

# **Sanierung Druckrohrleitungen Klieranlage Salzgitter Nord bis Auslauf Krähenriede - Machbarkeitsstudie -**

August 2025



Auftraggeber:

Abwasserentsorgung  
ASG Salzgitter  
Feldstraße 2  
38226 Salzgitter

Auftragnehmer:

Ingenieurgesellschaft  
Prof. Dr.-Ing. E. Macke mbH  
Am Hafen 22  
38112 Braunschweig





---

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung .....	2
2. Vorhandene Entwässerungssituation.....	3
3. Baugrund .....	4
4. Geplante Trassenführung .....	5
5. Abflussverhältnisse.....	5
5.1 Allgemeines.....	5
5.2 Fördermengen Ist- und Sanierungszustand.....	5
6. Dimensionierung der Druckrohrleitungen.....	7
6.1 Grundlagen .....	7
6.2 Ermittlung der Rohrleitungsdimensionen .....	7
6.3 Sanierungsempfehlung aus hydraulischer Sicht .....	9
7. Bauliche Sanierung der Druckrohrleitungen.....	10
7.1 Baulicher Sanierungsbedarf .....	10
7.2 Sanierungsvarianten.....	12
7.3 Schätzung der Baukosten.....	16
7.3.1 Teilabschnitt 1 (kurzfristiger Handlungsbedarf) .....	16
7.3.2 Teilabschnitt 2 (mittelfristiger Handlungsbedarf).....	17
7.4 Kostenvergleichsrechnung .....	18
8. Vorzugsvariante und Sanierungsempfehlung.....	19
9. Ausblick und Handlungsempfehlungen.....	19

## **1. Veranlassung und Aufgabenstellung**

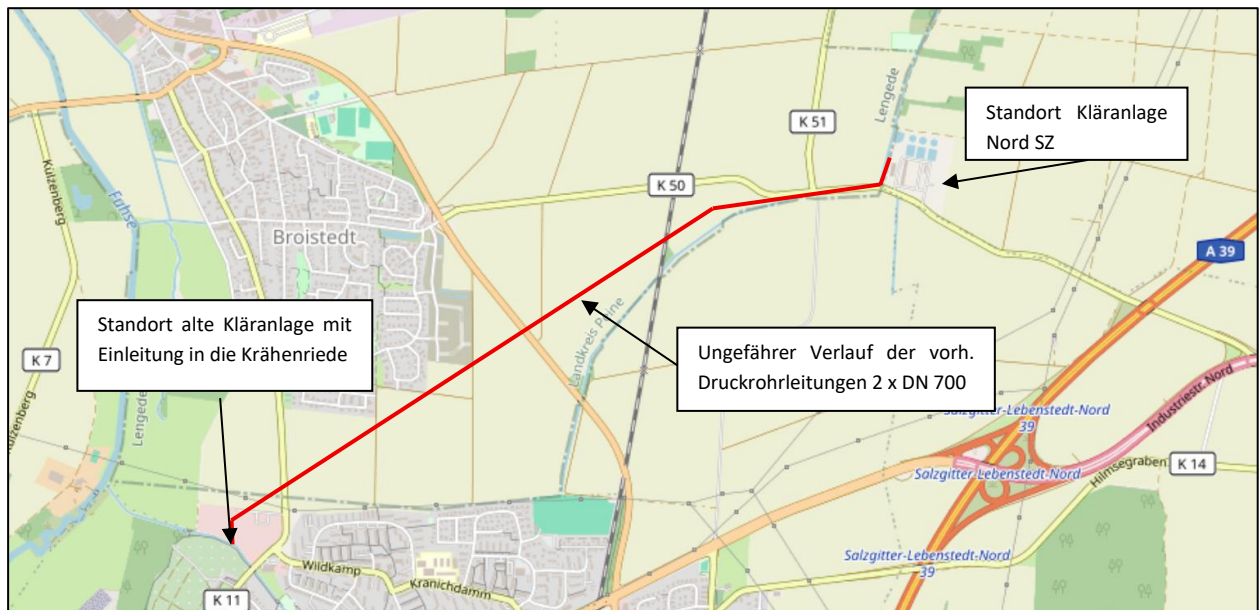
Die ABWASSERENTSORGUNG SALZGITTER GMBH (ASG) betreibt im nördlichen Stadtgebiet die Kläranlage Salzgitter Nord. Das in der Kläranlage Nord gereinigte Abwasser wird über zwei parallel verlegte Druckrohrleitungen im Bereich des früheren Kläranlagenstandorts an der Feldstraße 2 in den Vorfluter Krähenriede gefördert. Die Druckrohrleitungen, die größtenteils parallel verlaufen, wurden zwischen 1992 und 1993 verlegt. Als Material wurde mit Epoxidbeschichtung versehener HOBAS-Faserzement verwendet. Die Gesamtlänge je Rohrleitung beträgt ca. 3.320 m. Die Rohre wurden in 5 m langen Segmenten mit Steckmuffen eingebaut und weisen diverse Bögen und Kupplungen auf. Teilweise wurden die Steckverbindungen mit Betonwiderlagern versehen. Die Nennweite der Rohre beträgt DN 700 mit einem Außendurchmesser von 718 mm. Das System wurde für die Druckstufe PN6 ausgelegt.

In den letzten zwei Jahren ereigneten sich mehrere Schadensfälle an den Rohrleitungen. Am 08.10.2024 trat der Schaden nicht an einer typischen Schwachstelle, wie Muffen oder Kupplungen auf, sondern inmitten des Rohres. Dies deutet auf eine generelle Materialermüdung hin.

Aus diesem Grund wurde die INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR.-ING. E. MACKE MBH von der ABWASSERENTSORGUNG SALZGITTER GMBH mit einer Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Möglichkeiten zur Sanierung der Abwasserdruckrohrleitungen zwischen der KA Nord und dem Vorfluter Krähenriede beauftragt. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie soll geprüft werden, ob eine Sanierung der bestehenden Rohrleitungen technisch möglich, hydraulisch vertretbar und wirtschaftlich sinnvoll oder ob eine vollständige Erneuerung erforderlich ist.

Im Zuge der Machbarkeitsstudie sollen erste hydraulische Betrachtungen für die Rohrleitungen erfolgen und für die Vorzugsvariante eine wirtschaftliche Gesamtlösung erarbeitet werden.

Der geplante Sanierungsbereich ist in der Abb. 1 dargestellt.



**Abb. 1:** Untersuchungsbereich mit Verlauf der vorhandenen Druckrohrleitungen

Im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurden folgende Untersuchungen und Berechnungen durchgeführt:

- Überschlägige hydraulische Berechnungen zur Ermittlung der erforderlichen Querschnitte der Abwasserdruckrohrleitungen unter Berücksichtigung der Fließgeschwindigkeit auf Basis der aktuellen und zukünftigen Fördermengen der KA Nord,
- Erläuterung von Sanierungsvarianten unter Berücksichtigung der hydraulischen Ergebnisse und unter dem Aspekt der Umsetzbarkeit,
- Kostenschätzungen für die Sanierungsvarianten in Verbindung mit einer Kostenvergleichsrechnung,
- Erarbeitung und Begründung einer Vorzugsvariante.

Folgende Grundlagen standen für die Erarbeitung der Machbarkeitsstudie zur Verfügung:

- [U1] Angabe der Jahresschmutzwassermenge KA SZ-Nord 2024 (ASG, 06.05.2025)
- [U2] Unterlagen zu den eingesetzten Be- und Entlüftern (ASG, 06.05.2025)
- [U3] Höhenprofil ohne Angabe von Geländehöhen (ASG, 06.05.2025)
- [U4] Digitale Plangrundlage mit Verlauf der Druckrohrleitungen (ASG, 04.04.2025)
- [U5] Angabe vorh. Rohrmaterial einschl. Schadensbilder (ASG, 06.05.2025)
- [U6] Teilstatik zum vorh. Rohr (ASG, 06.05.2025)

Alle in der Planung angegebenen Höhen beziehen sich auf mNHN.

## 2. Vorhandene Entwässerungssituation

Die beiden Druckrohrleitungen beginnen am Pumpwerk der Kläranlage Nord in Salzgitter. Dort sind vier trocken aufgestellte Pumpen des Herstellers Wilo installiert. Zusätzlich ist eine kleinere Pumpe der Marke Xylem zur Förderung des Nachtminimums vorhanden. Maximal zwei der Pumpen fördern gleichzeitig in eine der Druckrohrleitungen.

Das gereinigte Abwasser wird im Pumpwerk etwa 8 Meter angehoben und anschließend über zwei Druckrohrleitungen mit einem Durchmesser von DN 700 über das westliche Gelände der Kläranlage nach Süden bis zur Kreisstraße 50 (K50) geleitet. In diesem Abschnitt sind zwei IDM-Messgeräte zur Durchflussüberwachung installiert. Die Druckrohrleitungen im Bereich zwischen Pumpwerk und IDM werden derzeit bereits als zweimal DN 700 erneuert.

Außerhalb des Kläranlagengeländes kreuzen die Leitungen die K50. Danach verlaufen sie rund 630 m in westliche Richtung parallel zur K50 nördlich des Grabens „Welle“. Mit der Richtungsänderung des Grabens nach Süden schwenken auch die Leitungen in südwestliche Richtung und verlaufen über eine Strecke von etwa 2,5 km geradlinig durch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Anschließend erfolgt eine weitere Richtungsänderung nach Südosten, bis die Leitungen am Vorfluter Krähenriede enden.

Im Verlauf der insgesamt rund 3,3 km langen Trasse werden verschiedene Infrastrukturobjekte gequert, darunter:

- Flächen, die größtenteils im Zuständigkeitsbereich des Landkreises Peine liegen,
- die Kreisstraße 50 (Verbindung Broistedt – Kreisgrenze),
- eine Gleisanlage der VPS Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter,
- die Landesstraße 472 (Verbindung Broistedt – Salzgitter),
- sowie die Kreisstraße 77 (ebenfalls Verbindung Broistedt – Salzgitter).

## 3. Baugrund

Die genauen geologischen und bodenmechanischen Verhältnisse entlang des geplanten Leitungsverlaufs sind derzeit nicht bekannt. Ein geotechnischer Bericht gemäß DIN 4020 – Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - liegt bislang nicht vor. Ein fehlendes Baugrundgutachten stellt eine Herausforderung für die Auswahl und Bewertung der geeigneten Sanierungsmethode dar. Je nach Bodenbeschaffenheit können unterschiedliche Verfahren vorzuziehen sein.

Die Wahl des Sanierungsverfahrens ist in hohem Maße von der lokalen Bodenbeschaffenheit abhängig. In Bereichen mit gering tragfähigen oder bindigen Böden (z. B. Ton, Schluff) könnten

zusätzliche Maßnahmen zur Bodenverbesserung erforderlich werden. Dazu zählen etwa die Bodenverfestigung oder der teilflächige Bodenaustausch. Hier würde sich ggf. eine grabenlose Sanierung anbieten. In Bereichen mit tragfähigem, nichtbindigem Boden (z. B. Sand, Kies) werden dagegen grabenlose Sanierungstechniken bevorzugt zur Anwendung kommen.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, im Rahmen der Objektplanung ein geotechnisches Gutachten gemäß DIN 4020 durchführen zu lassen. Ziel ist die Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte entlang der Trasse, insbesondere in Bezug auf Tragfähigkeit, Setzungsverhalten, Grundwasserverhältnisse und etwaige Bodenverunreinigungen.

In der Bohrpunktkarte Deutschland (<https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html?lang=de>) ist im westlichen Abschnitt des Trassenverlaufs der DRL eine Vielzahl von Bohrprofilen zu finden. Unter Zugrundelegung dieser Archivdaten ist in diesem Bereich mit schluffigen und lehmigen Böden zu rechnen.

Für die vorliegende Machbarkeitsstudie wurde vereinfacht von überwiegend homogenen, nicht kontaminierten Bodenverhältnissen ausgegangen. Diese Annahme ist im Verlauf der Objektplanung zu überprüfen.

#### **4. Geplante Trassenführung**

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie zur Sanierung der Druckrohrleitungen sollen keine Untersuchungen zu alternativen Trassenverläufen erfolgen, die von der Lage der vorhandenen Leitungen abweicht. Für alle vorhandenen Trassenabschnitte liegen dem Auftraggeber die notwendigen Betretungs- und Nutzungsrechte vor.

#### **5. Abflussverhältnisse**

##### **5.1 Allgemeines**

Die der Machbarkeitsstudie zu Grunde liegenden Ansätze gehen aus den Annahmen, Erfahrungen und Kennlinien der ASG hervor. Um exakte Aussagen über die tatsächlichen Abflussverhältnisse sowie Berechnungen zur Leistungsfähigkeit der Druckrohrleitungen durchführen zu können, wird empfohlen, im Rahmen der Objektplanung eine Messkampagne zur Ermittlung der Fördermengen in den Leitungen sowie der Pumpenleistungen im zeitlichen Kontext durchzuführen.

##### **5.2 Fördermengen Ist- und Sanierungszustand**

Die zu fördernden, gereinigten Abwassermengen sind stark wetterabhängig. Bei Starkregeneignissen muss annähernd die dreifache Menge im Vergleich zum Trockenwetter gepumpt werden, was bei der Dimensionierung der Druckrohrleitungen Berücksichtigung finden soll. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass ab 2033 die Erweiterung der Kläranlage Nord

geplant ist und das gereinigte Abwasser der KA SZ-Bad ebenfalls durch die Druckrohrleitungen zur Krähenriede transportiert, werden muss.

Nach Angaben der ASG beträgt die aktuelle maximale Gesamtfördermenge, die bei Starkregenereignissen auftritt, ca. 3.000 m³/h. Ab 2033 erhöht sich diese Menge auf 3.735 m³/h.

In der folgenden Tabelle sind, entsprechend den Angaben der ASG, die zu berücksichtigenden Fördermengen zusammengestellt.

		Trockenwetter	Regenwetter	Starkregen
	Anzahl Pumpen	1	2	4
	Anzahl DRL	1	1	2
<b>Istzustand</b>	Fördermenge [m³/h]	1.100	1.700	3.000
	Fördermenge [l/s]	305	475	835
<b>Sanierungszustand ab 2033</b>	Fördermenge [m³/h]	1.835	2.450	3.735
	Fördermenge [l/s]	510	680	1.040

**Tab. 1:** Fördermengen für den Ist- und den Sanierungszustand

Im Trockenwetterfall wird das Abwasser von einer Pumpe in eine Druckrohrleitung gefördert. Die Pumpenanzahl verdoppelt sich bei Regenwetter, die Förderung erfolgt jedoch weiterhin über eine Druckrohrleitung. Lediglich bei Starkregenereignissen fördern jeweils 2 Pumpen gleichzeitig in beide Druckrohrleitungen. Die Anordnung der Pumpen im Pumpwerk der KA Nord ist in Abb. 2 dargestellt.





**Abb. 2:** Anordnung der Pumpen im Pumpwerk der KA Nord

Für die Abschätzung der erforderlichen Rohrleitungsdimensionen werden aufgrund der oben zusammengestellten, ab 2033 geplanten Abflüsse folgende Ansätze berücksichtigt:

- Einzelbetrieb (1 Pumpe, 1 DRL):  $Q_{TW} = 510 \text{ l/s}$
- Parallelbetrieb (2 Pumpen, 1 DRL):  $Q_{RW} = 680 \text{ l/s}$
- Maximalbetrieb (4 Pumpen, 2 DRL):  $Q_{max} = 1.040 \text{ l/s}$

## 6. Dimensionierung der Druckrohrleitungen

### 6.1 Grundlagen

Gemäß DWA-A 113 ist für Abwasserdruckleitungen ein Betrieb innerhalb eines definierten Geschwindigkeitsbereichs sicherzustellen, um Ablagerungen zu vermeiden sowie eventuell eingeschlossene Luft zu transportieren. Für Rohrnennweiten im Bereich von DN 700 wird eine Mindestfließgeschwindigkeit von ca. 1,3 bis 1,5 m/s empfohlen. Dieser Bereich sollte möglichst nicht signifikant unterschritten werden.

Die Fließgeschwindigkeit sollte insbesondere im Hinblick auf mögliche Druckstoßrisiken auch nicht zu hoch sein. Bei Druckrohrleitungen mit Längen von über 500 m ist ein erhöhtes Risiko für kritische Druckstoßvorgänge gegeben. Die maximale Fließgeschwindigkeit sollte erfahrungsgemäß einen Wert von 2,5 m/s nicht überschreiten.

Die hydraulischen Verluste, insbesondere die Rohrreibungsverluste, steigen quadratisch mit der Strömungsgeschwindigkeit. Bei geodätischen Höhenunterschieden von rund 10 m im Leitungsverlauf ist es daher aus energetischer Sicht vorteilhaft, die Fließgeschwindigkeit möglichst niedrig zu halten, um die Reibungsverluste zu minimieren.

## 6.2 Ermittlung der Rohrleitungsdimensionen

Im Rahmen der nachfolgenden hydraulischen Berechnungen wird eine Mindestfließgeschwindigkeit von  $v = 1,3 \text{ m/s}$  zu Grunde gelegt. Der erforderliche Innendurchmesser der Druckrohrleitung wird unter Anwendung der Kontinuitätsgleichung ( $Q = A \cdot v$ ) berechnet.

### Sanierungszustand

Für den Sanierungszustand wird überprüft, ob der vorhandene Durchmesser (DN 700) der DRL ausreichend dimensioniert ist, um die ab 2033 anfallenden Abwassermengen zu transportieren. Die Berechnung erfolgt sowohl für den Einzel- als auch für den Parallelbetrieb der Pumpen.

- Einzelbetrieb (TW) mit  $Q_{\text{TW}} = 510 \text{ l/s}$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,510 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 * (0,700 \text{ m})^2 / 4} = 1,32 \text{ m/s}$$

- Parallelbetrieb (RW) mit  $Q_{\text{RW}} = 680 \text{ l/s}$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,680 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 * (0,700 \text{ m})^2 / 4} = 1,77 \text{ m/s}$$

Sowohl für den Trockenwetter- als auch für den Regenwetterfall wird bei einem Querschnitt von DN 700 die Mindestfließgeschwindigkeit von ca.  $1,3 \text{ m/s}$  eingehalten. Im Starkregenfall wird die prognostizierte Abflussmenge von  $1.040 \text{ l/s}$  auf zwei DRL verteilt und entspricht damit in etwa dem Trockenwetteranfall pro Leitung.

### Istzustand

Für den Istzustand erfolgt ebenfalls eine Berechnung der Fließgeschwindigkeiten für die einzelnen Betriebszustände.

- Einzelbetrieb (TW) mit  $Q_{\text{TW}} = 305 \text{ l/s}$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,305 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 * (0,700 \text{ m})^2 / 4} = 0,8 \text{ m/s}$$

Im Istzustand werden die Mindestfließgeschwindigkeiten bei Trockenwetterabfluss nicht eingehalten. Für eine Mindestfließgeschwindigkeit von  $v = 1,3 \text{ m/s}$  ergibt sich ein benötigter Durchmesser von

$$d_i = \sqrt{\frac{Q*4}{v*\pi}} = \sqrt{\frac{0,305 \text{ m}^3/\text{s}*4}{1,3 \text{ m/s}*3,14}} = 0,547 \text{ m} = 547 \text{ mm}.$$

Die Mindestfließgeschwindigkeit im Trockenwetterfall wird bei einer Reduzierung des Innendurchmessers auf ca.  $550 \text{ mm}$  eingehalten.

- Parallelbetrieb (RW) mit  $Q_{\text{RW}} = 475 \text{ l/s}$ :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,475 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 * (0,700 \text{ m})^2 / 4} = \mathbf{1,23 \text{ m/s}}$$

Im Regenwetterfall werden die Mindestfließgeschwindigkeiten ebenfalls nicht eingehalten, jedoch nur knapp unterschritten. Für eine Mindestfließgeschwindigkeit von  $v = 1,3 \text{ m/s}$  ergibt sich ein benötigter Durchmesser von

$$d_i = \sqrt{\frac{Q*4}{v*\pi}} = \sqrt{\frac{0,475 \text{ m}^3/\text{s}*4}{1,3 \text{ m/s}*3,14}} = \mathbf{0,680 \text{ m} = 680 \text{ mm.}}$$

Der vorhandene Durchmesser von DN 700 ist aufgrund der geringfügigen Abweichung für den Regenwetterfall als akzeptabel einzuschätzen.

Im Starkregenfall wird die Abflussmenge von 835 l/s auf zwei DRL verteilt und liegt damit pro Leitung zwischen Regen- und dem Trockenwetteranfall. Die Mindestfließgeschwindigkeit wird bei einer angenommenen hälftigen Aufteilung der Starkregenmenge in den 700er Leitungen ebenfalls nicht eingehalten. Bei einer Aufteilung des Starkregenvolumens auf zwei Leitungen mit unterschiedlichen Dimensionen (DN 550 und DN 700) würde die Mindestfließgeschwindigkeit in beiden Leitungen erreicht werden.

### **6.3 Sanierungsempfehlung aus hydraulischer Sicht**

Für den Sanierungszustand ist die Größe der Druckrohrleitungen von DN 700 für die Entsorgung des in der Kläranlage anfallenden Wassers sowohl für den Trocken- als auch für den Regenwetterfall ausreichend dimensioniert. In beiden Fällen kann das Abwasser über jeweils eine der beiden Druckrohrleitungen transportiert werden. Lediglich im Starkregenfall wird die prognostizierte Abflussmenge über zwei Druckrohrleitungen DN 700 abgeleitet. Folglich sind die beiden bereits vorhandenen Leitungen DN 700 für den Sanierungszustand ausreichend dimensioniert und können, mit Ausnahme des Starkregenfalles, im Wechsel beschickt werden.

Im Istzustand werden die Mindestfließgeschwindigkeiten nicht erreicht, die Leitungen sind überdimensioniert. Für die Übergangszeit bis 2033 wäre es denkbar, eine kleinere Druckrohrleitung (DN 550) parallel zu den vorhandenen (2 x DN 700) zu verlegen.

Würde diese kleinere Leitung für die im Sanierungszustand prognostizierte, höhere Trockenwettermenge von 510 l/s verwendet werden, würden sich allerdings relativ hohe Fließgeschwindigkeiten von etwa 2,1 m/s ergeben, so dass der Trockenwetterabfluss im Sanierungszustand durch die Druckrohrleitung DN 700 erfolgen sollte. Im Regenwetterfall würde ebenfalls über die 700er Leitung gefördert werden. Lediglich bei Starkregen könnte eine Aufteilung auf zwei Leitungen (DN 550 und DN 700) erfolgen. Eine der dann drei vorhandenen Leitungen wäre somit als Reserveleitung zu betrachten.

Falls von der ABWASSERENTSORGUNG SALZGITTER GMBH eine Reserveleitung für erforderlich erachtet wird, sollte aus hydraulischer Sicht zusätzlich zu den beiden vorhandenen DN 700 eine weitere Druckrohrleitung DN 550 verlegt werden. Anderenfalls würden die beiden DN 700 ausreichen, um die prognostizierten Abwassermengen abzuleiten. Lediglich im Starkregenfall wäre in diesem Fall keine Reserveleitung vorhanden.

## 7. Bauliche Sanierung der Druckrohrleitungen

### 7.1 Baulicher Sanierungsbedarf

Die vorhandenen Druckrohrleitungen wurden um 1996 erbaut und sind daher ungefähr 30 Jahre alt. Sie bestehen aus Faserzement mit einer Epoxidbeschichtung. Die Rohre wurden in 5 m langen Segmenten mit Steckmuffen eingebaut und weisen diverse Bögen und Kupplungen auf. In den letzten zwei Jahren traten mehrere Schadensfälle an den Rohrleitungen auf. In der Abb. 3 sind ausgebaute Rohre dargestellt, der aufgetretene Schaden inmitten des Rohres ist deutlich zu erkennen.



**Abb. 3:** Schadhafte, ausgebaute Rohrsegmente der 700er Druckrohrleitung

Im Zuge einer aktuellen Baumaßnahme, der Erneuerung der beiden Druckrohrleitungen auf dem Pumpwerksgelände bis zum IDM-Schacht, kam es zu weiteren, unvorhergesehenen Schäden. Während der Freilegung eines Druckrohrleitungsstrangs kam es zu einem unerwarteten Bruch des in Betrieb befindlichen zweiten Strangs. Dieser Schadensfall legt einen kurzfristigen Handlungsbedarf für die gesamte Druckrohrleitung dar. Bautätigkeiten, welche eine offene Freilegung von Haltungsteilen neben einer in Betrieb befindlichen Leitung erfordern, sollten aufgrund dieses Schadensfalles künftig nicht erfolgen.

Über die Materialschäden hinaus, laufen die Leitungen gemäß Aussage des Auftraggebers nach jedem Pumpvorgang, trotz funktionierender Rückschlagklappen, leer. Der Grund dafür ist nicht bekannt.

Für die an den vorhandenen Druckrohrleitungen aufgetretenen Schäden könnten folgende Ursachen verantwortlich sein:

- **Druckstoßanfälligkeit bei großen Nennweiten**  
Bei plötzlichen Änderungen im Durchfluss (z. B. Pumpenabschaltung) werden große Wassermassen schnell abgebremst. Dadurch entstehen Druckstöße (Wasserschläge), die sich in Form von kurzzeitigen, aber sehr hohen Druckspitzen über die Leitung fortpflanzen.
- **Fehlende oder unzureichende Druckstoßdämpfung**  
Fehlende Druckstoßberechnungen in der Planungsphase können fehlende Druckausgleichsbehälter, Luftkissenventile oder Beruhigungsstrecken, die die Energie des Stoßes aufnehmen, zur Folge haben.
- **Fehlende oder unzureichende Be- und Entlüftung**  
Die Ansammlung von Luft in geschlossenen Leitungssystemen kann erhebliche Betriebsprobleme verursachen.
- **Ungeeignete oder überlastete Steckverbindungen**  
Steckmuffenverbindungen sind nicht formschlüssig. Sie können bei hohen axialen Kräften, wie sie durch Druckstöße entstehen, auseinandergezogen oder undicht werden, insbesondere wenn sie nicht durch Zuganker, Schubsicherungen oder Betonwiderlager gesichert sind. Bei nicht korrekt verlegten oder gealterten Verbindungen können auch Mikrobewegungen und Materialermüdung zur Undichtigkeit oder zum Versagen führen.
- **Hydraulisch ungünstige Betriebsweise**  
Häufiges oder abruptes Anlaufen der Pumpen, Mehrpumpenbetrieb ohne abgestimmte Steuerung oder fehlende Regeltechnik können unerwartete Druckwellen erzeugen. Auch Not-Aus-Schaltungen oder Stromausfälle ohne Notentlastung (z. B. Rückschlagklappen mit Dämpfung, Entlastungsventile) können gefährliche Druckwechsel verursachen.
- **Geringe Mindestfließgeschwindigkeiten**  
Zu geringe Fließgeschwindigkeiten verhindern den Austrag von größeren Luftblasen. Die Ansammlung von Luft in geschlossenen Leitungssystemen kann erhebliche Betriebsprobleme verursachen.
- **Unzureichende Längssicherung bei wechselnden Bodenverhältnissen**  
Besonders bei wechselnden Untergründen (z. B. Ton/Sand-Schichtungen) entstehen ungleichmäßige Lagerungsverhältnisse. Dies führt zu punktuellen Bewegungen und erhöht die mechanische Beanspruchung der Muffen.



In Verbindung mit hohen Innendrücken können so Steckverbindungen über die Jahre undicht oder vollständig herausgezogen werden.

- **Alterung und Materialermüdung**

Bei älteren Druckleitungen (z. B. Guss, PVC-U, FZ-Rohr) können Materialalterung, Korrosion oder Versprödung zu einem verringerten Sicherheitsniveau führen. Steckverbindungen verlieren dabei zunehmend ihre Fähigkeit, Bewegungen und Druckschwankungen elastisch aufzunehmen.

Unabhängig von der baulichen Sanierung wird empfohlen, im Rahmen der Objektplanung eine Druckstoßberechnung für das Gesamtobjekt und alle Betriebspunktbereiche durchzuführen. Darüber hinaus sollte ein Be- und Entlüftungskonzept erstellt werden.

## **7.2 Sanierungsvarianten**

Das Ziel der Variantenuntersuchung für die bauliche Sanierung ist die Herausarbeitung des günstigsten Sanierungsverfahrens aus wirtschaftlicher und technischer Sicht unter Berücksichtigung der hydraulischen Erfordernisse. Aus hydraulischen Aspekten ist es möglich, lediglich die beiden vorhandenen Druckrohrleitungen DN 700 zu sanieren und keine zusätzliche Reserveleitung zu verlegen.

Aufgrund der während der Baumaßnahme auf der Kläranlage festgestellten Instabilität der Rohre bei der Freilegung lediglich eines Druckrohrleitungen ist eine geschlossene Sanierung eines Stranges bei parallelem Betrieb des anderen Stranges nicht möglich. Für die geschlossene Sanierung müssten direkt neben der in Betrieb befindlichen zweiten Leitung Einzugsbaugruben erstellt werden. Wegen der festgestellten Materialermüdung besteht in diesem Fall ein zu hohes betriebliches und arbeitstechnisches Risiko. Folglich ist es aufgrund des kurzfristigen Handlungsbedarfs empfehlenswert, eine neue Druckrohrleitung DN 700 parallel zur aktuellen Trasse mit einem Abstand von Baugrubenaußenkante zur Außenwand der bestehenden DRL von mindestens 5 m zu verlegen. Hierfür sind die Betretungs- und Nutzungsrechte bzw. Sicherheitsabstände durch die ASG zu prüfen.







Aus den unterschiedlichen hydraulischen und bautechnischen Sanierungserfordernissen ergeben sich zwei Sanierungsabschnitte, zum einen für den kurzfristigen, zum anderen für den mittelfristigen Sanierungsbedarf.

Im Folgenden werden erst einmal mögliche Sanierungsmaßnahmen beschrieben.



**Variante A - Erneuerung in offener Bauweise**

Die bestehenden Druckrohrleitungen werden auf ihrer gesamten Länge ausgebaut und durch neue Druckrohrleitungen ersetzt. Dies erfordert erhebliche Erdarbeiten, den Rückbau der alten Rohre sowie die Neuverlegung entsprechend den geltenden Regeln der Technik. Um kurzfristige bauliche Schäden auszuschließen, sollten zuglastfähige Materialien, wie z.B. PE 100 (wahlweise als RC) oder GFK-Rohre verwendet werden. Empfohlen wird PE, da dies in den meisten Fällen die wirtschaftlichste, langlebigste und betriebssicherste Variante darstellt.

Aus der vollständigen Erneuerung der Druckrohrleitungen ergeben sich folgende **Vorteile**:

-  Lange Lebensdauer → Neue Rohrleitungen besitzen eine deutlich längere Lebensdauer als sanierte Leitungen und werden über einen entsprechend längeren Zeitraum abgeschrieben.
-  Hohe Sicherheit → Das Risiko von baulichen Schäden ist aufgrund eines zuglastfähigen Materials und einer modernen Konstruktion sowie Schweißverbindungen relativ gering.
-  Hydraulische Effizienz → Die erforderlichen Rohrquerschnitte können optimiert und besser an den tatsächlichen Bedarf sowie die Pumpwerksgegebenheiten angepasst werden.
-  Schadensbeseitigung → Die vorhandenen Schäden am Altrohr werden durch eine Erneuerung komplett beseitigt.
-  Regel der Technik → Die Umsetzung und Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik ist möglich.
-  Abwasserlenkung → Während der Bauzeit kann ein Teil der alten Trasse für die relativ aufwändige und kostenintensive Abwasserlenkung genutzt werden.

Den oben genannten Vorteilen stehen folgende **Nachteile** gegenüber:

-  Hohe Kosten → Die Investitionskosten für den Abriss und die Verlegung neuer Rohre sind in der Regel höher als bei anderen Sanierungsmethoden.
-  Lange Bauzeit → Die Herstellung erfordert meist einen längeren Zeitraum als die Durchführung anderer Sanierungsvarianten.





Umweltbelastung



Abfallprodukte und Erdarbeiten verursachen eine höhere Umweltbelastung. Durch die Beachtung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und die Wiederverwertung des Aushubs kann eine Minimierung erfolgen.

### **Variante B - Berstlining (Rohr-in-Rohr-Verfahren)**

Beim Berstlining wird ein neues Produktrohr durch das vorhandene Rohr gezogen, wobei das alte Rohr dabei „zerbirst“ und als Abfallprodukt im Erdreich verbleibt.

Es wird ein neues, vollwertiges Medienrohr mit gleichem oder kleinerem Durchmesser eingebracht, welches auf die bestehende Struktur passt. Bei einem Altrohr DN 700 kann ein neues Rohr mit DN 700 eingebaut werden.

Nach Aussage der ASG wurde das vorhandene Druckrohr mit Steckverbindungen gebaut. Die Steckverbindungen wurden unregelmäßig gegen Verschiebungen mit Betonwiderlagern gesichert. Die Lage und der Umfang der Widerlager sind dabei unklar, so dass während der Ausführung dieser Sanierungsvariante die große Gefahr besteht, ein Rohr nicht verdrängen zu können und der Maschine einen Schaden zuzufügen. Die Ausführung des Berstlinings wird daher nicht empfohlen.

### **Variante C - Langrohrrelining (Sliplining)**

Beim Langrohrrelining wird ein neues Medienrohr (oft aus Kunststoff PE oder PP) in das bestehende Rohr eingeführt und in Position ausgerichtet. Das neue Rohr wird entlang des alten Rohrs geschoben und dann an den Enden verbunden. Wichtig bei diesem System sind die Anwendungsgrenzen. Beim Einbau des Langrohrrelinings werden die Durchmesser verkleinert. Aufgrund des im Ausbausegment ab 2033 erforderlichen Durchmessers von DN 700 wird das Langrohrrelining aus hydraulischer Sicht nicht empfohlen.

### **Variante D - Liner-Verfahren (Inliner)**

Bei dieser Methode wird ein flexibler Schlauch, bestehend aus einem mit Polyolefin beschichtetem Verbundmaterial aus Glas und Filz, in das Altrohr eingebracht. Dieser wird unmittelbar vor dem Einbau in einer mobilen Tränkanlage vor Ort unter definierten und reproduzierbaren Qualitätsbedingungen mit einem Zweikomponenten-Epoxidharz unter Vakuum imprägniert, kalibriert und in die vorhandene Rohrleitung eingebracht. Als Beispiel ist das BlueLine-Verfahren der Firma Diringer & Scheidel zu nennen.




Der Druckrohrliner wurde speziell für die grabenlose Sanierung von Druckrohrleitungen entwickelt.

Das Verfahren ist durch seine Konstruktion (Rohr-im-Rohr-System) unabhängig vom Altrohr allein tragfähig und übernimmt ohne Unterstützung des Altrohres alle anfallenden statischen Außen- und Innenlasten. Die Wandstärken betragen je nach statischer Anforderung 5 bis 15 mm.




Die Einbaugrenzen liegen bei ca. 200 m Länge je Einzug, so dass auch für dieses Verfahren entsprechende Zugänglichkeiten erforderlich sind. Die bestehende Druckrohrleitung muss dabei getrennt werden. Die sanierten Teilabschnitte sind anschließend wieder zu verbinden. Zur Verbindung können glasfaserverstärkte Epoxidharzflansche (z.B. Codure) zur Anwendung kommen.

Glasfaserverstärkte Epoxidharzflansche besitzen hervorragende Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Lebensdauer. Durch die Installation vor der Linerinversion und die gemeinsame Aushärtung zeichnet sich der Flansch durch eine ausgezeichnete Verbindung zum Liner aus. Das entstehende, voll tragfähige System bietet eine längskraftschlüssige Verbindung unabhängig vom Altrohr.

Das Liner-Verfahren zeichnet sich durch folgende **Vorteile** aus:

-  Grabenlose Bauweise → Da keine größeren Aufgrabungen erforderlich sind, kann das Verfahren schnell und kostengünstig umgesetzt werden.
-  geringe Beeinträchtigungen → Die normale Abwasserableitung kann in den meisten Fällen während der Sanierung fortgesetzt werden.
-  Chemische Beständigkeit → Das Material zeichnet sich durch Korrosionsresistenz aus.

Den oben genannten Vorteilen stehen folgende **Nachteile** gegenüber:

-  Begrenzte Anwendung → Diese Methode eignet sich nur für intakte Rohre ohne schwere Verformungen oder strukturelle Schäden.
-  Materialkosten → Wenn spezialisierte Materialien benötigt werden, kann das Linermaterial sehr kostspielig sein.
-  Anbindungen → Die Anbindungen stellen, wenn nicht fachgerecht ausgeführt, eine Schwachstelle im System dar.

### 7.3 Schätzung der Baukosten

#### 7.3.1 Teilabschnitt 1 (kurzfristiger Handlungsbedarf)

Für den ersten Teilabschnitt gibt es zur offenen Bauweise, aufgrund der genannten Risiken, keine alternative Sanierungsvariante. Die Baukosten für den Neubau der Druckrohrleitung werden wie folgt geschätzt:

- Länge der Trasse: 3.250 m
- Tiefenlage (i.M.): 2,50 m
- Einbaubereich: überwiegend landwirtschaftliche Flächen, offene Querung von Straßen
- Wiederverwendung Bodenmaterial: nicht möglich => Teilentsorgung und Verfüllung mit einbaufähigem Neumaterial
- Neues Rohr: PE 100, DN 700, SN 16, SDR 17 (druckfest)

Die geschätzten Baukosten für die Erneuerung einer Druckrohrleitung auf ca. 3.250 m sind in der Tab. 2 zusammengestellt. Sie belaufen sich auf Netto ca. 5.000.000 €.

Teilabschnitt 1		EP	GP
Baustelleneinrichtung	[psch]	25.000,00 €	25.000,00 €
Baustellensicherung	[€/m]	15,00 €	48.750,00 €
Baustraße	[€/m]	25,00 €	81.250,00 €
Vorarbeiten	[€/m]	10,00 €	32.500,00 €
Straßenbau	[€/m]	10,00 €	32.500,00 €
Vortrieb unterhalb der Gleisanlagen L = 30 m	[€/m]	2.750,00 €	82.500,00 €
Erdarbeiten inkl. Entsorgung + GW-Haltung	[€/m]	450,00 €	1.462.500,00 €
Verbauarbeiten	[€/m]	65,00 €	211.250,00 €
Herstellung Druckrohrleitung	[€/m]	900,00 €	2.925.000,00 €
Kontrollprüfungen	[psch]	15.000,00 €	15.000,00 €
Nebearbeiten	[€/m]	15,00 €	48.750,00 €
<b>Gesamtbaukosten (netto)</b>			<b>4.968.250,00 €</b>
zzgl. Mehrwertsteuer 19%			943.967,50 €
<b>Gesamtbaukosten (brutto)</b>			<b>5.912.217,50 €</b>

**Tab. 2:** Kostenschätzung Teilabschnitt 1 - Neubau einer DRL in offener Bauweise

### 7.3.2 Teilabschnitt 2 (mittelfristiger Handlungsbedarf)

Für den zweiten Teilabschnitt wurde sowohl für die Variante A (Erneuerung in offener Bauweise) als auch für die Variante D (Liner-Verfahren) jeweils eine Kostenschätzung erstellt. Folgende Annahmen wurden dabei zugrunde gelegt:

- Länge der Trasse: 3.250 m
- Rückbau von zwei DRL auf 6.500 m
- Tiefenlage (i.M.): 2,50 m
- Einbaubereich: überwiegend landwirtschaftliche Flächen, offene Querung von Straßen
- Wiederverwendung Bodenmaterial: nicht möglich => Entsorgung und Neumaterial
- Material Altrohr: HOBAS-Faserzement DN 700
- Neues Rohr: PE 100, DN 700, SN 16, SDR 17 (druckfest)
- Inliner: BlueLine 10 mm Wandstärke
- Einzugsbaugruben: ca. 17 Stk.

Die geschätzten Kosten sind für die Varianten A und D in den folgenden Tabellen 3 und 4 zusammengestellt.

Teilabschnitt 2		EP	GP
Baustelleneinrichtung	[psch]	25.000,00 €	25.000,00 €
Baustellensicherung	[€/m]	15,00 €	48.750,00 €
Baustraße	[€/m]	25,00 €	81.250,00 €
Vorarbeiten	[€/m]	10,00 €	32.500,00 €
Straßenbau	[€/m]	10,00 €	32.500,00 €
Vortrieb unterhalb der Gleisanlagen L = 30 m	[€/m]	2.750,00 €	82.500,00 €
Rückbau Druckrohrleitung inkl. Entsorgung	[€/m]	50,00 €	162.500,00 €
Erdarbeiten inkl. Entsorgung + GW-Haltung	[€/m]	500,00 €	1.650.000,00 €
Verdämmen einer Haltung	[€/m]	90,00 €	297.000,00 €
Verbauarbeiten	[€/m]	65,00 €	211.250,00 €
Herstellung Druckrohrleitung	[€/m]	900,00 €	2.925.000,00 €
Kontrollprüfungen	[psch]	15.000,00 €	15.000,00 €
Nebearbeiten	[€/m]	15,00 €	48.750,00 €
<b>Gesamtbauposten (netto)</b>			<b>5.612.000,00 €</b>
zzgl. Mehrwertsteuer 19%			1.066.280,00 €
<b>Gesamtbauposten (brutto)</b>			<b>6.678.280,00 €</b>

**Tab. 3:** Kostenschätzung Teilabschnitt 2 - Neubau einer DRL in offener Bauweise

Teilabschnitt 2		EP	GP
Baustelleneinrichtung	[psch]	25.000,00 €	25.000,00 €
Baustellensicherung	[€/m]	15,00 €	97.500,00 €
Baustraße	[€/m]	25,00 €	162.500,00 €
Vorarbeiten	[€/m]	10,00 €	65.000,00 €
Vortrieb unterhalb der Gleisanlagen L = 30 m	[€/m]	2.750,00 €	82.500,00 €
Erdarbeiten für Einzugsbaugruben inkl. Entsorgung und Wasserhaltung	[€/Stk]	18.500,00 €	314.500,00 €
Teiltrückbau Druckrohrleitung inkl. Schnitt	[€/Stk]	2.000,00 €	34.000,00 €
Verbauarbeiten (Einzugsbaugruben)	[€/Stk]	8.500,00 €	144.500,00 €
Sanierung Druckrohrleitung	[€/m]	750,00 €	2.437.500,00 €
Verbindung mit Codure-GFK-Flansch DN 700	[€/Stk]	5.000,00 €	85.000,00 €
Verdämmen einer Haltung	[€/m]	90,00 €	297.000,00 €
Kontrollprüfungen	[psch]	15.000,00 €	15.000,00 €
Nebearbeiten	[€/m]	15,00 €	97.500,00 €
<b>Gesamtbaukosten (netto)</b>			<b>3.857.500,00 €</b>
zzgl. Mehrwertsteuer 19%			732.925,00 €
<b>Gesamtbaukosten (brutto)</b>			<b>4.590.425,00 €</b>

**Tab. 4:** Kostenschätzung Teilabschnitt 2 - Sanierung einer DRL im Liner-Verfahren

Wie aus den Tabellen hervorgeht, sind die Baukosten für die Erneuerung der Druckrohrleitungen in offener Bauweise im Vergleich zur geschlossenen Sanierung im Liner-Verfahren im Zuge der Erstinvestition höher.

#### 7.4 Kostenvergleichsrechnung

Um die Wirtschaftlichkeit der beiden Verfahren zu beurteilen, wurde neben der Schätzung der Baukosten eine Kostenvergleichsrechnung durchgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach der Sanierung einer DRL im Anschluss eine Erneuerung in offener Bauweise erfolgen muss. Da es sich bei den Untersuchungen um konzeptionelle Betrachtungen handelt, wurden vereinfachte Kostenvergleichsrechnungen gemäß den „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser durchgeführt. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

- Zinssteigerung - 3 %
- Abschreibungszeitraum für offene Bauweise - 80 Jahre
- Abschreibungszeitraum für Renovierung - 60 Jahre
- Es wurden keine Empfindlichkeitsprüfungen durchgeführt.
- Angaben in € (netto), gerundet
- Basisjahr für den Vergleich - I. Quartal 2025

Für die Varianten entstehen ausschließlich Investitionskosten. Um die Varianten miteinander vergleichen zu können, wird jeweils ein Gesamtzeitraum von 80 Jahren betrachtet. Das genaue Berechnungsverfahren ist der o.g. Leitlinie zu entnehmen.

Sanierungs- variante	Zeit- räume	Berechnung der Kostenbarwerte	Summe der Projektkos- tenbar- werte [€]
Erneuerung	0 - 80	$5.612.000,-- * DFAKE(3,0) = 5.612.000,-- * 1,00$	5.612.000 €
Renovierung gefolgt von Erneuerung	0 - 60 60 – 80	$3.857.500,-- * DFAKE(3,0) = 3.857.500,-- * 1,00$ $5.612.000,-- * DFAKE(3,60) = 5.612.000,-- * 0,16973$	3.857.500 € 952.524 € <b>4.810.024 €</b>

**Tab. 5:** Ermittlung Projektkostenbarwert

Sanierungs- variante	Zeit- räume	Berechnung Jahreskosten	Jahreskos- ten [€/a]
Erneuerung	0 - 80	$PKB * KFAKR(3,80) = 5.612.000,-- * 0,03311$	~ 185.813 €
Renovierung gefolgt von Erneuerung	0 - 60 60 – 80	$PKB * KFAKR(3,80) = 4.810.024,-- * 0,03311$	~ 159.259 €

**Tab. 6:** Jahreskosten je Sanierungsvariante

Es zeigt sich, dass die Variante – Renovierung gefolgt von einer Erneuerung von den Jahreskosten her wirtschaftlicher als die offene Bauweise ist. Gemäß der Projektkostenbarwerte liegt die offene Bauweise nach der Abschreibungszeit von 80 Jahren ca. 600.000 € über der Sanierung gefolgt von der Erneuerung.

Da es bei einer Erneuerung von einer bereits sanierten Druckrohrleitung zur Entsorgung von Sondermaterial kommt (keine Trennung von Liner und Altrohr) werden die Kosten voraussichtlich höher liegen als bei den aktuell angesetzten Investitionskosten. Zudem ist davon auszugehen, dass die in offener Bauweise hergestellten Druckrohrleitungen aus PE 100 bei einer fachgerechten Ausführung eine Lebensdauer von mehr als 80 Jahre aufweisen können.

## 8. Vorzugsvariante und Sanierungsempfehlung

Auf Basis der durchgeführten Kostenvergleichsrechnung sowie der technischen, hydraulischen und betrieblichen Rahmenbedingungen wird die **Erneuerung der Druckrohrleitungen** in offener Bauweise als Vorzugsvariante empfohlen.

Zwar weist die Variante „Renovierung gefolgt von Erneuerung“ rechnerisch geringfügig niedrigere Jahreskosten auf, der Unterschied im Projektkostenbarwert beträgt jedoch lediglich rund 600.000 € über einen Betrachtungszeitraum von 80 Jahren. Dieser Vorteil relativiert sich, da bei einer späteren Erneuerung einer zuvor sanierten Leitung zusätzliche Entsorgungskosten für Sondermaterialien anfallen, die in der Kalkulation nicht berücksichtigt wurden. Aufgrund lückenhafter Bestandsdaten besteht zudem das Risiko, dass sich die derzeit abgeschätzten Baukosten durch bislang unbekannte Randbedingungen verändern.

Bei fachgerechter Ausführung ist davon auszugehen, dass Druckrohrleitungen aus PE 100 in offener Bauweise eine Lebensdauer von deutlich über 80 Jahren erreichen. Zudem ist der Einsatz von PE 100 RC zusätzlich möglich. Dieses weiterentwickelte Material weist durch ein modifiziertes Polymerisationsverfahren eine optimierte Molmassenverteilung auf, was zu höherer Dichte sowie verbesserten mechanischen Eigenschaften wie gesteigerter Steifigkeit und Härte führt. Die Materialkosten für PE 100 liegen bei ca. 900 €/m, bei PE 100 RC nur geringfügig höher, jedoch mit deutlich verlängerter Nutzungsdauer.

Unter Berücksichtigung der geringen Kostenunterschiede, der höheren erwarteten Lebensdauer und der Vermeidung zusätzlicher Entsorgungskosten ist die **Erneuerung mit PE 100 RC-Rohren** die technisch und wirtschaftlich vorteilhafteste Lösung. Für den ersten Abschnitt existiert keine alternative Sanierungsvariante zur offenen Bauweise.

#### Gesamtkosten der Maßnahme:

- Teilabschnitt 1: ca. 5,0 Mio. € netto (3.250 m)
- Teilabschnitt 2: ca. 5,6 Mio. € netto (3.250 m)
- Gesamt:** ca. 10,6 Mio. € netto (6.500 m)

## 9. Ausblick und Handlungsempfehlungen

Im nächsten Schritt wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- ✓ Festlegung der Vorzugsvariante durch die ASG;
- ✓ detaillierte hydraulische Modellierung zur endgültigen Festlegung der Leitungsdimensionen und Abstimmung der Berechnungen auf die Pumpwerksdaten;
- ✓ Abfrage von Kampfmittelverdachtsflächen;
- ✓ Vermessung der Rohrleitungstrasse;
- ✓ Baugrunduntersuchungen;
- ✓ Erstellung der Objektplanung;

- ✓ Durchführung von Druckstoßberechnungen;
- ✓ Erstellung eines Be- und Entlüftungskonzeptes
- ✓ rechtzeitige Einbeziehung der Genehmigungsbehörden hinsichtlich der Kreuzungen der Landes- und Kreisstraßen, der Gleisanlagen sowie der natur- und umweltschutzrechtlichen Belange