Begrüßung und Einführung in den Konferenzablauf <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> |
| 9:35 | SubKanS – Vorstellung des Klassifizierungsansatzes sowie des weiteren Projektgeschehens <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> |
| 10:00 | Impulsvorträge Thementische: <ol style="list-style-type: none"> 1. Schadensarten und Schadensausprägungen: Von der Feststellung über das Schadensbild zur Abnutzung <i>Stefan Orlik, M.Eng., Hochschule Magdeburg-Stendal</i> <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> 2. Beurteilung der Abnutzung: Festlegung von Abnutzungsgrenze(n) und Substanzklassen <i>Dipl.-Ing. Ralph Zwafink, hanseWasser, Bremen</i> <i>Malte Zamzow, M.Sc., Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH</i> 3. Abnutzung & Sanierungsempfehlung: Diskussion von sanierungsrelevanten Randbedingungen und Möglichkeiten zur Empfehlung möglicher Sanierungsverfahren <i>Prof. Dr.-Ing. Torsten Schmidt, Hochschule Magdeburg-Stendal</i> <i>Dr.-Ing. Martin Wolf, SiwaPlan Ing.-Ges. mbH, München</i> 4. Schachtinspektion: Kodierung und Zustandsbewertung von Schächten sowie substanzrelevante Differenzierung des Schachtbauwerkes <i>Dipl.-Ing. Klaus-Jochen Sympher, Dr.-Ing. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft, Berlin</i> <i>Dipl.-Ing. Adrian Uhlenbroch, S & P Consult GmbH</i> 5. Schachtsanierung: Sanierungserfahrungen und strategische Ansätze <i>Dipl.-Ing. Michael Hippe, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Erfstadt</i> <i>Dipl.-Ing. Christoph Plogmeier, Gelsenwasser, Gelsenkirchen</i> |
| 10:20 | ARBEIT IN UNTERGRUPPEN |
| 10:20 | Runde 1 |
| 10:45 | Runde 2 |
| 11:10 | Runde 3 |
| 11:35 | SYNOPSIS |
| 11:35 | Vorstellung Diskussionsergebnisse aus den Untergruppen |
| 12:35 | Zusammenfassung und Ausblick |

**ZUSAMMENFASSUNG VON INHALTEN UND
DISKUSSIONSERGEBNISSEN AUS DEN FÜNF THEMENTISCHEN**

Tisch 1: Schadensarten und Schadensausprägungen - von der Feststellung über das Schadensbild zur Abnutzung

Im Vorfeld versandte Kernfragen

- Schadensbilder sind gem. DWA-M 143-2 bzw. DIN EN 13508-2 oftmals über mehrere Codes (Feststellungen) zu beschreiben.
- Anhand konkreter Schadensprotokolle soll die Zusammenführung solcher Mehrfachfeststellungen zu Schadensbildern ebenso erörtert werden wie die sachgerechte Gewichtung von Punkt- und Streckenschäden. Der SubKanS-Ansatz wird vorgestellt.
- Abnutzungseinschätzungen der Teilnehmer werden abgefragt und in Relation zu der internen Evaluierung gestellt.

Diskussionsergebnisse Thementisch 1

Dem Thema Substanzklassifizierung wurde insbesondere von Betreibern eine hohe Relevanz zugesprochen. Der vorgestellte Ansatz konnte gut nachvollzogen und verstanden werden; entsprechend wurden Detailfragen zügig angesprochen und diskutiert. Inhaltlich sind drei wesentliche Aspekte herauszustellen:

- *Betriebliche Schäden*: In allen drei Runden wurde (ohne dass die Diskussion von Projektseite dahin gelenkt wurde) angesprochen, dass betriebliche Schäden die bauliche Substanz nur nachrangig beeinflussen. Dieser Sachverhalt kann im SubKanS-Ansatz über die Gewichtung der Schadensgruppen / Schadensarten angemessen berücksichtigt werden und wird im Rahmen der Merkblätterstellung DWA-M 149-10 „Substanzklassifizierung“ überprüft werden (vgl. auch untenstehender Punkt b.).
- *Rolle der ZK aus 149-3 (Klassifizierung Feststellungen)*: Hier wurde erkannt, dass es im Prinzip die zwei folgenden Möglichkeiten gibt, um die Schadensschwere bzgl. der Substanz zu berücksichtigen:
 - a. Man lässt die ZK-Bewertung nach 149-3 unangetastet und wichtet die Schäden anschließend nach "Substanzrelevanz", so wie es im SubKanS-Ansatz über die Schadensbilder (bzw. Schadensarten) gemacht wird (gemacht werden soll).
 - b. Man erstellt ein komplett neues Bewertungs(zahlen)system für alle Einzelfeststellungen bzgl. der baulichen Substanz, womit sich eine anschließende Wichtung über Schadensgruppen bzw. Schadensarten erübrigt. Als Vorzugsvariante wurde Möglichkeit „B“ genannt, die für das zu erarbeitende Merkblatt DWA-M 149-10 als Lösungsweg angestrebt werden sollte.
- *Gewichtung*:
 - o Fünf Punktschäden sollten in einer 50 m langen Haltung etwa zur gleichen Abnutzung führen wie ein haltungslanger Streckenschaden.
 - o Aufgrund der derzeit vorgesehenen Wichtung der Schadensklassen (100 % / 80 % usw.) scheinen nachrangige Schäden einen zu starken Einfluss auf die Abnutzung zu haben.

In Anlehnung an den DWA-Leitfaden wurde eine Gewichtung von 100 % / 90 % / 50 % für die Zustandsklassen 0 – 2 angeregt. Die Zustandsklassen 3 und 4 sollten ein Gewicht von unter 10 % haben („Zustandsklasse 3 darf nicht zum Überschreiten der Abnutzungsgrenze führen.“).

Zudem zeigte sich, dass sobald auf eine gedankliche Verbindung zwischen Substanz und Sanierungsentscheidung fokussiert wird, die Aussagen und Kennzahlen in Richtung Sanierungsentscheidung interpretiert werden. Hier stellt sich die Frage, in wie weit dies sachgerecht ist? Besteht ggf. die Gefahr, dass eine "Sanierungsaufwandszahl" anstelle einer Kennzahl zur baulichen (Rest-)Substanz kreiert wird?

Tisch 2: Beurteilung der Abnutzung: Festlegung von Abnutzungsgrenze(n) und Substanzklassen

Im Vorfeld versandte Kernfragen

- Wovon sollte eine Abnutzungsgrenze abhängig sein?
- Was sollte eine Abnutzungsgrenze aussagen?
- Was sind die Konsequenzen einer Abnutzungsgrenze?
- Was ist eine sinnvolle Skalierung der Substanzklassen?

Anhand konkreter Schadensprotokolle wurden die Überlegungen vorgestellt. Es erfolgte eine Diskussion dieses Ansatzes sowie eine Diskussion der Nomenklatur der Substanzklassen.

Diskussionsergebnisse Thementisch 2

Die Einteilung der Substanz (%) in 6 Klassen (Substanzklasse 0 bis 5) wurde in Anlehnung an die Zustandsklassen des DWA-M 149-3 befürwortet. Eine feingliedrige Einteilung könne zur Vortäuschung einer Scheingenaugigkeit führen.

Da eine Skalierung (Einteilung der Substanzklassengrenzen) generell willkürlich sei, wurde eine gleichverteilte Klassengrenzenverteilung vom Plenum bevorzugt. Ein Abweichen von der Gleichverteilung müsse gut begründet werden. Ein(e) TeilnehmerIn schlug eine Skalierung in Abhängigkeit der Materialart vor, da sich beispielsweise Oberflächenschäden (wie Korrosion) im Betonkanal eher als im Steinzeugkanal finden ließen.

Zur Farbgebung der Substanzklassen wurden zwei Vorschläge gemacht:

1. von rot (geringe Substanz) nach grün (hohe Substanz)
2. monochromer Farbverlauf von dunkel nach hell

Es fanden sich für beide Vorschläge etwa gleich viele Befürworter. Befürworter von Vorschlag 1 schätzten die Signalwirkung, wobei Befürworter von Vorschlag 2

Das Ergebnis der Einschätzung ist in Bild 2 zu sehen. Es zeigt, dass keine präzise Übereinstimmung der Substanzeinschätzung der Teilnehmer mit der SubKanS-Substanz erzielt wurde, was aber auch nicht zu erwarten war. Allerdings lässt sich erkennen, dass die Tendenz der SubKanS-Substanz durch die Substanz-einschätzung der Teilnehmer getroffen wurde.

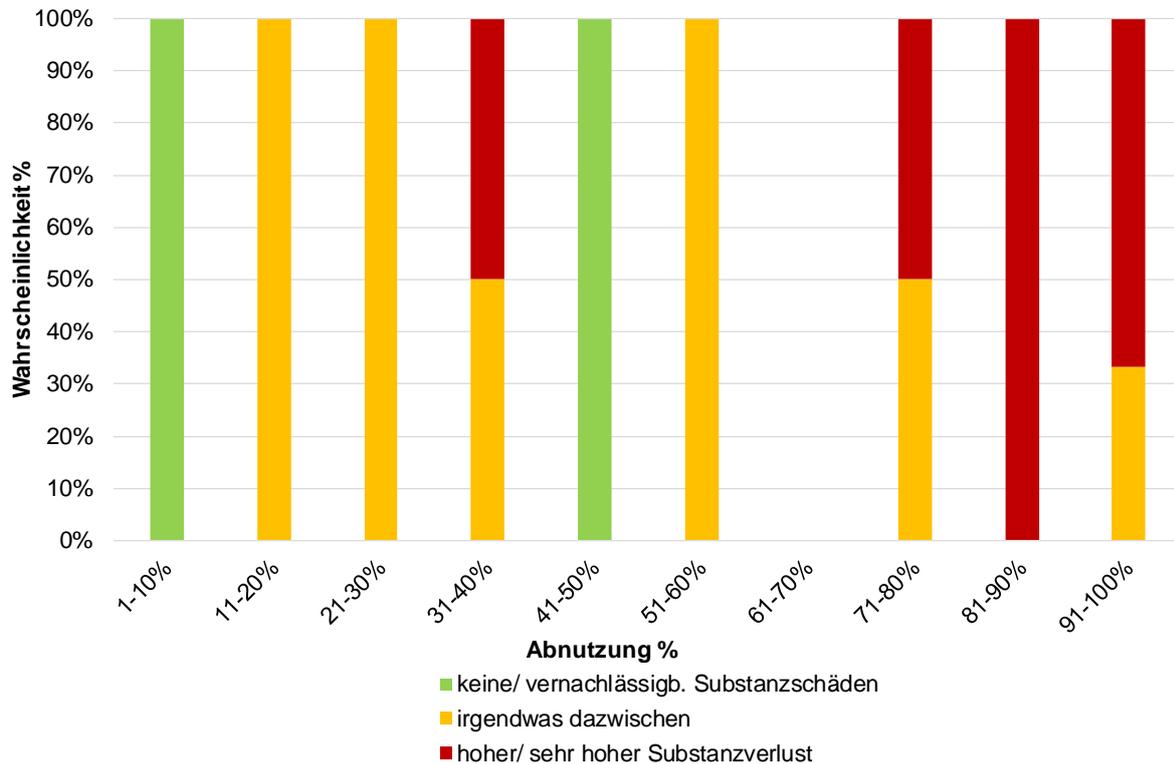


Bild 2: Substanzeinschätzung der Teilnehmer an Thementisch 2 anhand von Schadensprotokollen (n = 16)

Tisch 3: Abnutzung & Sanierungsempfehlung: Diskussion sanierungsrelevanter Randbedingungen & Möglichkeiten zur Empfehlung möglicher Sanierungsverfahren

Im Vorfeld versandte Kernfragen

Neben der Abnutzung müssen für konkrete Sanierungsempfehlungen (im Sinne von Sanierungshauptverfahren) verschiedenste Randbedingungen berücksichtigt werden. Anhand konkreter Beispiele werden die Überlegungen im Vorhaben zur Sanierungsempfehlung vorgestellt. Dabei wurde insbesondere diskutiert,

- welche Randbedingungen in welcher Form in die Sanierungsempfehlung hineinspielen,
- welchen Detaillierungsgrad ein generalistischer Abnutzungs-Ansatz als Sanierungsempfehlung liefern soll,
- ob die Berücksichtigung zeitlicher Sanierungsabfolgen notwendig ist,
- ob weitere Randbedingungen neben den Stamm- und Zustandsdaten zu berücksichtigen sind und
- ob die festgelegte Vorgehensweise angemessen ist?

Diskussionsergebnisse Thementisch 3

Das Merkblatt DWA-M 149-3 liefert Sanierungsprioritäten, die sich nach der Dringlichkeit des schwersten Einzelschadens richten. Nachrangige Schäden bleiben dabei nahezu unberücksichtigt. Um ein Sanierungsziel (wie bspw. Monitoring, Reparatur, Renovierung oder Erneuerung) festzulegen, ist es erforderlich, alle Schäden einer Kanalhaltung zu berücksichtigen. Aus allen Schäden wird eine Gesamtabnutzung ermittelt, die neben zahlreichen weiteren Parametern zur Ableitung einer qualifizierteren Sanierungsempfehlung dienen soll. Sämtliche Schäden werden zu einer haltungsbezogenen Gesamtabnutzung zusammengeführt, die die Grundlage für die verbleibende bauliche Substanz einer Kanalhaltung ist.

Die Abnutzung wird in SubKanS bezüglich der Schutzziele D/S/B sowie bezüglich einer Gesamtabnutzung haltungsbezogen ermittelt. Dabei könne nach Auffassung der Teilnehmer die Differenzierung der Abnutzung nach den Schutzzielen für einen Kanalnetzbetreiber als Indiz herangezogen werden, welche Art von Schäden auf der jeweiligen Haltung überwögen und ggf. für eine hohe Gesamtabnutzung verantwortlich seien. Im Sinne der Beurteilung der baulichen Substanz seien dabei die betrieblichen Schäden (B) wahrscheinlich von geringerer Bedeutung. Die Berücksichtigung von betrieblichen Schäden solle zudem in der DWA-AG 8.9 im Rahmen der Merkblätterstellung DWA-M 149-10 „Substanzklassifizierung“ überprüft werden. Die gegenwärtige Methodik zur Ermittlung der Abnutzung nach SubKanS dient dabei als Orientierung und wird ggf. im Laufe der Arbeiten in der DWA-AG 8.9 weiterentwickelt.

Die Ableitung der Sanierungsempfehlung solle nach Wunsch der Teilnehmer mit den in der Praxis oftmals heterogen vorliegenden Datengrundlagen möglich und

erweiterbar sein. Es solle zudem gewährleistet sein, dass unterschiedliche Randbedingungen, die je nach Betreiber von unterschiedlicher Relevanz seien, in die Sanierungsempfehlung einfließen können. Vor allem Randbedingungen wie Grundwasserstand und Verkehrsbelastung sollten bei der Ableitung einer Sanierungsempfehlung Berücksichtigung finden. Oftmals sei die Datengrundlage nicht für jede Haltung von gleicher Qualität und der Aufwand für eine Datenerfassung unverhältnismäßig hoch. Deshalb sei u.a. auch die Nutzung der vorhandenen Daten für die Ableitung einer Sanierungsempfehlung von Bedeutung.

Die Sanierungsempfehlung wird nach SubKanS zunächst in die vier Kategorien Monitoring, Reparatur, Renovierung und Erneuerung unterteilt. Weniger detaillierte Unterteilungen, wie z.B. die bloße Unterscheidung zwischen investiven bzw. nicht investiven Maßnahmen solle ggf. daraus abgeleitet werden. Der SubKanS-Ansatz solle nach Aussage der Teilnehmer für die tägliche Sanierungspraxis anwendbar sein. Der Detaillierungsgrad solle sich daher auf ein notwendiges Minimum beschränken.

Übereinstimmend wird festgehalten, dass die langfristige Sanierungsstrategie und auch die konkrete Sanierungsplanung des Objektes weiterhin von den zuständigen Experten bzw. Ingenieuren erarbeitet werden soll. Die Entwicklung von Sanierungsstrategien ist im DWA-A 143-14 geregelt und daher nicht Bestandteil des Forschungsvorhabens SubKanS. Die Kennzahlen zur Abnutzung nach SubKanS solle zur Ableitung von anstehenden Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden, um bspw. die (finanzielle) Notwendigkeit einer Sanierung nachvollziehbar begründen zu können. Im günstigsten Fall sei somit der Einsatz von Finanzmitteln für die Entwicklung einer Sanierungsstrategie einfacher planbar und der Abnutzungsvorrat eines Kanalnetzes besser vorhersagbar.

Für die Akzeptanz der ermittelten Abnutzung und der Sanierungsempfehlung sei ein nachvollziehbares und schlüssiges Verfahren notwendig. Eine große Herausforderung werde die Etablierung sowie die aktive Nutzung in der Praxis sein. Es wird empfohlen, bspw. das Wording anzupassen, indem anstelle von Sanierungsempfehlung eher Sanierungstendenz adressiert wird. Zudem könne die Abnutzung ggf. weniger komplex dargestellt werden, um das Verständnis für die ermittelte Kennzahl einfacher und schneller vermittelbar zu machen.

Tisch 4: Schachtinspektion: Kodierung und Zustandsbewertung von Schächten & substanzrelevante Differenzierung des Schachtbauwerkes

Im Vorfeld versandte Kernfragen

Der für Kanalhaltungen entwickelte Ansatz zur Substanzklassifizierung soll für Schächte weitestgehend übernommen werden. Allerdings weisen Schächte aufgrund der statischen Belastung und des komplexeren Aufbaus (Konus, Schachtunterteil usw.) deutliche Unterschiede zu Rohrleitungen auf, die ggf. zu berücksichtigen sind.

Die zu diesem Hintergrund im Vorfeld versandten Kernfragen finden sich nachfolgend einleitend vor ihren konkreten Diskussionsergebnissen.

Diskussionsergebnisse Thementisch 4

Welche Inspektionsstrategie verfolgen Netzbetreiber bei Schächten?

Ist es nur eine Randerscheinung bei der Inspektion von Haltungen?

Ist die Inspektionsstrategie der Schächte nur eine Randerscheinung bei der Inspektion von Haltungen?

Generell liege den Betreibern bei der Zustandserfassung der Schächte ein geringer Datenbestand vor. Zu Beginn der Zustandserfassung der Haltungen in den 90er Jahren seien Schächte zunächst nur durch Schwenken der Kamera aus dem Schachtgerinne nach oben in den Schacht inspiziert worden. Diese Sicht sei ergänzt worden um eine Aufnahme von der Deckeloberkante in den Schacht hinein.

Viele Betreiber ermittelten im Zuge der Zustandserfassung der Schächte gleich den Sanierungsbedarf aufgrund der festgestellten Schäden. Damit entfalle zum einem die Qualitätssicherung der Bewertung und die Berücksichtigung möglicher Sanierungsalternativen. Bei dieser Vorgehensweise erfolge die Inspektion der Haltungen und der Schächte meist zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Im Zuge der technischen Entwicklung der Zustandserfassung der Kanalisation werden Inspektionen gemäß EN 13508-2 durchgeführt, wobei Schächte immer häufiger zusammen mit den Haltungen inspiziert werden. Diese Vorgehensweise wurde einmütig als aktueller Stand der Technik verstanden.

Die Zustandserfassung von Sonderbauwerken, z. B. mit einem Seiteneinstieg, sei mit dem derzeitigen Vorgehen nicht möglich.

Wird der Schacht hinsichtlich seiner Netzbedeutung und Substanz als eigenständiges Sanierungsobjekt gesehen oder wird der Schacht als der Haltung zugehörig betrachtet?

Das bisherige Schattendasein der Zustandserfassung der Schächte sei allein durch die spätere technische Verfügbarkeit begründet. Grundsätzlich gelte, dass Regelschächte für die bauliche Zustandsbeurteilung sowie für die Ermittlung der baulichen Substanz die gleiche Bedeutung hätten wie Haltungen.

Die frühere Sichtweise als „Anhängsel“ der Haltung werde heute in der Regel nicht mehr vertreten, zeige sich aber oft noch in Umfang und Qualität des aktuell vorhandenen Datenbestandes.

Schachtbauwerke verfügten oftmals über weitere Funktionen, für die zusätzliche Anforderungen gälten. Eine Substanzermittlung von Schachtbauwerken sei aufgrund des nichtexistierenden Regelwerks nur nach individueller Einzelbegutachtung möglich.

Ausblick: die DWA plane ein Merkblatt DWA-M 148 „Zustandserfassung von Bauwerken in Entwässerungssystemen“, das sich mit Bauwerken außerhalb von Entwässerungskanälen und -leitungen, Schächten und Inspektionsöffnungen beschäftige; auch die EN Norm werde um die Zustandserfassung von Sonderbauwerken erweitert.

Sollte aus Substanzsicht für Schächte eine differenzierte Bewertung in Abhängigkeit der Lage (Fuß, Konus, ...) erfolgen? Können aus Substanzsicht einzelne Bewertungsvorgaben der DWA abgetrennt werden?

Einzelne Experten vertraten die Meinung, dass wackelnde Schachtdeckel oder fehlende Schmutzfänger oder fehlende Steigeisen bei einer Substanzermittlung des Schachtes nicht zu berücksichtigen seien, weil Unterhaltsmaßnahmen diese Schäden beheben, und daher vom Betrieb standardmäßig übernommen würden. Sie empfahlen, jeden Einzelschaden bezüglich der Relevanz für die Substanz zu hinterfragen.

Andere Experten hingegen waren der Ansicht, dass jede Einschränkung in der Funktion des Schachtes einer Abnutzung desselben entspreche, was wiederum eine Verminderung der Substanz verursache.

Verursachen Schäden an Fuß und Gerinne einen höheren Handlungsbedarf als Schäden am Schachtkörper bzw. Konus?

Werden Einzelschäden hinsichtlich des Substanzerhalts anders gewichtet?

Die Zustandsbeurteilung der Schächte nach DWA-M 149-3 sei von dem Schadenscode, dem Ausmaß und dem maßgebenden Bauteil des Schachtteils abhängig. Ein Betreiber stellte zudem fest, dass die Nutzungsdauern der Bauteile des Schachtes unterschiedlich ausfielen.

Weiterhin wurde von einem Betreiber argumentiert, dass er Schäden in Berme und Schäden am Konus unterschiedlich gewichte.

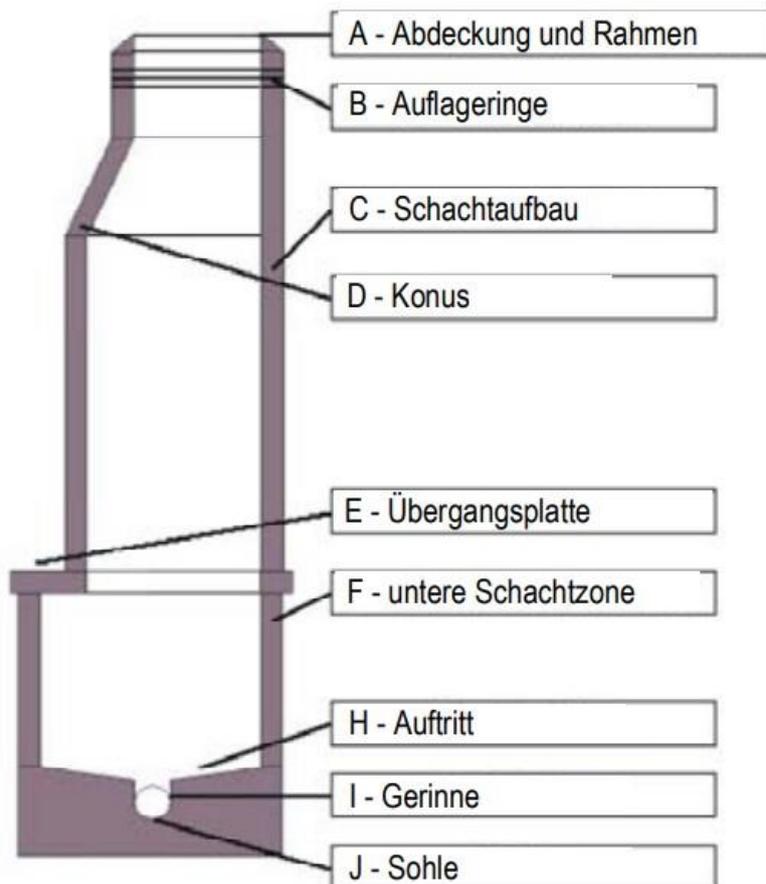


Bild 3: Beschreibung der Lage innerhalb von Schächten nach DIN EN 13508-2

Tisch 5: Schachtsanierung: Erfahrungen und Empfehlungen von Netzbetreibern

Im Vorfeld versandte Kernfragen

Analog zur Inspektion stellt sich bzgl. Schächte auch die Frage der möglichen Sanierungsverfahren und deren Zuordnung zu einer Abnutzung. Offen zu diskutieren waren die Fragen:

- Welche Relevanz genießen Schächte aktuell bei Netzbetreibern? Sind sie eine Randerscheinung (wenn ja, warum ist Relevanz kaum gegeben?) oder besteht doch eine eigenständige Relevanz?
- Wird eine Schachtsanierungsentscheidung wesentlich von der Sanierungsentscheidung der Haltung beeinflusst oder getrieben?
- Wie oft werden Sanierungsmaßnahmen bei Schächten durchgeführt bzw. wie häufig treten größer/gravierendere Schäden bei Schächten auf?
- Welche Sanierungsstrategie verfolgen Netzbetreiber bei Schächten?
- Welches Sanierungsverfahren wird bei Schächten wann, wie und warum gewählt?

Diskussionsergebnisse Thementisch 5

Die Abfrage der Teilnehmer ergab ein sehr breites Spektrum, was die Aufnahme, und die Auswertung der Schachtdaten und die Auswirkung auf die Sanierungsentcheidung angeht. Es lässt sich sagen, dass insbesondere größere Betreiber (z.B. Frankfurt) sehr gezielt Schachtdaten aufnehmen und auswerten. Andere Betreiber agieren bisher nur sporadisch und betrachten Schachtsanierungen eher untergeordnet; dies betreffe alle damit verbundenen Schritte, beginnend bei der Inspektion als Grundlage über die strategischen Überlegungen bis hin zur Sanierungsdurchführung. Insgesamt war ein aufkommendes Interesse abzulesen, da alle Betreiber den Aufbau einer systematischen und qualifizierten Schachtzustandserfassung wie bei den Haltungen planen mit dem Ziel, Schächte in die systematische Sanierung einzubeziehen. Dies betreffe insbesondere die gebietsorientierte Strategie. Die vorherrschende angewandte bzw. geplante Technik sei dabei Panorama SI.

Vielfach folge derzeit die Schachtsanierung der Haltungsanierung. Dies betreffe nicht nur die Frage, welche Schächte saniert werden, sondern bei größeren Schäden auch die Verfahrenswahl. Kleinere Schäden würden dagegen regelmäßig unabhängig - zum Teil durch den eigenen Betrieb - behoben.

Nicht nur die Umsetzung der Sanierungen, sondern auch der Sanierungsbedarf wurde durch die Teilnehmer bei den Schächten allgemein geringer als bei den Haltungen eingeschätzt. Dabei konnte nicht genau herausgearbeitet werden, ob dies in einer allgemein geringeren Schadenshäufigkeit oder einer geringeren Dringlichkeit typischer Schachtschäden begründet ist.

Bisher überwögen bei den Schachtsanierungen die Reparaturen von Hand und die Erneuerungen. Die Erfahrungen mit durchgeführten Beschichtungen seien durchwachsen. Vereinzelt kämen inzwischen auch Vertikalliner zum Einsatz. Bei schweren Schäden werde ein Neubau präferiert, oft zusammen mit der Haltung.

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 11:
Programm Expertenrunde 3





www.subkans.de

EINLADUNG UND PROGRAMM

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Kanalisationen (SubKans)

Abschlusskonferenz (3. Expertenrunde) mit Unterstützung der DWA

2. März 2021 / 9:30 - 12:00 Uhr / Digitale Konferenz

Hintergrund

Im F&E-Projekt SubKans wurde ein einheitliches und praxisrelevantes Verfahren zur Substanzklassifizierung für Kanalhaltungen erarbeitet. Das Projektkonsortium aus Hochschulen, Kanalnetzbetreibern und Ingenieurbüros lädt Sie nach zwei Jahren Projektlaufzeit herzlich zur abschließenden dritten Expertenrunde ein, bei der die entwickelten Klassifizierungsansätze vorgestellt und mit Ihnen diskutiert werden sollen.

Digitalkonferenz

Die Expertenrunde wird digital über ein browserbasiertes Konferenztool abgehalten. Die Installation einer Software ist nicht vonnöten.

Nach schriftlicher Anmeldung (siehe unten) erhalten Sie einen Registrierungscode zur Sitzung. Nachdem der Gastgeber Ihre Registrierung genehmigt hat, erhalten Sie eine Bestätigungs-E-Mail mit Anweisungen zum Beitritt in die Sitzung.

Anmeldung

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenfrei.

Bitte melden Sie sich **bis zum 26. Februar** bei der FH Aachen an.

FH Aachen / Fachbereich Bauingenieurwesen / Fachgebiet Netzmanagement /
Dipl.-Ing. Sylvia Gredigk-Hoffmann / 0241-6009 51225 / gredigk@fh-aachen.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

TAGESPROGRAMM

| | |
|-------|---|
| 9:30 | ERÖFFNUNG |
| 9:20 | Anmeldung zur Digitalkonferenz |
| 9:30 | Begrüßung und Einführung in den Konferenzablauf <i>Prof. Dr.-Ing. Torsten Schmidt, Hochschule Magdeburg-Stendal</i> |
| 9:35 | Vorstellung des Förderinstrumentes WIPANO <i>Tobias Rösch, Projektträger Jülich</i> |
| 9:40 | Anforderungen an die Sanierung von Kanalnetzen aus Sicht eines Netzbetreibers <i>Dipl.-Ing. Swen Pfister, hanseWasser</i> |
| 9:55 | Bedeutung der Substanzklassifizierung aus Sicht der DWA <i>Caroline Körner, M.Eng., Stadtentwässerungsbetriebe Köln, Obfrau des DWA-FA ES 4 „Zustandserfassung und -beurteilung“</i> |
| 10:10 | Kaffeepause |
| 10:25 | VORSTELLUNG SUBKANS-ERGEBNISSE |
| 10:25 | Abnutzungs- und Substanzermittlung: Idee und Methodik <i>Prof. Dr.-Ing. Karsten Kerres, FH Aachen</i> |
| 10:40 | Nutzung von Inspektionsdaten und Expertenmeinungen für die Kalibrierung und Validierung der Substanzermittlung <i>Malte Zamzow, M. Sc., Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH</i> |
| 10:55 | Substanzklassifizierung und Instandhaltungsbedarf <i>Stefan Orlik, M.Eng., Prof. Dr.-Ing. Torsten Schmidt, Hochschule Magdeburg-Stendal</i> |
| 11:10 | Diskussion |
| 11:40 | AUSBLICK |
| 11:40 | Zusammenfassung und Perspektiven |

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

Anlage 12:
Liste der Veröffentlichungen



Veröffentlichungsliste SubKanS

(nach Veröffentlichungsdatum sortiert)

1. Schmidt, T. (2019): *SubKanS - Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten*, Vortrag auf der DWA-Landesverbandstagung Nord-Ost, 23. Mai 2019, Halle (Saale)
2. Sariyildiz, M. (2019): *Future approaches for the condition assessment of sewer systems*, Vortrag auf der Konferenz EURO-SAM (6th EUROpean Sewer Asset Management), 19. Juni 2019, Delft, Niederlande
3. Gredigk-Hoffmann, S.; Jathe, R.; Kerres, K.; Orlik, S.; Sariyildiz, M.; Schmidt, T.; Sympher, K.-J.; Uhlenbroch, A. (2019): *Future approaches for the condition assessment of sewer systems*, Langfassung und Vortrag auf der LESAM/PI-Konferenz, September 2019, Vancouver, Kanada
4. Kerres, K. (2019): *Zeitenwende bei der Beurteilung von Abwasserbauwerken – Substanzklasse als wesentliches Planungsmittel bei der Kanalsanierung*, Vortrag auf dem Kanalgipfel 2019, 4. September 2019, Dortmund
5. Zwafink, R. (2020): *Standardisierung der Substanzklassifizierung von Kanalnetzen - Vorstellung des FuE-Projektes SubKanS*, Vortrag auf dem IRO 2020, 14. Februar 2020, Oldenburg
6. Kerres, K.; Gredigk-Hoffmann, S.; Jathe, R.; Orlik, S.; Sariyildiz, M.; Schmidt, T.; Sympher, K.-J.; Uhlenbroch, A. (2020): *Future approaches for sewer system condition assessment*, *Water Practice and Technology* (2020) 15 (2): 386–393, <https://doi.org/10.2166/wpt.2020.027>
7. Orlik, S.; Schmidt, T. (2021): *Zwischenbericht aus dem Projekt SubKanS*, Digitales Fachseminar „Instandhaltung und Sanierung von Kanälen und Leitungen“ der DWA-Landesverbände Nord, Nord-Ost und Nordrhein-Westfalen, 30. März 2021
8. Kerres, K.; Gredigk-Hoffmann, S.; Orlik, S.; Schmidt, T.; Zamzow, M.; Jathe, R.; Zwafink, R.; Plogmeier, C.; Hippe, M.; Kropp, I.; Sympher, K.-J.; Uhlenbroch, A.; Wolf, M. (2021): *Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Kanalhaltungen*, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, Seite 440 – 449, Nr. 6, Juni 2021
9. Zamzow, M.; Gredigk-Hoffmann, S. (2021): *Structural substance of sewer systems - an additional parameter for integrated urban drainage management*, Videobeitrag zur Onlinekonferenz EURO-SAM (7th EUROpean Sewer Asset Management), 16./17. Juni 2021

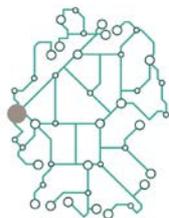
Eingereicht:

- Schmidt, T.; Kerres, K. (2021): *Substanzbeurteilung von Kanälen – Ergebnisse des Forschungsprojekts SubKanS*, Vortragstitel eingereicht für die Inspektions- und Sanierungstage (IST) der DWA am 24./25. November 2021 in Dortmund
- Kerres, K.; Gredigk-Hoffmann, S.; Orlik, S.; Sariyildiz, M.; Schmidt, T.; Sympher, K.-J. (2021): *Future approaches for sewer system condition assessment*, am 10.3.2020 eingereicht im Rahmen des Call for abstract für die ICUD 2020 vom 6.-11. September in Melbourne, Australien (verschoben auf September 2021)

Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

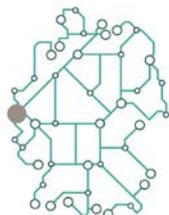
Anlage 13:
Liste der Abstimmungsrunden im Durchführungszeitraum von
SubKanS





Abstimmungstreffen zwischen den Projektpartnern

| Nr. | Anlass | Datum |
|------------|---|----------------------------|
| 1 | 1. Projekttreffen (Kick-Off-Meeting), Caritas Frankfurt | 18.1.2019 |
| 2 | 2. Projekttreffen, Evang. Akademie Frankfurt | 29.3.2019 |
| 3 | 1. Telefon- und Webkonferenz | 7.5.2019 |
| 4 | 3. Projekttreffen, Station Lounge Frankfurt | 3.6.2019 |
| 5 | 2. Telefon- und Webkonferenz | 25.6.2019 |
| 6 | 3. Telefon- und Webkonferenz | 16.7.2019 |
| 7 | 4. Telefon- und Webkonferenz | 3.9.2019 |
| 8 | 4. Projekttreffen, Station Lounge Frankfurt | 20.9.2019 |
| 9 | 5. Telefon- und Webkonferenz | 5.11.2019 |
| 10 | Klausurtagung AP 3, Magdeburg | 29.11.2019 - 30.11.2019 |
| 11 | 6. Telefon- und Webkonferenz | 3.12.2019 |
| 12 | 5. Projekttreffen, FH Aachen | 13.12.2019 |
| 13 | 7. Telefon- und Webkonferenz | 14.1.2020 |
| 14 | 4. Arbeitsgruppentreffen AP 3, Magdeburg | 24.1.2020 |
| 15 | 8. Telefon- und Webkonferenz | 11.2.2020 |
| 16 | 6. Projekttreffen, Caritas Frankfurt | 28.2.2020 |
| 17 | 9. Telefon- und Webkonferenz | 17.3.2020 |
| 18 | AP 3/4 Telefonkonferenz | 3.4.2020 |
| 19 | AP 3/4 Telefonkonferenz | 9.4.2020 |
| 20 | AP 3/4 Telefonkonferenz | 16.4.2020 |
| 21 | AP 3/4 Telefonkonferenz | 27.4.2020 |
| 22 | 10. Telefon- und Webkonferenz | 28.4.2020 |
| 23 | 7. Projekttreffen, Webkonferenz | 8.5.2020 |
| 24 | AP 3 Telefonkonferenz | 12.5.2020 |
| 25 | 11. Telefon- und Webkonferenz | 26.5.2020 |
| 26 | AP 3 Telefonkonferenz SubKanS | 4.6.2020 |
| 27 | 12. Telefon- und Webkonferenz | 9.6.2020 |
| 28 | 13. Telefon- und Webkonferenz | 7.7.2020 |
| 29 | 14. Telefon- und Webkonferenz | 11.8.2020 |
| 30 | 15. Telefon- und Webkonferenz | 17.8.2020 |
| 31 | 16. Telefon- und Webkonferenz | 8.9.2020 |
| 32 | AP 3/4 Telefonkonferenz | 22.9.2020 |
| 33 | 8. Projekttreffen, Caritas Frankfurt | 8.10.2020 |
| 34 | 17. Telefon- und Webkonferenz | 13.10.2020 |
| 35 | AP 3/4 Telefonkonferenz | 3.11.2020 |
| 36 | 8. Projekttreffen, zweigeteilte Webkonferenz | 19.11.2020 + 20.11.2020 |



Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten (SubKanS)

- Liste Abstimmungsrounds im Projektverlauf -

Seite
2/2

| | | |
|----|--------------------------------------|-----------|
| 37 | 18. Telefon- und Webkonferenz | 8.12.2020 |
| 38 | 19. Telefon- und Webkonferenz | 12.1.2021 |
| 39 | 9. Projekttreffen (Digitalkonferenz) | 3.2.2021 |
| 40 | 20. Telefon- und Webkonferenz | 9.2.2021 |
| 41 | 21. Telefon- und Webkonferenz | 9.3.2021 |

Expertenrunden zur Einbindung der Fachöffentlichkeit (ER)

| Nr. | Ort | Anzahl externer Teilnehmer * | Datum |
|------|-------------------|------------------------------|-----------|
| ER 1 | Caritas Frankfurt | 24 (22) | 5.7.2019 |
| ER 2 | Digitalkonferenz | 35 (24) | 30.6.2020 |
| ER 3 | Digitalkonferenz | 62 (45) | 2.3.2021 |

* in Klammern: davon aus unterschiedlichen Institutionen