

Dipl.-Ök. Roland W. Waniek  
IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur  
Exterbruch 1  
45886 Gelsenkirchen

**Bewerbung für den Goldenen Kanaldeckel 2023**

Arnheim, September 2023

Sehr geehrter Herr Waniek,

Anbei finden Sie meine Bewerbung zur Nominierung für den „Goldenen Kanaldeckel 2023“ mit dem Titel:

**„Bestandsaufnahme und Untersuchung der Abwasserdruckleitungen“.**

Abwasserdruckleitungen transportieren die gesammelten Abfälle und das Regenwasser zu den Kläranlagen und sind ein wichtiges Bindeglied im Abwassersystem. Im Falle einer Störung kann dies zu erheblichen Einbußen und Schäden im Bereich Sicherheit, Umwelt oder Ruf führen. Aufgrund des oft fortgeschrittenen Alters der Abwasserdruckleitungen wird deren Management in den kommenden Jahren zunehmend mehr Aufmerksamkeit verlangen.

Diese Nominierung fasst alle bisherigen Bestandsaufnahmen und Untersuchungsarbeiten der verschiedenen Druckleitungen innerhalb der Gemeinde Arnheim und der noch zu unternehmenden Schritte zusammen.

Das Projekt wurde nach einem Stufenplan durchgeführt. Dies ermöglicht es bei akzeptablem Aufwand einen angemessenen Einblick in die relevanten Aspekte des aktuellen Zustands von Abflussleitungen zu erhalten.

Aus diesen Arbeiten konnten wir wertvolle Erfahrungen und Schlüsse ziehen, die als hilfreiches Wissen geteilt und letztlich in verwertbare Standards integriert werden sollen.

Ich war intensiv am Projekt über seine gesamte Dauer und seinen gesamten Umfang beteiligt – als Initiator, Berater, Auftraggeber bis hin zum Verbindungselement zwischen allen Projektbeteiligten.

Ich widme diese Nominierung meinem direkten Kollegen, Klaas Tier Wisscha, der am 20. Mai 2020 verstorben ist. Klaas hat sich in der Anfangsphase intensiv in das Projekt eingebracht.

Mit freundlichen Grüßen

Ing. E.H.J. Laurentzen  
Asset Manager - Kanalisation und Wasser  
Gemeinde Arnheim

## Inhoud

1	Einleitung	3
1.1	Anlass, Zweck und Ergebnis	3
2	Störfallplan für Druckentwässerung und Abwasserpumpstationen	4
2.1	Anlass	4
2.2	Zweck	4
2.3	Struktur des Plans	5
3	Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen, Phase 1	6
3.1	Anlass und Vorgehensweise	6
3.2	Fazit und weiterer Analysebedarf	7
4	Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen im Bestand der Gemeinde Arnheim, Phase 2	8
4.1	Besichtigung der risikoreichsten Abwasserdruckleitungen und Empfehlungen zur Inspektion und Reinigung	8
5	Inspektionstechnologien, Phase 3	9
5.1	Bereits eingesetzte Technologien	9
5.1.1.	Bodenradar	9
5.1.1.1	Ergebnis	9
5.1.2.	Radartechnik M.J. Oomen	10
5.1.2.1.	Analyse der Restlebensdauer	10
5.2	Vorausblick und Nachbereitung	11
5.2.1	Xylem	12
5.2.2	Acquaint	12
5.3	Auswertung der Ergebniss	13
6	Sanierungsverfahren, Phase 4	14
6.1	IKT-Warentest	14

## Anhänge:

1. Vorfall Abwasserdruckleitungen mit Anlage;
2. Risikoanalyse Abwasserdruckleitungen Fase 1;
3. Risikoanalyse Abwasserdruckleitungen Fase 2;
4. Standortbestimmung Bodenradar;
5. Radarinspection MJOomen mit Anlage;
6. Angebot Xylem;
7. Angebot Acquaint;
8. Warentest Sanierungsverfahren Abwasserdruckleitungen.

## 1 Einleitung

### 1.1 Anlass, Zweck und Ergebnis

Druckleitungen transportieren das in der Kanalisation gesammelte Abwasser zur Kläranlage und sind damit ein wesentlicher Bestandteil der Abwasserketteninfrastruktur.

Die Gemeinde Arnheim verfügt insgesamt über mehr als 21 Kilometer Druckentwässerung, die auf 20 Abwasserdruckleitungen in einer entsprechenden Anzahl von Abwassergebieten verteilt sind. Arnheim verfügt über wenige bis gar keine Informationen zur Qualität der Druckleitungen. Da nur wenige Informationen zur Verfügung stehen, sind auch die Risiken (d. h. Schadens-/Ausfallwahrscheinlichkeit & Schadenshöhe) nicht bekannt.

Mit der Einführung des Asset Managements ist die Notwendigkeit von verlässlichen Informationen über den (zu erwartenden) Zustand von Abwasserdruckleitungen in diesem Zusammenhang stark gestiegen.

Das bisherige Ergebnis des Projekts „Bestandsaufnahme und Untersuchung der Abwasserdruckleitungen“ besteht daher aus einem Stufenplan für einen systematischen Ansatz.

Dieser Plan beinhaltet die nachfolgenden Schritte:

- Störfallplan für Druckentwässerung und Abwasserpumpstationen, Phase 0;
- Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen, Phase 1;
- Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen, Besichtigung der mit den größten Risiken behafteten Abwasserdruckleitungen und Empfehlungen zur Inspektion und Reinigung, Phase 2;
- Einsatz von Inspektionstechnologien, Phase 3;
- Sanierungstechnologien, Phase 4.

Nach jedem Schritt sind wir besser informiert und können eine fundierte Entscheidung auf der Grundlage einer Risikobewertung, wie sie beim Asset Management üblich ist, über das weitere Vorgehen treffen.



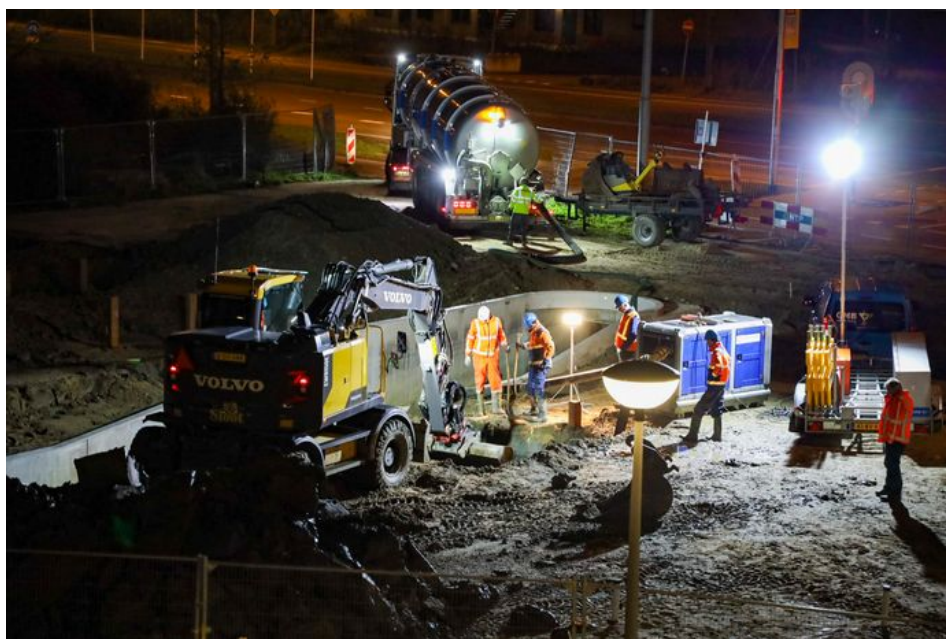
Abwasserdruckleitung „Vredenborg“

## 2 Störfallplan für Druckentwässerung und Abwasserpumpstationen

### 2.1 Anlass

Jüngste Vorfälle, bei denen die Kanalisation, Abwasserbehandlung, Böden oder Oberflächenwasser durch den Eintrag von Stoffen beschädigt wurden, zeigen dass eine solide Vorbereitung auf die Bewältigung von Störfällen unumgänglich ist.

Es ist sehr wichtig, dass die Abwasserpumpstationen und die Abwasserdruckleitungen eine hohe Betriebssicherheit aufweisen und den Anforderungen unserer Zeit entsprechen. Eine defekte Abwasserpumpstation oder ein Rohrbruch in einer Abwasserdruckleitung kann erhebliche negative Auswirkungen auf die Umwelt haben und nachhaltige Belästigungen verursachen. Im Katastrophenfall dürfen diese Einrichtungen nur für kurze Zeit außer Betrieb bleiben. Daher muss im Ernstfall bereits ein Ablaufplan für die Wiederherstellung vorliegen.



Katastrophenfall Abwasserdruckleitung „Vredenburg“ d.d. 12-10-2021

### 2.2 Zweck

Die Verantwortung für die Vorbereitung von Maßnahmen, die bei Störfällen im Zusammenhang mit der Kanalisation auszuführen sind, liegt bei der Gemeinde. Kommt es zu einem (kanalisationsbezogenen) Störfall, muss die Gemeinde schnell und angemessen handeln, denn die Kosten und (Umwelt-) Schäden von Vorfällen können enorm sein. Um schnell und adäquat handeln zu können, ist es wichtig, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Befugnisse im Störfall so weit wie möglich zu erfassen.

Der Störfallplan ist darauf gerichtet, mehrere Anforderungen zu erfüllen:

- In einem Störfall, angemessenes und zielgerichtetes Handeln zu ermöglichen;
- Klarheit über Zuständigkeiten und Koordinierung zu schaffen;
- Einen vollständigen und klaren Überblick über (möglicherweise) beteiligte Parteien zu bieten;
- Einen vollständigen und klaren Überblick über die (möglicherweise) auszuführenden Maßnahmen zu bieten;
- Störfälle zu erfassen, auszuwerten und aus ihnen zu lernen.

Der Zweck des Störfallplans besteht darin, schnelle und angemessene Maßnahmen zu ergreifen, wenn sich ein Störfall in einer Pumpstation und/oder Abwasserdruckleitung ereignet. Diese Maßnahmen umfassen sowohl organisatorische (einschließlich Koordination) als auch technische (praktische Eingriffe) Schritte. In erster Linie muss der Störfall so weit wie möglich eingedämmt werden, während zugleich der maximale Betrieb des Systems gewährleistet bleibt. Gegebenenfalls müssen die Maßnahmen ausreichend Zeit und Ansatzpunkte bieten, um den Störfall endgültig zu beheben.

### 2.3 Struktur des Plans

Der Störfallplan für Abwasserdruckleitungen und -pumpstationen besteht aus einem Hauptbericht mit einer Reihe von Anhängen. Bei einem Störfall sind die Anhänge die wichtigsten Leitlinien für den jeweiligen Leiter der Pumpstation und andere Beteiligte. Der Hauptbericht soll die Rahmenbedingungen festlegen und die zugrunde liegenden Entscheidungen und Informationen begründen und aufzeichnen.

Der rote Faden, der sich durch den Plan zieht, sind die verschiedenen Szenarien von Störfällen, die auftreten können und zu behandeln sind. Bei der Entwicklung und Ausarbeitung des Plans wurde beschlossen, so modular wie möglich zu arbeiten. Dadurch ist es unter anderem möglich, bestimmte Szenarien zu einem späteren Zeitpunkt hinzuzufügen oder zu eliminieren.

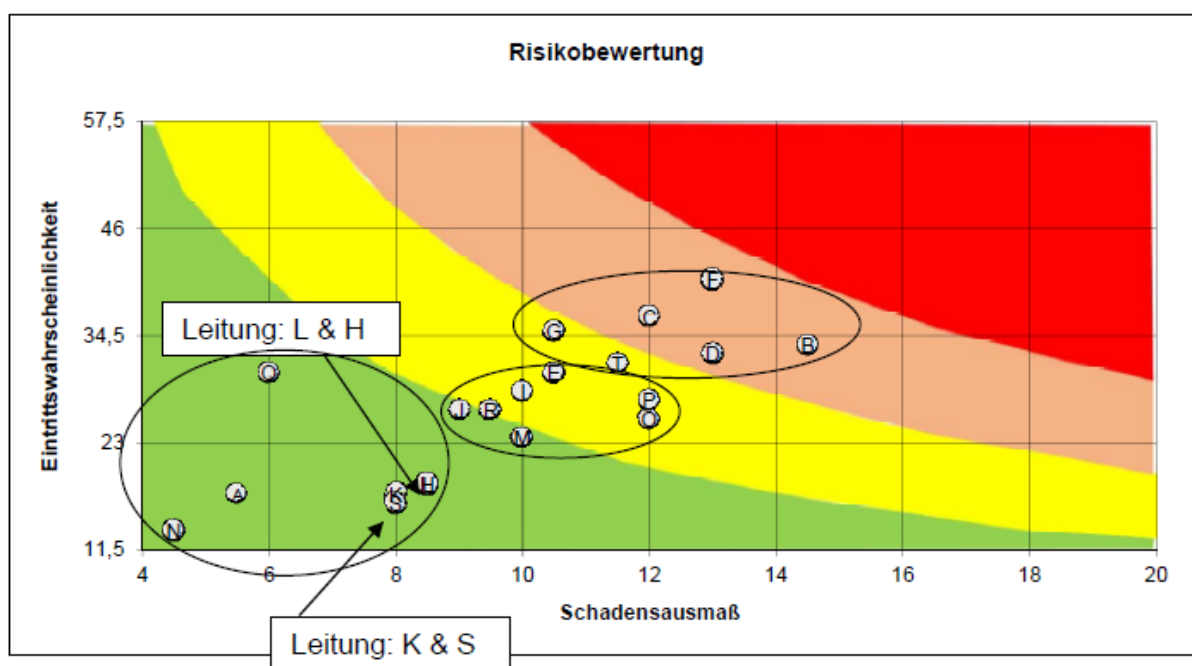
Der Störfallplan für Abwasserdruckleitungen und -pumpstationen ist im Anhang beifügt.

### 3 Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen, Phase 1

#### 3.1 Anlass und Vorgehensweise

Im Rahmen dieses Vorhabens sollen die bestehenden Abwasserdruckleitungen hinsichtlich auftretender Risiken untersucht werden. Mit der am IKT entwickelten Methode zur Risikoanalyse sollen die kritischsten Leitungen je nach Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls oder Sanierung der Leitung und des möglichen Schadensausmaßes für ggf. weitere Untersuchungen bzw. Maßnahmen priorisiert werden. Die identifizierten Risiken werden so bewertet und gesteuert, so dass auch die damit verbundenen Budgets gezielt begründet werden können.

Bei der hier genutzten qualitativen Bewertung werden Risiken ausschließlich mit Hilfe von verbalen Beschreibungen eingeschätzt. Die qualitative Risikobewertung erfolgt meist als grobe Ersteinstufung über die Relevanz eines Risikos und bringt in einem schnellen Verfahren die Gesamtbedeutung eines Risikos zum Ausdruck. Die Grundlage dafür stellt die Bewertung von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß eines Risikos anhand fester Bewertungsreferenzen dar.



Risikobewertung Abwasserdruckleitungen gemeinde Arnheim

Folgende Schritte werden zur Bearbeitung dieser Analyse durchgeführt:

- **Besprechungen vor Ort / Verschaffen eines Überblicks / Vorbereitung des Fragenkatalogs;**

Vorbereitung des Projektes mit Festlegung von Anforderungen an die Risikoanalyse, Ortstermine.

- **Sichtung der Bestandsunterlagen am IKT / Erarbeitung des Risikokonzeptes;**

Am IKT werden die Bestandsunterlagen sowie die Informationen aus den ersten Gesprächen in einem Risikokonzept zusammengefasst. Hierbei werden Kriterien festgelegt sowie erste Bewertungen in Absprache mit dem Kanalnetzbetreiber durchgeführt.

- **Durchführung weiterer Betreiber-Interviews;**

Zur Vervollständigung der Daten werden weitere Betreiberinterviews durchgeführt. Hierbei werden noch offene Punkte geklärt, sowie einzelne Trassen begutachtet, sofern dies notwendig erscheint.

- **Anfertigung der Risikobewertung des IST-Zustands mit Vorstellung der Ergebnisse;**

Alle Ergebnisse fließen in die Risikobewertung ein. Hierzu wird ein abschließender Bericht für den Netzbetreiber angefertigt, der den IST-Zustand aufzeigen soll.

### 3.2 Fazit und weiterer Analysebedarf

Im Rahmen dieser Bearbeitung sollte das qualitative Risikomodelle erstmals in Arnheim zur Priorisierung der Druckleitungen angewendet werden. Eine qualitative Risikoanalyse besteht insgesamt darin, die Auswirkungen und die Wahrscheinlichkeit der identifizierten Risiken zunächst abzuschätzen. In diesem Prozess werden entsprechend ihrer möglichen Auswirkung auf die Projektziele den Risiken Prioritäten zugeordnet.

Insgesamt ist es wichtig, dass eine solche qualitative Risikoanalyse mehr als nur einmal während der Lebensdauer einer Leitung durchgeführt wird, um mögliche Veränderungen zu erfassen. Daher kann es durchaus vorkommen, dass Leitungen in eine andere Risikoklasse fallen und sich somit der Handlungsbedarf ändert.

Es bleibt festzuhalten, dass gerade in diesem Stadium, in welchem kaum Informationen hinsichtlich eines Umgangs mit Abwasserdruckleitungen existieren, neue Wege zur Beurteilung der Abwasserdruckleitungen gegangen werden sollten. Die Risikoanalyse stellt eine erste Möglichkeit dar, um Leitungen in ein funktionierendes Betriebs- und Instandhaltungskonzept zu überführen.

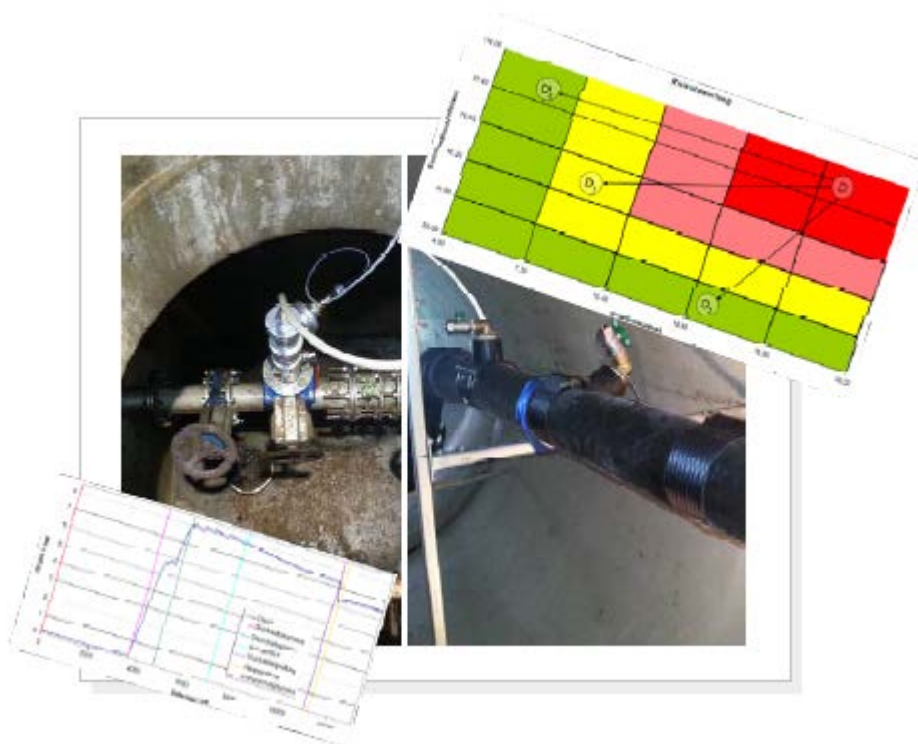
Als weiteren Schritt ist nunmehr die intensivere Überprüfung der risikoreichsten Leitungen vorzunehmen. Ebenso kann in einer weiteren Untersuchung die Steuerung der Risiken analysiert werden. Hierzu kann eine Gegenüberstellung der Ergebnisse mit vorhandenen Inspektionsdaten stattfinden, so dass eine Neubewertung der Risiken, ggf. verbunden mit einer Anpassung der Risikomatrix, vorgenommen werden kann. Auf diese Weise lassen sich Handlungsempfehlungen in Abstimmung mit dem Netzbetreiber formulieren. Die darauffolgende Strategieentwicklung für die risikoreichsten Leitungen dient zur gesonderten Analyse dieser Leitungen. Hierbei werden Möglichkeiten aufgezeigt, um weitere Erkenntnisse zu den Leitungen zu erhalten.

Der vollständige Bericht: Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen, Phase 1, ist im Anhang beigefügt.

#### 4 Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen im Bestand der Gemeinde Arnheim, Phase 2

##### 4.1 Besichtigung der risikoreichsten Abwasserdruckleitungen und Empfehlungen zur Inspektion und Reinigung

Im Rahmen dieser Untersuchung (Phase 2) werden die Eigenschaften der verschiedenen Abflussrohre dokumentiert. Es folgt eine Beschreibung der gewählten Inspektions- und Reinigungsverfahren für die untersuchten Druckleitungen. Darauf aufbauend werden Empfehlungen für die Inspektion und Reinigung der jeweils ausgewählten Druckleitungen ausgesprochen. Abschließend wird beschrieben, wie die Inspektions- und Reinigungsverfahren im weiteren Projektverlauf (Phase 3) zielgerichtet angewendet werden können und welche Ergebnisse dabei erzielt werden.



Folgende Schritte werden zur Bearbeitung dieser Empfehlung durchgeführt:

- **Analyse der kritischsten Leitungen (basierend auf Phase 1).**
  - Gegenüberstellung der Ergebnisse mit vorhandenen Inspektionsdaten;
  - Neubewertung der Risiken, ggf. Anpassung der Risikomatrix.
- **Strategieentwicklung für die risikoreichsten Leitungen**
  - Die nunmehr risikoreichsten Leitungen werden einer gesonderten Analyse unterzogen. Hierbei werden Möglichkeiten aufgezeigt, um weitere Erkenntnisse zu den Leitungen zu erhalten. So können zum Beispiel Dichtheitsprüfungen, Inspektionen usw. vorgeschlagen werden.

Der vollständige Bericht: Risikoanalyse für Abwasserdruckleitungen, Phase 2, ist im Anhang beigefügt.



## 5 Inspektionstechnologien, Phase 3

### 5.1 Bereits eingesetzte Technologien

Auf der Grundlage der oben genannten Schritte (Phasen 1 und 2) werden die Druckleitungen, die mit den höchsten Risiken behaftet sind, näher untersucht. Die Technologien, die wir dabei eingesetzt haben und einsetzen werden, sind:

#### 5.1.1. Bodenradar

Bodenradar ist eine Technologie, die in der Kabel- und Rohrleitungsuntersuchung eingesetzt wird. Diese Technik ermöglicht es, u.a. Rohre zu erkennen und zu kartieren.



Einsatz Bodenradar

Ein Bodenradar ist ein geophysikalisches Messgerät, das das Senden und Empfangen von Signalimpulsen nutzt. Diese Signalimpulse werden entlang eines zurückgelegten Weges protokolliert. Darauf aufbauend wird ein grafisches Profil der Untergrundsituation erstellt. Dadurch entsteht ein durchgehendes Profil, das tatsächlich als Querschnitt des Bodens interpretiert werden kann. Das Bodenradar misst keine Kabel oder Objekte, sondern erstellt ein grafisches Profil, aus dem Fachleute ablesen können, ob Anomalien vorliegen, die auf das Vorhandensein eines Objekts oder Kabels oder einer Leitung hinweisen.

##### 5.1.1.1 Ergebnis

Mit Hilfe des Bodenradars konnte die Druckleitung sehr genau entlang der x-, y- und z-Achsen lokalisiert werden.

Eine Darstellung hierzu ist im Anhang enthalten.

### 5.1.2. Radartechnik M.J. Oomen

Die Wanddickenmessung wurde mit einem sog. Radarsystem durchgeführt. Dabei wird ein zerstörungsfreier Scan der Rohrwand (innen oder außen) mit einer Radarantenne durchgeführt. Die Ergebnisse der Radarmessung werden pro Messlinie ausgearbeitet. Die gesammelten Radardaten werden analysiert und interpretiert.



Einsatz Radartechnik

Bei Asbestzementrohren (AZ-Rohren) besteht diese Interpretation vor allem in der Erkennung von Schichtübergängen. Die bei einer internen Messung zu erkennenden Schichtübergänge sind die vom betroffenen AZ-Rohr zum homogenem AZ-Rohr und vom homogenen AZ-Rohr zum Untergrund. Bei einer externen Messung ist es genau umgekehrt: Es kann auch festgestellt werden, ob der betreffende Abschnitt der Rohrleitung vollständig gefüllt ist. Der nächste Schritt besteht darin, die Beobachtungen in metrische Daten umzuwandeln. Dabei werden unter anderem die in Bezug auf AZ-Messungen gesammelten Erfahrungen, den gemessenen Umfang und den Durchmesser während der Konstruktion genutzt. Die Ergebnisse werden in einem Diagramm mit dem dort angegebenen Prozentsatz für „konstruktives AZ“ ausgedrückt.

#### 5.1.2.1. Analyse der Restlebensdauer

Auf der Grundlage der Erkenntnisse und bereitgestellten Daten, wie Zeichnungen, Verkehrsklassen, Bodenbeschaffenheit, Kundenwahrnehmung etc., wird eine theoretische Restlebensdauer ermittelt. Für diese Abwasserdruckleitung kann geschlussfolgert werden, dass sich die untersuchten Teile in einem guten Zustand befinden.

Die dazugehörigen Berichte sind im Anhang beigefügt.

## 5.2 Vorausblick und Nachbereitung

Im Frühjahr 2024 muss ein Teil der Abwasserdruckleitung Vredenburg wegen Bauarbeiten umgeleitet werden. Die auszugrabenden Teile werden vor Ort und im Labor untersucht. Dabei wird auf die tatsächliche Lage, Beschädigungen, Verformungen, Restfestigkeit und Verschlechterung geachtet.



Abwasserdruckleitung „Vredenburg“ entfernen / neuen Ort

Die Erkenntnisse, die vor Ort gewonnen werden, sowie die Analyseergebnisse aus der Laboruntersuchung (zerstörende Inspektion) werden mit den Ergebnissen von zwei Inspektionen, die im Herbst 2023 mit jeweils unterschiedlichen Inspektionstechnologien durchgeführt werden sollen, verglichen. Um diese Inspektionstechnologien einsetzen zu können, muss die Pumpstation angepasst werden. Inzwischen haben Gespräche mit einem Auftragnehmer begonnen und die Anpassungsarbeiten werden demnächst durchgeführt.

Die Inspektionstechnologien, die in diesem Herbst noch eingesetzt werden sollen, sind:

- SmartBall von Xylem;
- Ultrasoon (Pig) von Acquaint.

### 5.2.1 Xylem

Diese Inspektion wird in der Abwasserdruckleitung Vredenburg mit SmartBall durchgeführt. Dies ist ein freischwimmendes akustisches Lecksuchgerät, das auch bei Betrieb des Abflussrohres eingesetzt werden kann.



Die nach Abschluss der Inspektion zu erwartenden Ergebnisse sind:

- GIS-Linie und GPS-Kontrollpunkte;
- Fehlerbereich;
- Leckagen und Gasansammlungen;
- Verschmutzung oder Ansammlungen;
- Vorhandensein von Metallbeschlägen, Anschlüssen oder Verbindungen.

Das Angebot von Xylem ist im Anhang beigefügt.

### 5.2.2 Acquaint

Diese Inspektion wird mit Hilfe eines Ultraschallprüfverfahrens in der Abwasserdruckleitung Vredenburg durchgeführt.



Die nach Abschluss der Inspektion zu erwartenden Ergebnisse sind:

- Informationen zu „akut“ erhöhten Risiken;
- Informationen zum Ist-Zustand und damit die Grundlage für die Bestimmung der Restlebensdauer;
- Informationen über die theoretische Untergrenze der verbleibenden/gesunden Wanddicke;
- Eine geografische Datei (Shape/GIS/RD) mit allen Inspektionsergebnissen;
- Aktuelle Position der Leitung;
- Verifizierung und Validierung der identifizierten Risiken im Rahmen des risikogesteuerten Managements;
- Inspektionsergebnisse, die in einem Bericht festgehalten werden;
- Inspektionsergebnisse werden in einem interaktiven Inspektions-Dashboard aufgezeichnet.

Das Angebot von Acquaint ist im Anhang beigefügt.

## 5.3 Auswertung der Ergebnisse

Nach dem Einsatz aller Inspektionstechnologien und aller Feld- und Laboruntersuchungen werden die Ergebnisse zusammengefasst, analysiert und miteinander verglichen (Vor- und Nachteile). Auf der Grundlage dieser Erfahrungen werden auch die anderen Abwasserdruckleitungen in Arnheim näher untersucht.

6 Sanierungsverfahren, Phase 4

6.1 IKT-Warentest

Die Ergebnisse der eingesetzten Inspektionstechnologien werden zur Bestimmung des im konkreten Fall notwendigen Sanierungsverfahrens herangezogen. Doch welche technischen Verfahren eignen sich am besten für welche bestimmten Schadensbilder? Um dies zu ermitteln, haben wir am IKT-Warentest zu Sanierungsverfahren für Abwasserdruckleitungen teilgenommen.



Prüfstelle IKT Gelsenkirchen

Der vollständige Bericht: IKT-Warentest Sanierungsverfahren für Abwasserdruckleitungen ist im Anhang beigefügt.

***Neben unseren Erfahrungen aus den Phasen 0 bis 6 gibt es auch in Deutschland zahlreiche Initiativen, die sich mit Abwasserdruckleitungen beschäftigen. Ich würde auch gerne Ihre Erfahrungen in diesem Zusammenhang hören, damit wir diese auch für unsere Abwasserketteninfrastruktur nutzen können.***

Literaturverzeichnis:

- Proeftuin persleidingen fase 2: Inventarisatie en basisonderzoek, Stowa/Stichting Rioned;
- Faalkansmodel persleidingen – Proof of Principle, TNO;
- NEN 3398. Buitenriolering – Onderzoek en toestandsbeoordeling;
- NEN 3650-1 Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemene eisen;
- NEN 3650-2 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 2: Aanvullende eisen voor leidingen van staal;
- NEN 3650-3 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 3: Aanvullende eisen voor leidingen van kunststof;
- NEN 3650-4 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 4: Aanvullende eisen voor leidingen van beton;
- NEN 3650-5 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 5: Aanvullende eisen voor leidingen van gietijzer;
- NEN 3651 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken;
- NEN-EN 13508-1. Onderzoek en beoordeling van de buitenriolering – Deel 1: Algemene eisen;
- NEN-EN 1610 Ontw. Buitenriolering – aanleg en beproeving van leidingsystemen.

Anhänge:

1. Vorfall Abwasserdruckleitungen mit Anlage;
2. Risikoanalyse Abwasserdruckleitungen Fase 1;
3. Risikoanalyse Abwasserdruckleitungen Fase 2;
4. Standortbestimmung Bodenradar;
5. Radarinspection MJOomen mit Anlage;
6. Angebot Xylem;
7. Angebot Acquaint;
8. Warentest Sanierungsverfahren Abwasserdruckleitungen.