

Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021

Projekt-Nr. gem. WAP: Altena Projekt-Nr. 3 „Kanalbefahrung und -sanierung“

Hochwasserschadensbeseitigung 2021 – Altena

Hier: Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung

Monat der Leistung (12/2024)

Vorhabensträger:  Stadt Altena (Westf.) Lüdenscheider Str. 22 58762 Altena (Westf.)	vertreten durch:  ABWASSERWERK DER STADT ALTENA (WESTF.) Linscheidstraße 52 58762 Altena (Westf.)
Gesamtprojektmanagement:   C&E C&E - Consulting und Engineering GmbH	ARGE C&E Consulting und Engineering GmbH / Planungsbüro Schumacher GmbH Jagdschänkenstraße 52 09117 Chemnitz
Verfasser:  GELSENWASSER  STEIN INGENIEURE Gelsenkirchen, 14.02.2025	GELSENWASSER AG Willy-Brandt-Allee 26 45891 Gelsenkirchen i.A. 




Mit finanzieller Unterstützung des Bundes und des Landes Nordrhein-Westfalen



Die
Bundesregierung



Ministerium für Heimat, Kommunales,
Bau und Digitalisierung
des Landes Nordrhein-Westfalen






 	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plangebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung.....	7
2.	Zusammenstellung des untersuchten Kanalnetzes im Plangebiet mit Kurzbeschreibung der Besonderheiten.....	8
2.1.	Bestandsdaten	8
2.2.	Örtlichkeit	9
2.2.1.	Örtlichkeit Los 2.1	9
2.2.2.	Örtlichkeit Los 2.2	10
2.3.	Besonderheiten	11
3.	Beteiligte Firmen und Behörden	14
4.	Leistungszeiträume der Ingenieur- und gewerblichen Leistungen	15
5.	Ablauf, Terminnachträge	16
6.	Kostenzusammenstellung gewerbliche Leistungen.....	17
7.	Untersuchungsumfang und –ergebnisse	19
7.1.	Untersuchungsergebnisse	19
7.2.	Besonderheiten / Anpassungen (z.B. entfallene / nichtbefahrene Haltungen/Schächte).....	20
7.2.1.	Entfallene Haltungen und Schächte.....	20
7.2.2.	Düker Steinerne-Brücke in PG 2.2	20
7.3.	Ergebnisse der Zustandsklassifizierung	21
7.3.1.	Zustandsklassifizierung in Los 2.1	23
7.3.2.	Zustandsklassifizierung in Los 2.2	25
7.4.	Sanierungsbedarfsplanung	30
7.4.1.	Sanierungsverfahren in Los 2.1	31
7.4.2.	Sanierungsverfahren in Los 2.2	32
7.5.	Kostenrahmen	33
7.5.1.	Kostenrahmen in Los 2.1.....	34
7.5.2.	Kostenrahmen in Los 2.2.....	34
7.6.	Priorisierung und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise	35




	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

7.6.1.	Baulose in Los 2.1	36
7.6.2.	Baulose in Los 2.2	37
8.	Bedarf zur Hochwasserschadensbeseitigung	39
8.1.	Sanierungsbedarfsplanung und Kostenrahmen hochwasserbedingter Schäden	39
8.1.1.	Zusammenfassung HWSB und Kostenrahmen in Los 2.1	40
8.1.2.	Zusammenfassung HWSB und Kostenrahmen in Los 2.2	41
9.	Zusammenfassung der Ergebnisse	44
10.	Projekterfahrungen	47
	Quellenverzeichnis	49
	Abkürzungsverzeichnis	50
	Anlagenverzeichnis	51

 	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtsplan Bestand in Los 2.1	10
Abbildung 2: Übersichtsplan Bestand in Los 2.2	11
Abbildung 3: Querschnitt Dükerkonstruktion mit Auftriebssicherung	13
Abbildung 4: Aufteilung der Zustandsklassen in Los 2.1	24
Abbildung 5: SKU Dahle Fuhleck Einlaufbauwerk Schadensbilder (ausgewählte Fotos)	25
Abbildung 6: Aufteilung der Zustandsklassen in Los 2.2	26
Abbildung 7: Schadensbilder RÜ Rahmedestraße (li.), SKU Rahmedestr./Netto Auslaufbauwerk (re.)	28
Abbildung 8: Begehung der VSA Ahornweg I und II (ausgewählte Fotos)	29
Abbildung 9: Begehung der VSA Höllensteiner Weg (ausgewählte Fotos)	30

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Ausschreibungsumfang im Plangebiet 2: Los 2.1 und Los 2.2	9
Tabelle 2: Leistungszeiträume der Ingenieur- und gewerblichen Leistungen (Meilensteine) .	15
Tabelle 3: Befahrungszeiträume und Fertigstellung inkl. Terminnachträgen	16
Tabelle 4: Kostenzusammenstellung gewerbliche Leistungen (Angaben in brutto)	17
Tabelle 5: Übersicht Befahrungsstand in PG 2: Los 2.1 und Los 2.2	19
Tabelle 6: Übersicht nicht befahrene Haltung/Schächte in PG 2.....	20
Tabelle 7: Anzahl erfasster Einzelschäden in Haltungen je Schadensart.....	22
Tabelle 8: Zustandsklassen und Zustandsbeurteilung	23
Tabelle 9: Haltungslängen und Schachttanzahl je Zustandsklasse in Los 2.1	23
Tabelle 10: Zustandsklassen je Sonderbauwerk in Los 2.1	25
Tabelle 11: Haltungslängen und Schachttanzahl je Zustandsklasse in Los 2.2	26
Tabelle 12: Zustandsklassen je Sonderbauwerk in Los 2.2	28
Tabelle 13: Sanierungsverfahren in Los 2.1	32
Tabelle 14: Sanierungsverfahren in Los 2.2	32
Tabelle 15: Kostenrahmen je Sanierungsverfahren in Los 2.1 (Angaben in brutto).....	34
Tabelle 16: Kostenrahmen je Sanierungsverfahren in Los 2.2 (Angaben in brutto).....	35
Tabelle 17: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.1	36
Tabelle 18: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.1.....	37
Tabelle 19: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.1	37
Tabelle 20: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.2	38
Tabelle 21: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.2.....	38
Tabelle 22: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.2	38
Tabelle 23: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.1 mit HWSB	40
Tabelle 24: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.1 mit HWSB	40
Tabelle 25: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.1 mit HWSB	40
Tabelle 26: Zusammenfassung Kostenrahmen (in brutto) in Los 2.1 mit HWSB	41
Tabelle 27: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.2 mit HWSB	42
Tabelle 28: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.2 mit HWSB	42
Tabelle 29: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.2 mit HWSB	42
Tabelle 30: Zusammenfassung Kostenrahmen (in brutto) in Los 2.2 mit HWSB	43







 	<p>Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p>Projekt-Nr. M3</p> <p>Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p>Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 31: Zusammenfassung Kostenrahmen (in brutto) in PG 2 mit HWSB45

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

1. Veranlassung

Die Stadt Altena - Eigenbetrieb Abwasserwerk (im Folgenden als Auftraggeber bzw. AG bezeichnet) betreibt in den Einzugsgebieten der Kläranlage Altena und der Kläranlage Rahmede sowie im Rahmen der interkommunalen Zusammenarbeit auch im Gemeindegebiet Nachrodt-Wiblingwerde Anlagen zur Schmutz-, Regen- und Mischwasserfassung sowie zur -ableitung und -behandlung.

Diese kommunalen Kanalnetze wurden durch das Hochwasserereignis 2021 geschädigt und es erfolgte auf Basis erster Einschätzungen im Rahmen der Schadensaufnahme eine Registrierung im Wiederaufbauplan (WAP) zur Hochwasserschadensbeseitigung.

Zur systematischen Erfassung und Beseitigung etwaiger Hochwasserschäden an den Kanälen und Bauwerken der Stadt Altena wurde die Arbeitsgemeinschaft GELSENWASSER AG – STEIN Ingenieure GmbH (im Folgenden als ARGE bezeichnet) beauftragt, den Zustand des betroffenen Kanalnetzes zu überprüfen, Hochwasserschäden zu lokalisieren und den daraus resultierenden Sanierungsbedarf festzustellen sowie notwendige Maßnahmen zur Schadensbeseitigung zu priorisieren.




Für die Zustandserfassung wurde das gesamte betriebene Abwassernetz in drei Plangebiete (PG) unterteilt. Der vorliegende Bericht befasst sich mit dem **Plangebiet 2 im Einzugsgebiet der Kläranlagen Altena Ost & Süd**.

Im Vorfeld wurden die Unterlagen für die Ausschreibung und Vergabe der **gewerblichen Leistungen Kanalreinigung und Zustandserfassung bzw. Begehung** durch die ARGE erstellt. Die Leistungen wurden mit Begleitung durch die RA-Kanzlei CLP Rechtsanwälte Schmidt, Wittenberg, Scheffen & Partner mbB europaweit in einem offenen Verfahren ausgeschrieben und vergeben.

Zur möglichst zeiteffizienten Bearbeitung erfolgte die Ausschreibung in zwei Ausführungslosen, sodass parallel zur Zustandserfassung eine zügige Datenauswertung sichergestellt werden konnte:

- PG 2 Los 2.1: ca. 30 km
- PG 2 Los 2.2: ca. 30 km

Den Zuschlag für die gewerblichen Leistungen in den Losen 2.1 und 2.2 hat Firma Lobbe Kanaltechnik GmbH & Co KG (LKT) erhalten.

 	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plangebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

2. Zusammenstellung des untersuchten Kanalnetzes im Plangebiet mit Kurzbeschreibung der Besonderheiten

2.1. Bestandsdaten

Folgende Daten/Unterlagen wurden seitens der Stadt Altena für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt:

- Bestandsdaten als DWA-M 150 XML (Typ A)
- Tabellarische Haltungs- und Schachtverzeichnisse (xlsx-Files)
- Übersichtspläne (pdf-Files)
- Übersicht Straßen- und Ortsschlüssel
- Kontaktdaten AG / PS und Hinweise zum Verteiler
- GEP–Generalentwässerungsplan für den Bereich KA Altena (pdf-File), Stand Juni 2013
- Abwasserbeseitigungskonzept für das Haltungsnetz in Altena 2019-2024, Stand Okt. 2018
- Technische Randbedingungen des AWW Altena zur Kanalreinigung und -befahrung

Die Zustandserfassung umfasst das **kommunale Haltungsnetz im Plangebiet 2, mit den Statteilen Evingen, Dahle, Rahmede sowie Nettenscheid, einschl. der dazugehörigen Schächte und aller Sonderbauwerke (SoBW)**. Eine tabellarische Zusammenstellung der zu inspizierenden Haltungen, Schächte und Sonderbauwerke findet sich in Tabelle 1. Der Haltung- und Schachtbestand weist unterschiedliche Nennweiten, Bautiefen und Materialien auf.

Die Zustandserfassung der Kanäle bis zu einer Nennweite bzw. Profilhöhe von 1.600 mm einschließlich der Stauraumkanäle ist nach Abstimmung mit dem AG auf der Grundlage einer optischen Inspektion mittels Kamerabefahrung (TV-Inspektion) erfolgt. Die Einsteigschächte wurden mittels 360-Grad-Kameratechnik erfasst und bei schwierigen örtlichen Verhältnissen behelfsweise aus der Haltungsinspektion abgeschwenkt. Bei begehbaren Sonderbauwerken wie Zulauf- / Auslaufbauwerken der Staukanäle (SK) bzw. Regenüberlaufbecken (RÜ) erfolgt die Zustandserfassung mittels Begehung durch den gewerblichen AN. Die Bestandsaufnahme der oberirdischen Versickerungsanlagen (VSA) erfolgte mittels Begehung durch die ARGE.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 1: Übersicht Ausschreibungsumfang im Plangebiet 2: Los 2.1 und Los 2.2

Los 2.1	Haltung	Länge [m]	Schächte/SoBW	Stück
Nennweite	≤ DN 500	25.125,9	Schachttiefe ≤ 5 m	1.048
	> DN 500 ≤ DN 1600	4.264,8	Schachttiefe > 5 m	19
	> DN 1600	193,2	Pumpanlagen	4
			RRB	2
			Zulauf/Ablauf-Bauwerke, (SKU/SKO/RÜ)	2
Gesamt		29.583,9	Gesamt	1.078
Los 2.2	Haltung	Länge [m]	Schächte/SoBW	Stück
Nennweite	≤ DN 500	26.866,8	Schachttiefe ≤ 5 m	922
	> DN 500 ≤ DN 1600	2.662,3	Schachttiefe > 5 m	1
	< DN 1600	158,4	Pumpanlagen	1
			Versickerungsbecken	3
			Zulauf/Ablauf-Bauwerke, (SKU/SKO/RÜ)	7
Gesamt		29.687,5	Gesamt	937

2.2. Örtlichkeit

In Bezug auf die topografischen und baulichen Gegebenheiten unterscheiden sich die Ortslagen in den Losen 2.1 und 2.2 wie folgt:

2.2.1. Örtlichkeit Los 2.1

Los 2.1 umfasst die Stadtteile Evingsen und Dahle, die geprägt sind von teils steilen Hang- sowie engen Tallagen der Netze. In den ländlichen geprägten Randbereichen verlaufen weite Teile der Kanalisation über Grünflächen mit teilweise starkem Gefälle. Einige Schächte liegen hier auf privaten Grundstücken bzw. Gärten. Die örtlichen Wohngebiete sind durch enge Gassen, z.T. in Hanglage, gekennzeichnet.

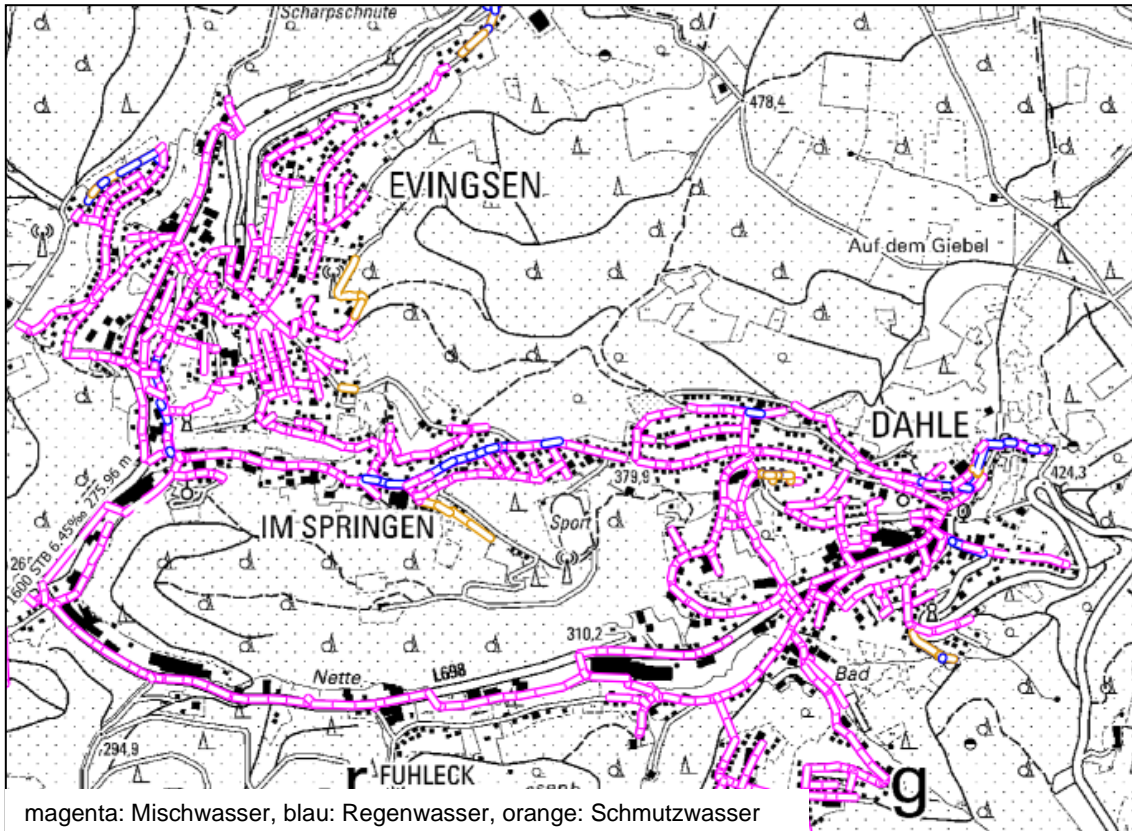


Abbildung 1: Übersichtsplan Bestand in Los 2.1

2.2.2. Örtlichkeit Los 2.2

Los 2.2 erstreckt sich über die Stadtteile Nettenscheid, auf einem Bergrücken östlich der Altenaer Kernstadt gelegen, sowie Rahmede, der durch das langgezogene, teils enge Tal entlang der Flüsse Lenne und Rahmede geprägt ist. Entlang der Gewässer dominieren auf großen Strecken Industrie- und Gewerbeansiedlungen. Bedingt durch die seit Dezember 2021 anhaltende Sperrung der A45 bei Lüdenscheid, bilden insbesondere die Landesstraße L530 Rahmedestraße sowie Lüdenscheider Straße wichtige Umgehungsstraßen mit einem deutlich erhöhten Verkehrsaufkommen. Die örtlichen Wohngebiete befinden sich vornehmlich in bergigen Lagen mit z.T. großen Höhenunterschieden und geringer Fahrbahnbreite. Insgesamt befinden sich die Kanäle und Schächte im Los 2.2 überwiegend in öffentlichen Bereichen und nur vereinzelt auf Privatgrundstücken oder in unbefestigten Flächen.

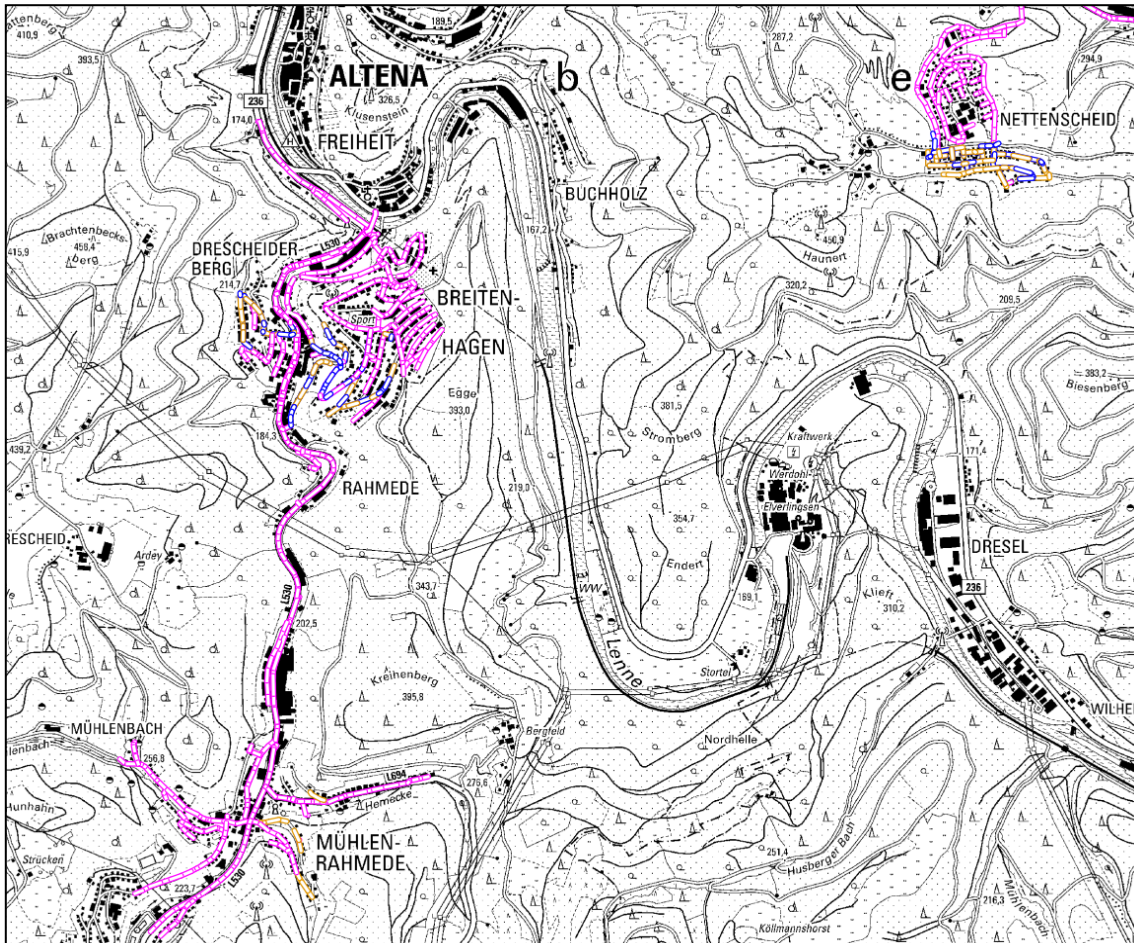


Abbildung 2: Übersichtsplan Bestand in Los 2.2

2.3. Besonderheiten

Gewässerquerungen




Auf Wunsch des AG wurden neben den Haltungen, Schächten und Sonderbauwerken auch Gewässerquerungen durch Begehung seitens ARGE inspiziert sowie in Form einer Fotodokumentation aufbereitet. Die Ergebnisse dazu finden sich in Anlage 5.

Verschmutzungsgrad

Die Hauptsammler sind zu großen Teilen bereits 2021 direkt nach dem Hochwasserereignis einer Reinigung unterzogen worden. Im weiteren Betrieb des Gesamtnetzes wurden jedoch immer wieder Einspülungen von Sedimenten und Schotter beobachtet, deren Quelle nicht lokalisierbar war und die darauf schließen ließen, dass es sich um nachlaufende Verlagerungen von Geröll und Sedimenten im Gesamtnetz handelt.

In Abstimmung mit dem AG wurden in den Ausschreibungsunterlagen der gewerblichen Leistungen daher folgende Annahmen getroffen:

- Grundposition Verschmutzung 0 – 15 %

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Für den Fall, dass ein Verschmutzungsgrad von >15 % angetroffen wird, wurden Zulagepositionen für den erhöhten Reinigungsaufwand mit folgender Staffelung vorgesehen:

- Zulageposition Verschmutzung 16 – 30 %
- Zulageposition Verschmutzung >30 %

Doppelschächte

Neben den in Kapitel 2.2 beschriebenen örtlichen Unterschieden liegen folgende technische Besonderheiten in den Untersuchungsbeständen der Ausführungslose vor:




Im Plangebiet 2 erfolgt die Abwasserableitung größtenteils im Mischwassersystem. Eine Ableitung im Trennsystem erfolgt vereinzelt in parallel verlaufenden Regen- und Schmutzwasser sowie Regen- und Mischwasserkanälen, die sich in den meisten Fällen den gleichen Bestandsschacht teilen und dort mit offenen Doppelgerinne geführt sind. Modelltechnisch umgesetzt sind diese „Doppelschächte“ für das jeweilige Trennsystem mit einem eigenen Knotenelement für den Realschacht (Knotenart = S) und einem Fiktivschacht (Knotenart = F).

Dies betrifft im Los 2.1 u.a. Schächte in der Straße „Zur Roleye“. Im Los 2.2 sind Doppelschächte im Amselweg, Finkenweg, Meisenweg, Südstraße, Wilhelmstraße, Drescheider Straße sowie Waldstraße vorhanden. Die Schachtinspektionen wurden nur auf Knotenelemente mit Kennzeichnung Knotenart = S angelegt. Im Rahmen der gewerblichen Leistungen wurde darauf geachtet, dass es nicht zu einer doppelten Inspektion des gleichen Knotenelements kommt. Zudem wurden die Doppelschächte in den Ausschreibungsunterlagen massentechnisch ausgeklammert.

Lenne-Düker „Steinerne Brücke“

Im Untersuchungsumfang beider Lose sind Sonderbauwerke wie Stauraumkanäle, Regenrückhalte- / überlaufbecken sowie Pumpwerke enthalten. Eine Besonderheit stellt im Los 2.2 der **Lenne-Düker Steinerne Brücke** dar, dessen Oberhaupt im Kreuzungsbereich Rahmedestraße/Lüdenscheider Straße liegt. Von dort unterquert eine ca. 107 m lange „Trockenwetterröhre“ DN 300 und eine ca. 105 m lange „Regenwetterröhre“ DN 500 aus geschweißten HDPE-Rohren die Lenne und führt die (gedrosselten) Mischwasser-Abflüsse aus dem gesamten Rahmedetal dem innerstädtischen Hauptsammler zu.

Ein Nachweis zur statischen Auftriebssicherheit des Dükers im leergepumpten Zustand lag zum Projektanlauf nicht vor und wurde im Nachgang durch die ARGE erstellt. Auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Ausführungspläne mit Darstellung einer Beton-Auftriebssicherung und unter der Annahme einer zusätzlich vorhandenen Erdüberdeckung (Annahme Kies oder Steine unter Auftrieb) konnte der statische Nachweis zur Auftriebssicherheit der Doppelröhren im leergepumpten Zustand durch die ARGE bestätigt werden, sofern die in Abbildung 3 dargestellte Auftriebssicherung fachgerecht hergestellt wurde und sich die Situation des Flussbettes in Kombination mit dem Wasserstand nicht verändert hat.

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

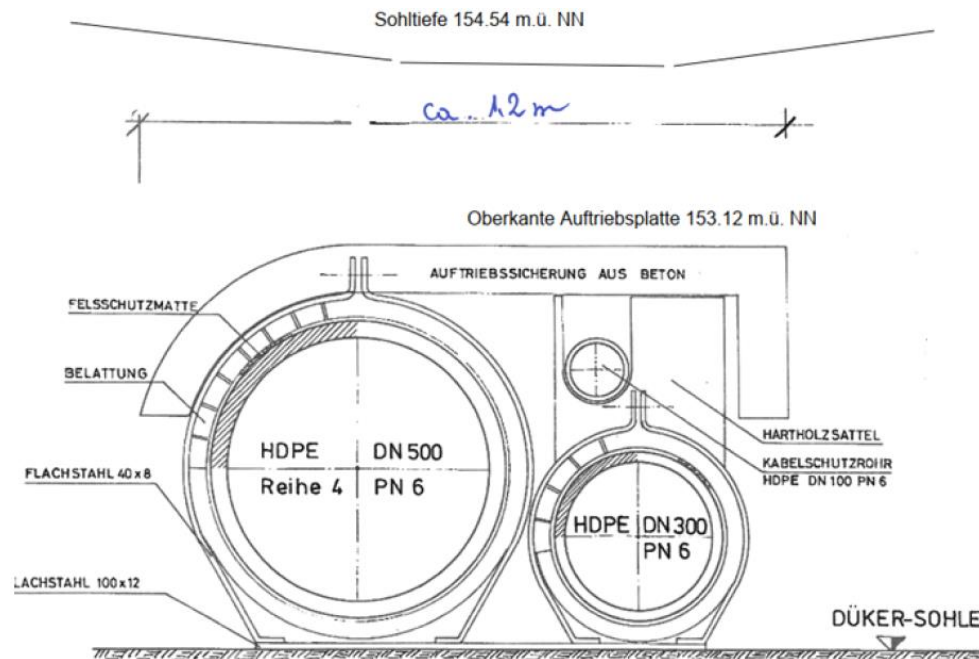





Abbildung 3: Querschnitt Dükerkonstruktion mit Auftriebssicherung

Gefälle

Die Kanalisation in der Mittelgebirgslandschaft weist zum Teil große Längsgefälle und viele Absturzbauwerke sowie z.T. auch Rutschen innerhalb des Haltungsverlaufs auf, die oft nicht aus den Stammdaten erkennbar sind und ein gehäuftes Umsetzen des TV-Inspektionsfahrzeuges oder Inspektionsabbrüche zur Folge hatten. In wenigen Einzelfällen hat eine Kombination aus Absturzbauwerk und nicht zugänglichen Gegenschacht dazu geführt, dass Haltungen nicht befahren werden konnten (s. Kapitel 7.2.1).



Reinigung der Sinkkästen

Im Interesse der Nachhaltigkeit der auszuführenden Reinigungsarbeiten, wurden auch die Straßeneinläufe und deren Zulaufleitungen zum Kanal in Abstimmung mit dem AG im Vorfeld mit gereinigt. Ziel hierbei war es, dass die in den Leitungen angesammelten Verschmutzungen nicht nach der vollständigen Reinigung der Kanäle nachrutschen und diese erneut verunreinigen.

 	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

3. Beteiligte Firmen und Behörden

- Auftraggeber: Stadt Altena, vertreten durch das Abwasserwerk Altena
- Projektmanagement Gesamtprojekt: ARGE C&E Consulting und Engineering GmbH / Planungsbüro Schumacher GmbH
- Auftragnehmer Ingenieurleistung: ARGE Gelsenwasser AG & Stein Ingenieure GmbH
- Auftragnehmer gewerbl. Leistungen: Lobbe Kanaltechnik GmbH & Co KG (Los 2.1 und Los 2.2)
- Träger öffentl. Belange Stadt Altena: Ordnungsamt, Abwasserwerk der Stadt Altena
Verkehrsrechtliche Anordnungen, Abteilung 3:
Öffentliche Sicherheit und Ordnung

	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------




4. Leistungszeiträume der Ingenieur- und gewerblichen Leistungen

Der Terminplan der Projektabwicklung ist sowohl für die Ingenieurleistung als auch die gewerblichen Leistungen nach aktuellem Stand detailliert der Anlage 1 zu entnehmen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Meilensteine exemplarisch zusammengefasst:

Tabelle 2: Leistungszeiträume der Ingenieur- und gewerblichen Leistungen (Meilensteine)

11.01.2023	Anlaufberatung Ingenieurleistungen
11.01.2023- 06.02.2023	Datenmanagement
06.02.2023- 31.03.2023	Leistungsbeschreibungen und LV
03.04.2023	Übergabe finale Ausschreibungsunterlagen
05.04.2023	Veröffentlichung der Ausschreibungsunterlagen
10.05.2023	Submission gewerbliche Leistungen
16.08.2023	Anlaufberatung gewerbliche Leistungen
06.11.2023- 15.03.2024	Ursprüngliche Begleitung Haltungs- & Schachtzustandserfassung PG2, Fortschreibung des Terminplans analog zu Terminnachträgen 1-3 der gewerblichen Leistungen
31.07.2024	Vorstellung Zwischenergebnisse Bedarfsplanung
31.10.2024	Fertigstellung gewerbliche Leistungen (Hauptteil)
01.12.2024	Finale Übergabe verbleibender Restleistungen
28.02.2025	Fertigstellung Ingenieurleistungen

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

5. Ablauf, Terminnachträge

Für die Umsetzung der resultierenden Maßnahmen ist der Abruf von Fördermitteln vorgesehen. Durch den AG wurde daher ein Zeitrahmen vorgegeben, der den Zeitbedarf anschließender Planungs- und Bauleistungen zur Hochwasserschadensbeseitigung innerhalb des Förderprogramms berücksichtigt. Der ursprünglich geplante Fertigstellungstermin der gewerblichen Leistungen (Zustandsermittlung von Kanälen, Schächten und Sonderbauwerken, einschl. Übergabe aller Befahrungsdaten) sowie Auswertung durch das begleitende Ingenieurbüro (IB) ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

Aufgrund von Verzögerungen im Vergabeverfahren verschob sich der geplante Starttermin. In der Anlaufbesprechung am 16.08.2023 wurden die Arbeiten daraufhin so koordiniert, dass die Leistungen in Abstimmung mit den anderen Losen PG 1.1, PG 1.2 und PG 3 kompakt abgewickelt werden konnten.




Durch die o.g. Verzögerung des Starttermins viel ein großer Teil der geplanten Leistungen in die jahreszeitlich schlechte Wetterperiode. Witterungsbedingt verzögerte sich die Ausführung der gewerblichen Leistungen demzufolge in den Wintermonaten um weitere Wochen. Die daraus resultierende Verschiebung des Fertigstellungstermins für den Hauptteil der Befahrungen wurden mit dem AG abgestimmt und in **Terminnachtrag 1** auf den 12.04.2024 festgesetzt.

Im weiteren Verlauf der 1. Jahreshälfte führten erhöhte Niederschlagsmengen, ein damit verbundenes Ansteigen an Fremdwasseraufkommen sowie unvorhergesehene verkehrstechnische Einflüsse zu weiteren Verzögerungen im Ablaufplan. Der daraus resultierende neue Fertigstellungstermin für die verbleibenden Restleistungen wurde in **Terminnachtrag 2** auf den 28.06.2024 festgesetzt.

Haltungen oder Schächte, die aufgrund örtlicher oder baulicher Gegebenheiten nicht regulär befahren werden konnten, wurden fortlaufend gesammelt. Für diese Restleistungen wurde in **Terminnachtrag 3** ein abschließender Fertigstellungstermin auf den 31.10.2024 eingeräumt, da diese vorangehender Ortsbegehungen inkl. Machbarkeitsbeurteilung sowie mobiler Anlagentechnik bedurften.

Tabelle 3: Befahrungszeiträume und Fertigstellung inkl. Terminnachträgen

	Beginn Befahrung	Abschluss Befahrung	Fertigstellung IB
Geplant	25.09.2023	15.03.2024	15.09.2024
Terminnachtrag 1	06.11.2023	12.04.2024	15.09.2024
Terminnachtrag 2	06.11.2023	28.06.2024	15.09.2024
Terminnachtrag 3	06.11.2023	31.10.2024	28.02.2025

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

6. Kostenzusammenstellung gewerbliche Leistungen

In der nachfolgenden Tabelle ist die Kostenhistorie der gewerblichen Leistungen zur Reinigung und Inspektion der Haltungen, Schächte und Sonderbauwerke aufgeführt.




Die Leistungen wurden durch die Firma Lobbe Kanaltechnik GmbH & Co KG (LKT) ausgeführt. Die Arbeiten der beide Lose 2.1 und 2.2 sind komplett abgeschlossen aber noch nicht schlussgerechnet. Eine abschließende Kostenfeststellung kann daher zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vorgenommen werden. Die zuletzt gestellten Abschlagsrechnungen weisen jedoch bereits ein fortgeschrittenes Niveau auf, das nahe an dem der Schlussrechnung liegt. Die zu erwartenden Gesamtkosten der Kostenfeststellung sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Kostenzusammenstellung gewerbliche Leistungen (Angaben in brutto)

	Los 2.1	Los 2.2
Kostenanschlag	442.015,56 €	376.117,18 €
Auftragssumme	427.932,87 €	366.901,31 €
Nachtragsangebot 1	12.879,97 €	12.237,37 €
Auftragssumme inkl. Nachtragsangebot 1	440.812,84 €	379.138,68 €
Abrechnungsstand vor Schlussrechnung	206.238,95 € (9. AR)	193.259,24 € (7. AR)
Erwartete Gesamtkosten	212.567,02 €	196.670,25 €

Während der Bauausführung hat sich gezeigt, dass folgende Leistungen bzw. Gewerke nicht oder nur teilweise zur Ausführung gekommen sind:



Verkehrssicherung: in den Ausschreibungsunterlagen der gewerblichen Leistungen wurden Standardleistungspositionen zur Abrechnung der erforderlichen Verkehrsrechtlichen Anordnungen (VAOs) vorgesehen, z.B. halbseitige Sperrung, kurzzeitige Vollsperrung, Ampelanlagen. Hierzu wurden durch die ARGE im Vorfeld kritische Verkehrsbereiche (z.B. Kreuzungsbereiche von Hauptverkehrsstraßen) via digitaler Kartendienste ausgewertet und gemeinsam mit dem AG sinnvolle Massenansätze geschätzt. In der Praxis konnte der gewerbliche AN in enger Abstimmung mit der Verkehrsbehörde und durch Abarbeitung von kritischen Bereichen in verkehrsarmen Zeiten die meisten Arbeiten ohne besondere Maßnahmen zur Verkehrslenkung als Wanderbaustelle nach Regelplan B IV/1 ausführen. Gegenüber der Beauftragung besteht zum aktuellen Abrechnungsstand ein Leistungsentfall i. H. v. ca. 58 T € in Los 2.1 sowie ca. 42 T € in Los 2.2. Es sind auch keine maßgebenden Restleistungen zur Abrechnung offen.

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Verschmutzungsgrade/Räumgutentsorgung: unmittelbar nach dem Hochwasserereignis 2021 wurden die Hauptsammler gründlich gereinigt, wobei große Mengen an Sediment und Schotter entfernt wurden. Im weiteren Betrieb des Gesamtnetzes wurden immer wieder Einspülungen von Sedimenten und Schotter beobachtet, sodass in den Ausschreibungsunterlagen entsprechend erhöhte Ansätze für die Entsorgung des Räumgutes aus der Kanal-/Schachtreinigung gewählt wurden (s. Kapitel 2.3). Bei der aktuellen Reinigung wurden lediglich in den Hauptsammlern letzte Verlagerungen von größerem Material festgestellt. In den Nebenkanälen konnten keine nennenswerten Sedimentansammlung mehr verzeichnet werden, was u.a. auf den natürlichen Reinigungseffekt in Abschnitten mit steilen Längsgefälle und damit erhöhten Fließgeschwindigkeiten zurückgeführt werden kann. Gegenüber der Beauftragung besteht zum aktuellen Abrechnungsstand ein Leistungsentfall i. H. v. ca. 100 T € in Los 2.1 sowie ca. 78 T € in Los 2.2. Es sind auch keine maßgebenden Restleistungen zur Abrechnung offen.

Abwasserhaltung: auch Standardleistungspositionen zur Wasserhaltung während der Kamerabefahrung wie Pumpenanlagen und Absperrblasen wurden vorsorglich im Leistungsverzeichnis erfasst, waren während der Ausführung jedoch nicht notwendig. Bedingt durch die größtenteils vorhandenen Hanglagen mit steilen Längsgefällen konnte das Abwasser ohne Rückstau und mit z.T. hoher Fließgeschwindigkeit abfließen. Hauptsammler in den Tallagen mit höheren Abwasseraufkommen wurden darüber hinaus gezielt nachts oder in den frühen Morgenstunden abgearbeitet. Gegenüber der Beauftragung besteht zum aktuellen Abrechnungsstand ein Leistungsentfall i. H. v. jeweils ca. 17 T €. Es sind auch keine maßgebenden Restleistungen zur Abrechnung offen.

Gesonderte Arbeiten an Schachtabdeckungen: im Rahmen der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen wurde AG-seitig darauf hingewiesen, dass im Plangebiet zusätzliche Aufwände bei Ausführung der gewerblichen Leistungen aufgrund verschraubter bzw. verriegelter Schachtabdeckungen entstehen können. Ebenfalls sollten vorgefundene kaputte Schachtabdeckungen dokumentiert und bei Bedarf ausgetauscht werden. In Abstimmung mit dem AG wurden in den Ausschreibungsunterlagen daher entsprechende Leistungspositionen vorgesehen. Während der Ausführung wurden im Plangebiet 2 keine Schachtdeckel mit akutem Handlungsbedarf vorgefunden. Auch die geschätzte Anzahl verschraubter Schachtdeckel fiel geringer aus, sodass zum aktuellen Abrechnungsstand ein Leistungsentfall i. H. v. ca. 30 T € in Los 2.1 sowie ca. 20 T € in Los 2.2 besteht. Es sind auch keine maßgebenden Restleistungen zur Abrechnung offen.

	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

7. Untersuchungsumfang und –ergebnisse

Die folgenden Kapitel enthalten die Untersuchungsergebnisse der Haltungs- sowie Schachtinspektionen bzw. Begehungen. Die Untersuchungsergebnisse der Sonderbauwerke (SoBW) werden jeweils zusätzlich separat ausgewiesen. Die Übersicht zum finalen Befahrungsstand ist in Kapitel 7.1, Besonderheiten/entfallene Leistungen in Kapitel 7.2 und weitere Details hinsichtlich Ergebnissen zur Zustandsklassifizierung, Sanierungsbedarfsplanung, Kostenrahmen sowie Maßnahmen-Priorisierung/Baulosbildung sind ab Kapitel 7.3 ff dargestellt.




Die Ergebnisse der folgenden Kapitel finden sich zusätzlich im Einzelnen auch in **tabellarischer Aufstellung in Anlage 2**, farblich dargestellt in **Übersichtsplänen in Anlage 3** sowie in **Bauwerksdokumentationen in Anlage 4**.

7.1. Untersuchungsergebnisse

Tabelle 5: Übersicht Befahrungsstand in PG 2: Los 2.1 und Los 2.2

Los 2.1	Haltung	Länge [m]	Schächte/Bauwerke	Stück
Nennweite	≤ DN 500	24.945,4	Schachttiefe ≤ 5 m	897
	> DN 500 ≤ DN 1600	4.320,7	Schachttiefe > 5 m	18
	> DN 1600	180,8	Pumpanlagen	3
			RRB	0
			Zulauf/Ablauf-Bauwerke, (SKU/SKO/RÜ)	5
	<i>Nicht befahrene¹</i>	464,3	<i>Nicht befahrene</i>	160
Gesamt		29.446,9 von 29.911,2	Gesamt	923 v. 1.083
Los 2.2	Haltung	Länge [m]	Schächte/Bauwerke	Stück
Nennweite	≤ DN 500	26.402,4	Schachttiefe ≤ 5 m	843
	> DN 500 ≤ DN 1600	2.657,2	Schachttiefe > 5 m	0
	< DN 1600	158,4	Pumpanlagen	1
			Versickerungsanlagen	3
			Zulauf/Ablauf-Bauwerke, (SKU/SKO/RÜ)	10
	<i>Nicht befahrene</i>	595,9	<i>Nicht befahrene</i>	109
Gesamt		29.227,8 von 29.823,7	Gesamt	857 von 966

¹ Siehe Kapitel 7.2, Tabelle 6

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

7.2. Besonderheiten / Anpassungen (z.B. entfallene / nichtbefahrene Haltungen/Schächte)

7.2.1. Entfallene Haltungen und Schächte

Eine geringe Anzahl an Haltungs- bzw. Schachtobjekten konnte darüber hinaus aufgrund verschiedener technischer oder betrieblicher Gründe nicht befahren werden, wie z.B.:

- Abweichungen zwischen Bestandsdatenbank und Realität: Schacht/Haltung nicht mehr vorhanden / fiktiver Schacht z.B. Direkteinlauf
- Fehlende Anfahrbarkeit von Schächten in unwegsamem Gelände
- Hausanschlussbereich (Durchmesser \leq DN 150) mit fehlenden/nicht zugänglichen Revisionsöffnungen oder eine Kombination aus Abstürzen und nicht zugänglichen Einsteigpunkten

Tabelle 6: Übersicht nicht befahrene Haltung/Schächte in PG 2

	Haltungslänge [m]	Anteil an Gesamt [%]	Schächte [St]	Anteil an Gesamt [%]	Doppelschächte ² [St]
Los 2.1	464,3 von 29.911,2	2,0%	160 von 1.083	14,8	7
Los 2.2	595,9 von 29.823,7	2,0%	109 von 966	11,3	98

Die einzelnen Objekte sind im Detail den folgenden Anlagen zu entnehmen: für Los 2.1 siehe Anlage 2.1.3 / 2.1.4 sowie für Los 2.2 Anlage 2.2.3 / 2.2.4.




7.2.2. Düker Steinerne-Brücke in PG 2.2

In Bezug auf die technische Realisierbarkeit der Reinigungs- und Inspektionsarbeiten, zeigten sich bei der Ausführung am Düker „Steinerne-Brücke“ technische Schwierigkeiten wie nachfolgend erläutert:

Bereits beim ersten Reinigungsanlauf zeigte sich, dass die bauliche Gestaltung des Dükers von den überreichten Plandarstellungen stark abweicht.

Der Düker weist in seiner tatsächlichen baulichen Umsetzung übermäßig viele Bögen auf, die in ihrer Vielzahl eine vollständige Reinigung sowie eine Inspektion technisch mit herkömmlichen grabenlosen Verfahren nicht möglich machen.

² Doppelschächte sind massenanteilig nicht in den Untersuchungsumfang eingerechnet, da jeweils nur der Realschacht im Ausschreibungsumfang enthalten ist

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Vom Dükerunterhaupt konnten nur ca. 15 m und vom Dükeroberhaupt nur ca. 20 m inspiziert werden. Die meiste Streckenlänge, einschließlich des Tiefpunkts des Dükers wurden nicht erreicht.

Ein zweiter Versuch mittels weiteren Hilfsequipment wie zusätzlichen Tauchpumpen und Schlauchverlängerungen aus flexibleren Materialien, war ebenfalls erfolglos.

Nach intensiver Recherche über alternative Lösungsansätze ist die ARGE gemeinsam mit dem gewerblichen AN zu dem Schluss gelangt, dass die Leistungen nur unter Einsatz von Tiefbauarbeiten umsetzbar sind.

Für den künftigen Betrieb wird empfohlen mindestens an einer Stelle nach der Verschwenkung der Leitungen bzw. zu Beginn der horizontalen Strecke einen Schacht mit Revisionsöffnung zu setzen. Für die erforderlichen Tiefbauleistungen (Einsatz Bagger, Setzen von Verbau, ggfs. Grundwasserabsenkung, o.ä.) ist der gewerbliche AN nicht eingerichtet. Zudem bedarf diese komplexe Arbeit im Vorfeld einer konkreten Ausführungsplanung, einschließlich Baugrundgutachten, Kampfmittelfreigabe, u.v.m.

Die ARGE empfiehlt an dieser Stelle die Reinigung und Inspektion des Dükers Steinerne-Brücke abubrechen und eine Planung und Ausschreibung der Tiefbauarbeiten anzustoßen.

7.3. Ergebnisse der Zustandsklassifizierung

Die Zustandsklassifizierung erfolgte nach den Vorgaben des Merkblattes DWA-M 149-3 [1]. Verwendet wurde dafür das Geodatenbanksystem Barthauer BaSYS. Für nicht automatisch klassifizierte Schäden erfolgte eine individuelle Einordnung im Einzelfall durch qualifizierte Ingenieure. Diese sogenannte Einzelfallbetrachtung muss gemäß DWA-M 149-3 immer dann vorgenommen werden, wenn eine umfassende Zustandsbeschreibung mithilfe der Zustandskodierungen automatisiert nicht möglich ist, z.B. bei schwerwiegenden Schäden wie Rohrbrüchen o.ä.

In Tabelle 7 sind die während der TV-Inspektion erfassten Schadensarten nach Anzahl der kodierten Einzelschäden aufgelistet. Im direkten Vergleich beider Lose zeigt sich eine unterschiedliche Verteilung der festgestellten Schadensarten, was auf verschiedene Einflussfaktoren wie das Alter des Kanalnetzes, die Abwasserzusammensetzung (Lage in Gewerbe- oder Wohngebiet), Verkehrslasten, verbaute Materialien usw. in Kombination mit dem Hochwasserereignis von 2021 zurückzuführen ist. In Los 2.1 wurden die Schadensarten Rissbildung (BAB) und Oberflächenschaden (BAF) mit jeweils 17 % der erfassten Schäden am häufigsten festgestellt. In Los 2.2 machen die Schadensarten Rissbildung (ca. 35%) sowie verschobene Verbindungen (ca. 20%) mehr als die Hälfte der festgestellten Schäden aus.

Eine Zuordnung der festgestellten Schäden zum Hochwasserereignis von 2021 sowie Ausweisung des sich ergebenden Sanierungsbedarfs erfolgt in Kapitel 8.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 7: Anzahl erfasster Einzelschäden in Haltungen je Schadensart

Schadensart	Hauptkode	Los 2.1 Anzahl	Anteil	Los 2.2 Anzahl	Anteil
Verformung	BAA	10	0,8%	73	5,0%
Rissbildung	BAB	221	17%	509	34,8%
Rohrbruch/Einsturz Fehlen von Teilen	BAC	129	9,8%	32	2,2%
Fehlender Mörtel	BAE	0	0%	1	0,1%
Oberflächenschaden	BAF	230	17%	124	8,5%
Einragender Anschluss	BAG	36	2,7%	21	1,4%
Schadhafter Anschluss	BAH	103	7,8%	118	8,1%
Einragendes Dichtungsmaterial	BAI	23	1,7%	40	2,7%
Verschobene Verbindung	BAJ	87	6,6%	287	19,6%
Feststellung der Innenauskleidung	BAK	20	1,5%	32	2,2%
Schadhafte Reparatur	BAL	25	1,9%	6	0,4%
Poröses Rohr	BAN	2	0,2%	0	0%
Boden sichtbar	BAO	18	1,4%	37	2,5%
Hohlraum sichtbar	BAP	3	0,2%	4	0,3%
Wurzeln	BBA	126	9,5%	36	2,5%
Anhaftende Stoffe	BBB	169	12,8%	34	2,3%
Ablagerungen	BBC	5	0,4%	47	3,2%
Eindringen von Bodenmaterial	BBD	0	0%	1	0,1%
Andere Hindernisse	BBE	10	0,8%	8	0,5%
Infiltration	BBF	105	7,9%	52	3,6%
Ungeziefer (Ratte)	BBH	0	0%	2	0,1%
Summe		1.322	100%	1.464	100%

Im Anschluss an die Einzelfallbetrachtung ist jedem Haltungs- bzw. Schachtobjekt eine manuelle Zustandsklasse (ZK) nach DWA zugeordnet (s. Tabelle 8).

Gemäß Beauftragung wurden zunächst die schwerwiegenderen Zustandsklassen ZK 0 bis ZK 2 (sofortiger bis mittelfristiger Handlungsbedarf) herausgefiltert und im Rahmen der Sanierungsbedarfsplanung betrachtet. Darüber hinaus wurden stichprobenartig auch Zustandsklassen ZK 3 und ZK 4 mit langfristigem Handlungsbedarf in die Sanierungsbedarfsplanung einbezogen, sofern sich hier anhand des festgestellten Schadensbildes eine Hochwasserschadenszuordnung ableiten ließ.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 8: Zustandsklassen und Zustandsbeurteilung

ZK	Zustandsbeurteilung	Handlungsbedarf
0	sehr starker Mangel, Sofortmaßnahmen, Gefahr in Verzug für Gewässer, Boden, öffentl. Sicherheit	sofort
1	starker Mangel, der eine große Gefahr für Gewässer, Boden und öffentl. Sicherheit darstellt	kurzfristig (1-2 Jahre)
2	mittlerer Mangel, der eine Gefahr für Gewässer, Boden und öffentl. Sicherheit darstellt	kurz- bis mittelfristig (2-5 Jahre)
3	leichter Mangel ohne akutes Gefährdungspotential	langfristig (bis 10 Jahre)
4	geringfügiger Mangel ohne Gefährdungspotential	keiner (geringfügig)
5	kein Mangel	schadensfrei

7.3.1. Zustandsklassifizierung in Los 2.1

In der nachfolgenden Tabelle bzw. veranschaulicht im zugehörigen Diagramm sind die Ergebnisse der manuellen Zustandsklassifizierung in Los 2.1 dargestellt.




Insgesamt weisen ca. 8,5 km der Haltungen (28%) sowie 243 St der untersuchten Schächte einen sofortigen bis mittelfristigen Handlungsbedarf nach DWA-M 149-3 auf.

Haltungen und Schächte inkl. SoBW

Tabelle 9: Haltungslängen und Schachtzanzahl je Zustandsklasse in Los 2.1

ZK	Haltungslänge [m]	Anteil [%]	Schächte/SoBW [St]	Anteil [%]
0	689,0	2%	17	2%
1	4.150,3	14%	51	5%
2	3.618,8	12%	173	16%
3	3.492,5	12%	512	47%
4	278,3	1%	44	4%
5	17.218,0	58%	126	12%
<i>n.b.</i> ³	464,3	2%	160	15%
Gesamt	29.446,9	100%	1.083	100%

³ nicht bewertet: siehe Kapitel 7.2, Tabelle 6

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

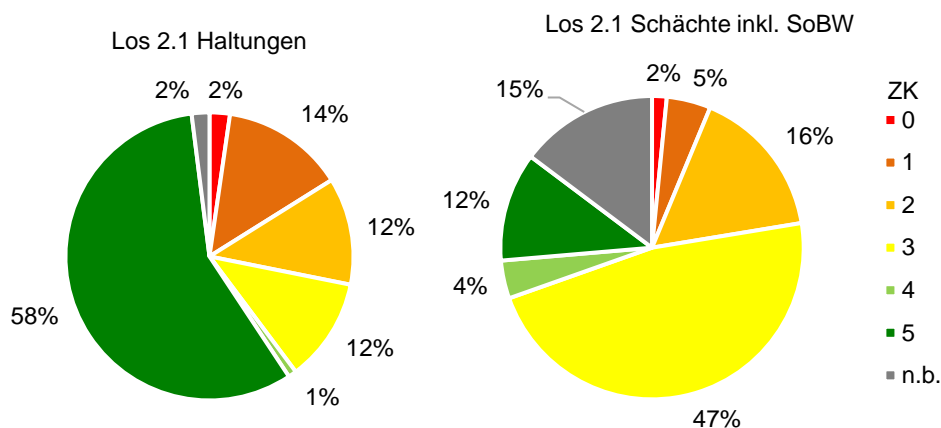


Abbildung 4: Aufteilung der Zustandsklassen in Los 2.1

Sonderbauwerke in Los 2.1

In Los 2.1 wurden folgende Sonderbauwerke untersucht:

- RÜ Dahlberg: Regenüberlaufbecken (zusätzliches Bauwerk)
- SKO IV Dahle: Einlaufbauwerk mit Regenüberlauf und
- SKO IV Dahle: Auslaufbauwerk mit Drossel (zusätzliches Bauwerk)
- SKU Fuhleck: Einlaufbauwerk und
- SKU Fuhleck: Drosselbauwerk und Regenüberlauf (zusätzliches Bauwerk)
- Schmutzwasserpumpwerk (SWPW) Evingsen Bauernstraße
- SWPW Vorm Kalkofen-Zur Roleye
- SWPW Bäckerstiepen

Im Ausschreibungsumfang der Aufgabenstellung waren insgesamt nur 2 Sonderbauwerke SKO/SKU/RÜ aufgelistet. Im Zuge der Ausführung kam das RÜ Dahlberg hinzu. Zudem hat sich herausgestellt, dass es sich bei dem SKO IV Dahle sowie beim SKU Fuhleck jeweils um zwei getrennt zu betrachtende Bauwerke handelt.

Die Zustandserfassung der unterirdischen Sonderbauwerke erfolgte jeweils durch Begehung/Drohnenbefliegung bzw. Fotodokumentation durch den gewerblichen AN. Die Auswertung und manuelle Zustandsklassifizierung ist im Nachgang durch die ARGE erfolgt (s. Tabelle 10). Die einzelnen Bauwerksdokumentationen für Los 2.1 sind der Anlage 4.1 zu entnehmen.

Lediglich für das Einlaufbauwerk SKU Dahle Fuhleck wurde aufgrund der vorhandenen Schäden und Schadensausprägungen ein kurzfristiger Handlungsbedarf ZK 1 festgestellt (s. Abbildung 5). Neben den auch in den übrigen Bauwerken auftretenden Inkrustationen wurde hier zusätzlich ein Ausbruch in der Sohle vorgefunden, bei dem Klinkersteine fehlen. Hier sollte zeitnah eine Sanierung angestrebt werden.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



Abbildung 5: SKU Dahle Fuhleck Einlaufbauwerk Schadensbilder (ausgewählte Fotos)

Tabelle 10: Zustandsklassen je Sonderbauwerk in Los 2.1




ZK	Sonderbauwerk
0	keine
1	SKU Dahle Fuhleck, Einlaufbauwerk
2	SKU Dahle Fuhleck, Drosselbauwerk SKO IV Dahle, Einlaufbauwerk SKO IV Dahle, Drosselbauwerk RÜ Dahlberg
3	SWPW Vorm Kalkofen-Zur Roleye
4	keine
5	SWPW Bäckerssiepen SWPW Evingsen Bauernstraße

Die Ergebnisse zur Zustandsklassifizierung der Stauraumkanäle sind in der Liste der befahrenen Haltungen in Tabelle 9 bzw. in der tabellarischen Aufstellung in Anlage 2.1.1 enthalten.

7.3.2. Zustandsklassifizierung in Los 2.2

In der nachfolgenden Tabelle bzw. veranschaulicht im zugehörigen Diagramm sind die Ergebnisse der manuellen Zustandsklassifizierung in Los 2.2 dargestellt.

Insgesamt weisen ca. 7,5 km der Haltungen (ca. 25 %) sowie 228 der untersuchten Schächte einen sofortigen bis mittelfristigen Handlungsbedarf nach DWA-M 149-3 auf.

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalfahrt und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Haltungen und Schächte inkl. SoBW

Tabelle 11: Haltungslängen und Schachttanzahl je Zustandsklasse in Los 2.2

SK	Haltungslänge [m]	Anteil [%]	Schächte/SoBW [St]	Anteil [%]
0	1.317,0	4%	15	2%
1	2.433,9	8%	35	4%
2	3.746,9	13%	178	18%
3	4.550,2	15%	371	38%
4	761,6	3%	28	3%
5	16.418,2	55%	230	24%
<i>n.b.</i> ⁴	595,9	2%	109	11%
Gesamt	29.823,7	100%	966	100%

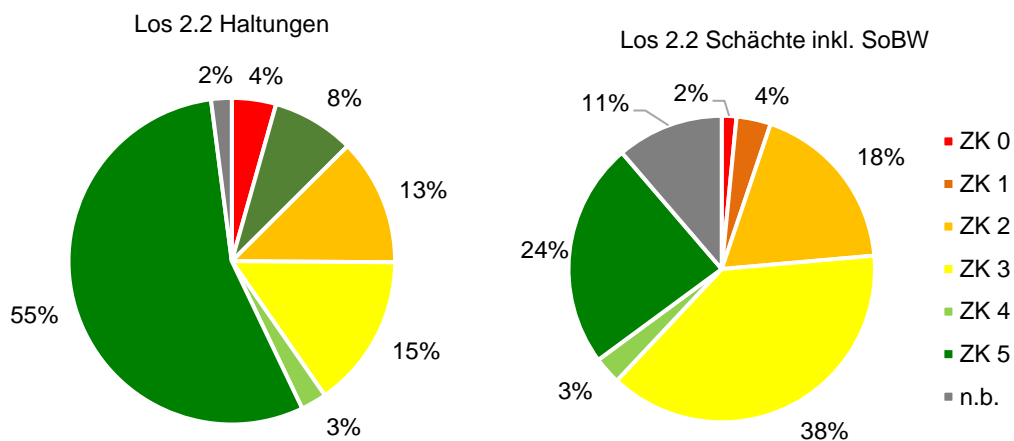





Abbildung 6: Aufteilung der Zustandsklassen in Los 2.2

⁴ nicht bewertet: siehe Kapitel 7.2, Tabelle 6

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Sonderbauwerke in Los 2.2




In Los 2.2 wurden folgende Sonderbauwerke untersucht:

- RÜ Mühlenrahmede: Regenüberlaufbecken
- RÜ Rahmedestraße: Regenüberlaufbecken
- SKU Rahmedestraße Einlaufbauwerk (zusätzliches Bauwerk)
- SKU Rahmedestraße/Netto: Einlaufbauwerk
- SKU Rahmedestraße/Netto: Auslaufbauwerk mit Regenüberlauf (zusätzliches Bauwerk)
- SKU Rahmedestraße/Netto: Drosselbauwerk (zusätzliches Bauwerk)
- SKU Südstraße: Drosselbauwerk
- Südstraße: Regenüberlaufbecken (RÜ)
- SKU Unterer Ardeyweg: Einlaufbauwerk und Regenüberlaufbecken (RÜ)
- Dükeroberhaupt Steinerne Brücke
- SWPW Brinkweg
- Versickerungsanlage Ahornweg I
- Versickerungsanlage Ahornweg II
- Versickerungsanlage Höllensteiner Weg

Im Ausschreibungsumfang der Aufgabenstellung waren insgesamt nur 7 Sonderbauwerke SKO/SKU/RÜ aufgelistet. Im Zuge der Ausführung hat sich herausgestellt, dass es sich bei dem SKU Rahmedestraße sowie bei SKU Rahmedestraße/Netto um mehrere getrennt zu betrachtende Bauwerke handelt.

Die Zustandserfassung der unterirdischen Sonderbauwerke erfolgte jeweils durch Begehung bzw. Fotodokumentation durch den gewerblichen AN. Die Bestandsaufnahme der oberirdischen Versickerungsanlagen erfolgte mittels Begehung durch die ARGE. Die Auswertung und manuelle Zustandsklassifizierung ist im Nachgang ebenfalls durch die ARGE erfolgt (s. Tabelle 12). Die einzelnen Bauwerksdokumentationen für Los 2.2 sind der Anlage 4.2 zu entnehmen.

Für das RÜ Rahmedestraße sowie das Auslaufbauwerk mit RÜ SKU Rahmedestr./Netto, wurde aufgrund der vorhandenen Schäden und Schadensausprägungen ein kurzfristiger Handlungsbedarf ZK 1 festgestellt. Der Fugenmörtel im Mauerwerk ist hier stellenweise ausgewaschen bzw. fehlt vollständig:

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

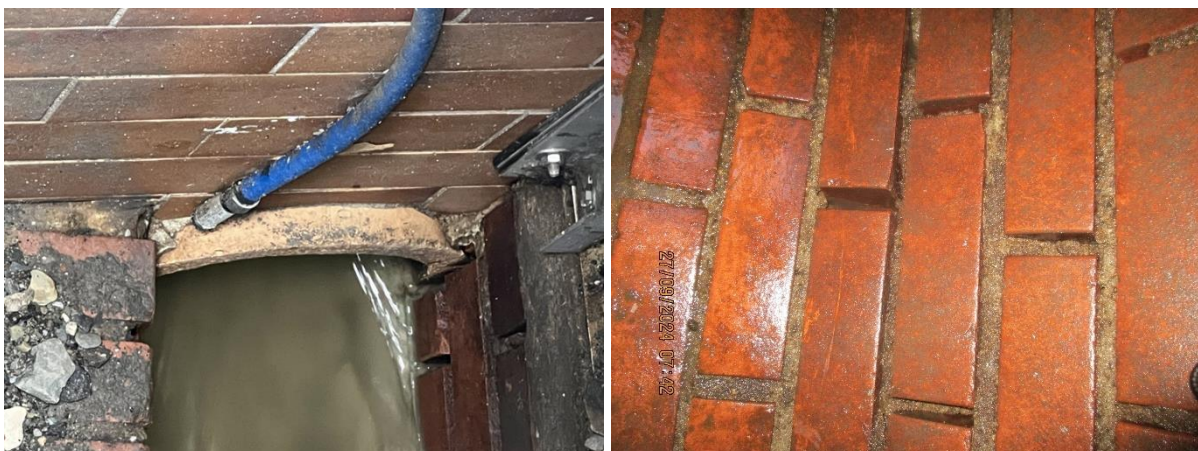


Abbildung 7: Schadensbilder RÜ Rahmedestraße (li.), SKU Rahmedestr./Netto Auslaufbauwerk (re.)

Tabelle 12: Zustandsklassen je Sonderbauwerk in Los 2.2

ZK	Sonderbauwerk
0	keine
1	SKU Rahmedestraße/Netto Einlaufbauwerk SKU Rahmedestr./Netto, Auslaufbauwerk mit RÜ RÜ Rahmedestraße
2	SKU Rahmedestraße Einlaufbauwerk SKU Südstraße Drosselbauwerk VSA Höllensteiner Weg VSA Ahornweg I VSA Ahornweg II
3	Regenüberlauf (RÜ) Mühlenrahmede SKU Unterer Ardeyweg Einlaufbauwerk und RÜ Südstraße Regenüberlauf (RÜ)
4	Dükeroberhaupt SKU Rahmedestr./Netto, Auslaufbauwerk Drossel SWPW Brinkstraße
5	keine

Die Ergebnisse zur Zustandsklassifizierung der Stauraumkanäle sind in der Liste der befahrenen Haltungen in Tabelle 5 bzw. in der tabellarischen Aufstellung in Anlage 2.2.1 enthalten.

Begehung Versickerungsanlage Ahornweg I und Ahornweg II

Am 14.10.2024 wurde seitens der GELSENWASSER AG eine Ortsbegehung für die oberirdischen Versickerungsanlagen in PG 2.2 durchgeführt. In der VSA Ahornweg I&II (zwei offene Versickerungsbecken nacheinander geschaltet) wurden folgende Schäden mit mittelfristigem



Handlungsbedarf festgestellt: im Zulaufbereich Ausspülungen an unbefestigten Natursteinen sowie Bewuchs der Zaunanlage, siehe Abbildung 8. Die detaillierte Auswertung ist der Dokumentation in Anlage 4.2.10 zu entnehmen.



Abbildung 8: Begehung der VSA Ahornweg I und II (ausgewählte Fotos)

Begehung Versickerungsanlage Höllensteiner Weg

In der VSA Höllensteiner Weg (langgezogenes, offenes Becken mit sechs Wällen) wurden folgende Schäden mit mittelfristigen Handlungsbedarf festgestellt: im Zulaufbereich unterspültes Rohraufleger sowie Lagerung von ungesicherten Stammholz am Beckenrand, siehe Abbildung 9. Die detaillierte Auswertung ist der Dokumentation in Anlage 4.2.11 zu entnehmen.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



Abbildung 9: Begehung der VSA Höllensteiner Weg (ausgewählte Fotos)

7.4. Sanierungsbedarfsplanung




Haltungen bzw. Schächte der Zustandsklassen ZK 0 bis ZK 2 sowie Sonderbauwerke aller Zustandsklassen werden auf Grundlage der Videoaufzeichnungen von einem geschulten Ingenieur/Ingenieurin ausgewertet und bei Bedarf entsprechend korrigiert.

Dabei wird zudem überprüft, ob es sich bei dem verzeichneten Schaden um ein durch das Hochwasser ausgelöstes Schadensfall handelt. Eine separate Ausweisung des hochwasserbedingten Sanierungsbedarfs findet sich in Kapitel 8.

Zustandsklassen ZK 3 und ZK 4 mit langfristigem Handlungsbedarf wurden stichprobenartig ebenfalls in die Sanierungsbedarfsplanung einbezogen, sofern sich hier anhand des festgestellten Schadensbildes eine Hochwasserschadenszuordnung ableiten ließ. Dies betrifft z.B. die Schadensarten „Innenauskleidung abgelöst“ oder „schadhafte Reparatur“.

Weiter wird im Zuge der Videosichtung das Ergebnis der Schadensbewertung ingenieurtechnisch verifiziert und bei Bedarf, bspw. bei Identifizierung von unvollständiger oder fehlerhafter Kodierung, korrigiert. Hierzu erfolgt in einem separaten Tabellenfeld die Vergabe der sogenannten **Ingenieurklasse (IK)**. Anhand dieser wird das Ergebnis der automatisierten Zustandsklassifizierung entweder bestätigt (ZK = IK) oder in eine bessere oder schlechtere Zustandsklasse korrigiert. Gleichzeitig erfolgt eine erste Einschätzung der Sanierungspriorität (s. Kapitel 7.6). Schäden mit erheblichen statischen Schäden (z.B. Deformationen, starke Scherbenbildung, große Hohlräume, usw.) oder starken Grundwasserinfiltrationen haben die höchste Priorität (IK 0).

Objekte, die aus Sicht des beurteilenden Ingenieurs kein akutes Gefährdungspotential aufweisen (leichter oder geringfügiger Mangel) fallen unter die Rubrik „kein Sanierungsvorschlag“ (IK 3 oder IK 4) und werden in der weiteren Kostenschätzung oder Maßnahmenbündelung nicht weiter betrachtet. Dies gilt auch für Objekte, die betriebliche Sonderfälle bspw. aufgrund von einragenden Gegenständen oder Fehleinleitungen darstellen. Diese werden gesondert über die Rubrik „kein Sanierungsvorschlag, betriebliche Sonderprüfung“ ausgewiesen und es sollte zeitnah eine Überprüfung durch den Eigenbetrieb erfolgen.

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Die folgenden Sanierungsverfahren wurden im Rahmen der Sanierungsbedarfsplanung unterschieden:

- Reparatur → bei Einzelschäden ohne Störung der Statik und geringe In- oder Exfiltration,
- Renovierung → bei schweren bis leichten Schäden ohne Störung der Statik und geringer In- oder Exfiltration, geschlossene Sanierungsverfahren
- Erneuerung → bei schweren Schäden, Störung der Statik, In- oder Exfiltration, bevorzugt in offener Bauweise

Die Einteilung in Reparatur-, Renovierungs- oder Erneuerungsmaßnahmen erfolgt sowohl aus baulichen als auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Die wirtschaftliche Entscheidung erfolgt dabei über einen Projektkostenbarwertvergleich nach KVR-Richtlinie der LAWA [2]. Für die Vergleichsrechnung wurden in Abstimmung mit dem AG folgende Ansätze für die technische Nutzungsdauer herangezogen (Betrachtungszeitraum 80 Jahre):

- Reparatur: 10 Jahre / Renovierung 40 Jahre / Erneuerung 80 Jahre

In den folgenden Kapiteln sind die ermittelten Sanierungsverfahren losweise für Haltungen bzw. Schächte sowie Sonderbauwerke statistisch dargestellt.

7.4.1. Sanierungsverfahren in Los 2.1

In Tabelle 13 sind die ermittelten Sanierungsverfahren nach Haltungslänge bzw. Anzahl Schacht / Sonderbauwerk statistisch dargestellt.

Insgesamt wurde für ca. 9,0 km der befahrenen Haltungen sowie 257 der untersuchten Schächte eine ingenieurtechnische Einschätzung im Rahmen der Bedarfsplanung durchgeführt: für ca. 6,3 km Haltungen und 241 Schächte wurde dabei ein sofortiger bis mittelfristiger Sanierungsbedarf in geschlossener oder offener Bauweise festgestellt.

Knapp 2,7 km Haltungen und 16 Schächte konnten durch die ingenieurtechnische Verifizierung in eine bessere ZK hochgestuft werden.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 13: Sanierungsverfahren in Los 2.1

Sanierungsverfahren	Haltungslänge [m]	Anteil [%]	Schächte [St]	Anteil [%]	SoBW [St]
Reparatur	3.549,5	39%	219	85%	5
Renovierung	2.714,4	30%	0	0%	0
Erneuerung	71,6	0,8%	22	8%	0
Kein Sanierungsvorschlag	2.684,6	30%	16	7%	3
Gesamt	9.020,1	100%	255	100%	8

7.4.2. Sanierungsverfahren in Los 2.2

In Tabelle 14 sind die ermittelten Sanierungsverfahren nach Haltungslänge bzw. Anzahl Schacht / Sonderbauwerk statistisch dargestellt.

Insgesamt wurde für ca. 9,5 km der befahrenen Haltungen sowie 250 der untersuchten Schächte eine ingenieurtechnische Einschätzung im Rahmen der Bedarfsplanung durchgeführt: für ca. 7,5 km Haltungen und 214 Schächte wurde dabei ein sofortiger bis mittelfristiger Sanierungsbedarf in geschlossener oder offener Bauweise festgestellt.




Knapp 2,0 km Haltungen und 36 Schächte konnten durch die ingenieurtechnische Verifizierung in eine bessere ZK hochgestuft werden.

Tabelle 14: Sanierungsverfahren in Los 2.2

Sanierungsverfahren	Haltungslänge [m]	Anteil [%]	Schächte [St]	Anteil [%]	SoBW [St]
Reparatur	3.197,2	33%	176	70%	10
Renovierung	2.301,2	24%	0	0%	0
Erneuerung	424,3	4%	15	6%	0
Sonderfall Rahmedestraße Erneuerung ZK 0 bis ZK 3	1.548,2	16%	23	9%	0
Kein Sanierungsvorschlag	2.081,1	22%	36	14%	4
Gesamt	9.552,0	100%	250	100%	14

Sonderfall Rahmedestraße

Bei der Auswertung der Inspektionsvideos im Bereich der Rahmedestraße wurde über weite Bereiche des Hauptsammlers hinweg ein sich wiederholendes Schadensbild von starker bis sehr starker Ovalisierung bzw. Verformung (10-20%) der vorhandenen PE-HD Rohren sowie stellenweise starke Grundwasserinfiltrationen festgestellt. In Abstimmung mit dem AG erfolgte daher eine erweiterte Betrachtung der umliegenden Haltungen der Zustandsklassen ZK 3 (langfristiger Handlungsbedarf), die zum Teil ein ähnliches, wenn auch weniger weit fortgeschrittenes Schadensbild, aufweisen (Verformung bis 5%). Aufgrund des Verlaufs des Hauptsammlers im Grundwasserkörper parallel zur Rahmede ist davon auszugehen, dass es sich

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

dabei um einen ursächlich durch das Hochwasserereignis 2021 verursachten Bettungsschäden handeln könnte, der in Kombination mit der erhöhten Verkehrsbelastung der Rahmedestraße (L 530) als Umleitungsstrecke der gesperrte A45 zu einer beschleunigten Materialermüdung führt.

Im Interesse einer nachhaltigen Schadensbeseitigung wird aus Sicht der ARGE empfohlen, den Sanierungs- bzw. Erneuerungsbedarf für die ZK 3 ebenfalls mit in die Sanierungsplanung einzubeziehen. Die geschätzten Baukosten bzw. Kostenrahmen zum Sonderfall Rahmedestraße werden separat in Tabelle 16 ausgewiesen.

7.5. Kostenrahmen




Im Zuge der Sanierungsbedarfsplanung erfolgt für jedes sanierungsbedürftige Objekt eine Kostenschätzung jeweils für alle drei Sanierungshauptgruppen (Reparatur, Renovierung, Erneuerung). Die die Kosten der ausgewählten Vorzugsvariante sind in der angehängten Tabelle jeweils farbig hervorgehoben.

Die Haltungs- bzw. Schachtobjekte der ingenieurtechnisch verifizierten Zustandsklassen ZK0 bis ZK 2 sowie die Sonderbauwerke werden dabei jeweils einzeln betrachtet und die Kosten anhand eines im Vorfeld festgelegten Kostenkatalogs schadensbezogen und in Abhängigkeit verschiedener Eigenschaften (Durchmesser, Haltungslänge, Schachttiefe, Schadensmerkmal, Material) ermittelt. Bei den so ermittelten objektweisen Kostenschätzungen handelt es sich zunächst um die **reinen Baukosten**.

Im Rahmen von Kanalerneuerungen sind zudem weitere Baunebenleistungen, wie z.B. Wasserhaltung, Grundwasserabsenkung, Entsorgungskosten kontaminierter Böden, o.ä., zu erwarten. Art und Umfang sind zum aktuellen Stand der Sanierungsbedarfsermittlung nicht definiert festzulegen. Daher wird ein zu erwartender Zuschlag von 25 % **Baunebenleistungen** auf die ermittelten Sanierungskosten für Erneuerungen (reine Baukosten) hinzugerechnet.

Um den Kostenrahmen vollständig abzubilden, ist für die weiteren Planungsleistungen und erforderlichen Nebenleistungen zur Planung (z.B. Vermessung, Baugrundgutachten) im Rahmen der HOAI-Objektplanung zudem von 25% der Baukosten auszugehen (Baunebenkosten). Diese Kosten sind in den Tabellen zur Kostenschätzung der Sanierung (Anlage 2) **nicht** enthalten und müssen demzufolge zum Kostenrahmen hinzugerechnet werden.

Der **Kostenrahmen** ergibt sich demzufolge jeweils als Aufsummierung der Kostenschätzungen zu den reinen Baukosten je Sanierungsverfahren, zzgl. 25 % Baunebenleistungen bei Erneuerungsmaßnahmen sowie 25 % für alle weitere Planungsleistungen nach HOAI und Nebenleistungen zur Planung (Baunebenkosten).

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

7.5.1. Kostenrahmen in Los 2.1

In Tabelle 15 werden die Kostenrahmen des ermittelten Sanierungsbedarfs zunächst ohne Differenzierung nach Hochwasserschadensbeseitigung (HWSB) in Los 2.1 zusammengestellt. Zuzüglich zu den geschätzten Baukosten erfolgt wie o.g. eine Beaufschlagung von 25 % für Baunebenleistungen sowie für weitere Planungs- und Nebenleistungen im Rahmen der HOAI-Objektplanung (Baunebenkosten).

Tabelle 15: Kostenrahmen je Sanierungsverfahren ZK 0-2 und HWS 3+4 in Los 2.1 (Angaben in brutto)

Sanierungsverfahren	Haltungen	Schächte	SoBW
Reparatur	460.795 €	643.367 €	41.531 €
Renovierung	1.055.204 €	0 €	0 €
Erneuerung	97.606 €	143.911 €	0 €
zzgl. 25 % Baunebenleistungen (bei Erneuerung)	24.402 €	35.978 €	0 €
Zw.-Summe Baukosten	1.638.007 €	823.256 €	41.531 €
zzgl. 25 % Planungsleistung (Baunebenkosten)	409.502 €	205.814 €	10.383 €
Kostenrahmen	2.047.508 €	1.029.070 €	51.914 €

7.5.2. Kostenrahmen in Los 2.2

In Tabelle 16 werden die Kostenrahmen des ermittelten Sanierungsbedarfs zunächst ohne Differenzierung nach Hochwasserschadensbeseitigung (HWSB) Los 2.2 zusammengestellt.

Wie in Kapitel 7.4.2. „Sonderfall Rahmedestraße“ beschrieben, werden die geschätzten Baukosten für die Erneuerung der Rahmedestraße gesondert aufgeführt. Der Kostenrahmen für die Erneuerung der ca. 1,5 km Haltungen samt zugehöriger Schächte (23 St) beläuft sich somit auf ca. 2,75 Mio. € (reine Baukosten) zzgl. Baunebenleistungen und Planungsleistungen (Baunebenkosten).



	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 16: Kostenrahmen je Sanierungsverfahren ZK 0-2 und HWS 3+4 in Los 2.2 (Angaben in brutto)

Sanierungsverfahren	Haltungen	Schächte	SoBW
Reparatur	425.343 €	452.976 €	29.988 €
Renovierung	747.351 €	0 €	0 €
Erneuerung	488.489 €	100.874 €	0 €
Sonderfall Rahmedestr. Erneuerung ZK0 bis ZK3	2.547.974 €	204.942 €	0 €
zzgl. 25 % Baunebenleistungen (bei Erneuerung)	759.116 €	76.454 €	0 €
Zw.-Summe Baukosten	4.968.273 €	835.246 €	29.988 €
zzgl. 25 % Planungsleistung (Baunebenkosten)	1.242.068 €	208.812 €	7.497 €
Kostenrahmen	6.210.341 €	1.044.058 €	37.485 €

7.6. Priorisierung und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise



Eine Priorisierung für die Sanierung der schadhafte Kanäle und Schächte wurde in Form der in Kapitel 7.4 erläuterten Ingenieurklasse (IK) durchgeführt. Anhand der individuell vergebenen Ingenieurklasse kann sortiert nach Gefährdungspotential der Schadensbilder die Sanierungsreihenfolge wie folgt eingestuft werden:

- IK 0: Haltungen bzw. Schächte mit starken Grundwasserinfiltrationen sowie **erheblichen** statischen Schäden (z.B. Deformationen, starke Scherbenbildung, große Hohlräume, usw.), haben die höchste Priorität → Sofortmaßnahme
- IK 1: Es folgen starke Mängel mit einem kurzfristigen Handlungsbedarf
- IK 2: im Verhältnis nachrangige Schäden mittleren Handlungsbedarfs

Die Ergebnisse der Einstufungen werden im finalen Schritt zu lokal zusammenhängenden Baulosen mit sofortigen bis mittleren Handlungsbedarf gebündelt:

Beim **Sanierungsverfahren Reparatur** wurden alle Haltungs- bzw. Schachtobjekte der Ingenieurklasse IK 0 bis IK 2 in einem Baulos zusammengefasst, wobei Objekte der IK 0 als sogenannte Sofortmaßnahmen vorrangig saniert werden sollten.

Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten wird beim **Sanierungsverfahren Renovierung** empfohlen Schäden mit sofortigen und kurzfristigen Handlungsbedarf (IK 0 und IK 1) in einem eigenen Baulos zusammenzufassen, da diese aufgrund ähnlicher Randbedingungen (Baujahr, Material, Schadensursache) räumlich oftmals beieinander liegen und ein mehrfaches Anrücken der Sanierungskolonnen somit vermieden wird. In diesem Zuge werden die

	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Sanierungsentscheidungen auch mit den Nachbarhaltungen abgeglichen. In den meisten Fällen ist es sinnvoll angrenzende Haltungen mit gleichen Randbedingungen ebenfalls zu renovieren, auch wenn die ursprüngliche Einzelbewertung auf Reparatur stand. Hier ist davon auszugehen, das auch in der Nachbarhaltung künftig mit weiteren Schadensbildern zu rechnen ist. Gleiches gilt für Erneuerungsmaßnahmen. In diesen o.g. Fällen wird die Entscheidung im Sinne einer Maßnahmenbündelung auf eine einheitliche Sanierung umgeschrieben.

Die Baulosbildung für **Erneuerungsmaßnahmen** erfolgt darüber hinaus straßenzugsweise und sortiert nach Handlungsbedarf (je Straßenzug ein Baulos).

Je Baulos werden die geschätzten Baukosten aufgeführt, die ihm Rahmen der Sanierungsbedarfsplanung anhand eines im Vorfeld festgelegten Kostenkatalogs ermittelt wurden und aus denen sich letztlich die Kostenrahmen ableiten lassen (siehe Kapitel 7.5).

Zur weiteren Vorgehensweise empfehlen wir darauf aufbauend die Abarbeitung der HOAI-Leistungsphasen bzw. Umsetzung des sich ergebenden Maßnahmenplans nach Baulosen.

7.6.1. Baulose in Los 2.1

Die folgenden Tabellen enthalten eine vollständige Auflistung aller Baulose für die Sanierung der Haltungen gemäß Anlage 2.1.5 und Anlage 2.1.6 für Schächte mit und ohne Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung (HWSB). Baulose mit Zuordnung zur HWSB sind mit dem führenden Kürzel „HWSB“ gekennzeichnet. Eine separate Ausweisung des hochwasserbedingten Sanierungsbedarfs findet sich zusätzlich in Kapitel 8.

Tabelle 17: Baulosbildung und Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.1

Baulose ohne HWSB	IK / Prio	Haltungslänge [m]	Baukosten
AL_M3_PG2.1_H_Rep	0-3	1.508,8	199.858 €
AL_M3_PG2.1_H_Ren	1-2	306,3	123.534 €
Baulose mit HWSB			
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Rep	0-2	2.040,7	260.937 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ren_1	0-1	1.680,1	695.681 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ren_2	2	727,9	235.989 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_1	0	9,3	12.151 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_2	0	3,1	6.215 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_3	1	36,0	45.196 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_4	4	23,2	34.044 €



	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 18: Baulosebildung und reine Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.1

Baulose ohne HWSB:	IK / Prio	Schächte [St]	Baukosten
AL_M3_PG2.1_S_Rep	0-2	91	248.704 €
Baulose mit HWSB:			
HWSB_AL_M3_PG2.1_S_Rep	0-2	128	394.663 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_S_Ern	0-2	22	143.911 €

Tabelle 19: Baulosebildung und reine Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.1

Baulose mit HWSB:	IK / Prio	SoBW [St]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.1_SoBW_Rep	1-2	5	41.531 €

7.6.2. Baulose in Los 2.2

Die folgenden Tabellen enthalten eine vollständige Auflistung aller Baulose für die Sanierung der Haltungen gemäß Anlage 2.2.5 und Anlage 2.2.6 für Schächte mit und ohne Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung (HWSB). Baulose mit Zuordnung zur HWSB sind mit dem führenden Kürzel „HWSB“ gekennzeichnet. Eine separate Ausweisung des hochwasserbedingten Sanierungsbedarfs findet sich zusätzlich in Kapitel 8.




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 20: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.2




Baulose ohne HWSB	IK / Prio	Haltungslänge [m]	Baukosten
AL_M3_PG2.2_H_Rep	0-2	1.249,4	156.892 €
Baulose mit HWSB			
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Rep_1	0-2	1.949,0	268.451 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ren_1	0-1	1.095,5	378.503 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ren_2	2	1.205,7	368.848 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_1	0-2	1.222,2	2.030.403 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_1 _Erweiterung	3	326,0	517.571 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_2	0	43,9	53.023 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_3	0	98,9	115.578 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_4	0	11,7	15.359 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_5	0	35,4	42.293 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_6	0	68,2	73.973 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_7	0	18,2	21.759 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_8	1	64,8	68.487 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_9	1	10,0	14.050 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_10	1	34,2	38.933 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_11	2	38,9	45.034 €

Tabelle 21: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.2

Baulose ohne HWSB	IK / Prio	Schächte [St]	Baukosten
AL_M3_PG2.2_S_Rep	1-2	36	80.052 €
Baulose mit HWSB			
HWSB_AL_M3_PG2.2_S_Rep	0-2	140	372.924 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern	0-2	38	305.815 €

Tabelle 22: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.2

Baulose ohne HWSB	IK / Prio	SoBW [St]	Baukosten
AL_M3_PG2.2_SoBW_Rep	3	3	7.616 €
Baulose mit HWSB			
HWSB_AL_M3_PG2.2_SoBW_Rep	1-2	7	22.372 €

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

8. Bedarf zur Hochwasserschadensbeseitigung

Zur Ausweisung hochwasserbedingter Schäden erfolgte nach Vorliegen einer ausreichenden Menge an Untersuchungsdaten eine plangebietsübergreifende Abstimmung der Ingenieurbüros zur Hochwasserschadenszuordnung. Dabei wurden folgende Schadensarten festgestellt, bei denen der Verdacht eines ursächlich durch das Hochwasser entstandenen Schadens oder einer Erweiterung bereits bestehender Schäden infolge großer Wassermengen/ Wasserbewegungen und dabei entstehende Wasserdrücke oder eingespültes Material besteht:

- alle Risse ab 0,5 mm
- Rohrbrüche
- Oberflächen beschädigt (Ausbruch, Zuschlagstoffe fehlend)
- schadhafte Anschlüsse
- Verschiebungen, einragendes Dichtungsmaterial
- schadhafte Innenauskleidung
- Wurzelbildung
- Inkrustationen bis 1%
- geringe Ablagerungen Sand / Kies
- andere Hindernisse
- Infiltration
- Boden / Hohlraum sichtbar

Bei folgenden Schadensbildern besteht kein Verdacht, dass das HW ursächlich ist:



- Oberflächen beschädigt (Zuschlagstoffe sichtbar, erhöhte Rauheit)
- Inkrustationen > 1%
- einragende Anschlüsse
- größere Ablagerungen / Ablagerung fester Stoffe
- schadhafte Steighilfe / Abdeckung oder Rahmen (nur bei Schächten)

Die Ausweisung hochwasserbedingter Schäden erfolgt objektweise über eine zusätzliche Spalte „Hochwasserschaden (HW-Schaden), ja/nein“ und ist im Detail in der tabellarischen Aufstellung in Anlage 2.1.1 / 2.1.2 für Los 2.1 sowie Anlage 2.2.1 / 2.2.2 für Los 2.2 zu finden.

8.1. Sanierungsbedarfsplanung und Kostenrahmen hochwasserbedingter Schäden

Die Ergebnisse der Sanierungsbedarfsplanung sind identisch zu der in Kapitel 7 erläuterten Verfahrensweise.

Die nachfolgenden Tabellen beinhalten ausschließlich die Haltungen, Schächte und Sonderbauwerke deren Sanierungsbedarf mit Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung erforderlich werden.

	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

8.1.1. Zusammenfassung HWSB und Kostenrahmen in Los 2.1

Die folgenden Tabellen enthalten eine Zusammenfassung zu den Baulosen sowie Kostenrahmen zum Sanierungsbedarf der Haltungen, Schächte und Sonderbauwerke mit Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung in Los 2.1:

Tabelle 23: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.1 mit HWSB

Baulose mit HWSB	IK / Prio	Haltungslänge [m]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Rep	0-2	2.040,7	260.937 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ren_1	0-1	1.680,1	695.681 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ren_2	2	727,9	235.989 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_1	0	9,3	12.151 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_2	0	3,1	6.215 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_3	1	36,0	45.196 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_H_Ern_4	4	23,2	34.044 €

Tabelle 24: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.1 mit HWSB

Baulose mit HWSB	IK / Prio	Schächte [St]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.1_S_Rep	0-2	128	394.663 €
HWSB_AL_M3_PG2.1_S_Ern	0-2	22	143.911 €

Tabelle 25: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.1 mit HWSB

Baulose mit HWSB	IK / Prio	SoBW [St]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.1_SoBW_Rep	1-2	5	41.531 €



	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 26: Zusammenfassung Kostenrahmen (in brutto) in Los 2.1 mit HWSB

Sanierungsverfahren	Haltungen	Schächte	SoBW
Reparatur	260.937 €	394.663 €	41.531 €
Renovierung	931.670 €	0 €	0 €
Erneuerung	97.606 €	143.911 €	0 €
zzgl. 25 % Baunebenleistungen (bei Erneuerung)	24.402 €	35.978 €	0 €
Zw.-Summe Baukosten	1.314.615 €	574.552 €	41.531 €
zzgl. 25 % Planungsleistung (Baunebenkosten)	328.654 €	143.638 €	10.383 €
Kostenrahmen	1.643.268 €	718.190 €	51.914 €

8.1.2. Zusammenfassung HWSB und Kostenrahmen in Los 2.2

Die folgenden Tabellen enthalten eine Zusammenfassung zu den Baulosen sowie Kostenrahmen zum Sanierungsbedarf der Haltungen, Schächte und Sonderbauwerke mit Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung in Los 2.2:



	<p>Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p>Projekt-Nr. M3</p> <p>Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p>Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 27: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für Haltungen in Los 2.2 mit HWSB

Baulose mit HWSB	IK / Prio	Haltungslänge [m]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Rep_1	0-2	1.949,0	268.451 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ren_1	0-1	1.095,5	378.503 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ren_2	2	1.205,7	368.848 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_1	0-2	1.222,2	2.030.403 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_1_ Erweiterung	3	326,0	517.571 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_2	0	43,9	53.023 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_3	0	98,9	115.578 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_4	0	11,7	15.359 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_5	0	35,4	42.293 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_6	0	68,2	73.973 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_7	0	18,2	21.759 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_8	1	64,8	68.487 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_9	1	10,0	14.050 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_10	1	34,2	38.933 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern_11	2	38,9	45.034 €

Tabelle 28: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für Schächte in Los 2.2 mit HWSB

Baulose mit HWSB	IK / Prio	Schächte [St]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.2_S_Rep	0-2	140	372.924 €
HWSB_AL_M3_PG2.2_H_Ern	0-2	38	305.815 €

Tabelle 29: Baulosbildung und reine Baukosten (in brutto) für SoBW in Los 2.2 mit HWSB

Baulose mit HWSB	IK / Prio	SoBW [St]	Baukosten
HWSB_AL_M3_PG2.2_SoBW_Rep	1-2	7	22.372 €






 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 30: Zusammenfassung Kostenrahmen (in brutto) in Los 2.2 mit HWSB

Sanierungsverfahren	Haltungen	Schächte	SoBW
Reparatur	268.451 €	372.924 €	22.372 €
Renovierung	747.351 €	0 €	0 €
Erneuerung	488.489 €	100.874 €	0 €
Sonderfall Rahmedestr. Erneuerung SK0 bis SK3	2.547.974 €	204.942 €	0 €
zzgl. 25 % Baunebenleistungen (bei Erneuerung)	759.116 €	76.454 €	0 €
Zw.-Summe Baukosten	4.811.381 €	755.194 €	22.372 €
zzgl. 25 % Planungsleistung (Baunebenkosten)	1.202.845 €	188.799 €	5.593 €
Kostenrahmen	6.014.226 €	943.993 €	27.965 €

	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

9. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der vorliegende Bericht umfasst die Beschreibung der Ingenieurleistungen zur Kanalzustandsermittlung nach dem Hochwasserereignis 2021 im Einzugsgebiet der Kläranlagen Altena Ost & Süd bzw. im Plangebiet PG 2, Los 2.1 und Los 2.2.

Die gewerblichen Leistungen zur Kanalreinigung und Zustandserfassung bzw. Begehung wurden durch die Arbeitsgemeinschaft (ARGE) GELSENWASSER AG – STEIN Ingenieure GmbH mit Begleitung durch die RA-Kanzlei CLP Rechtsanwälte Schmidt, Wittenberg, Scheffen & Partner mbB europaweit in einem offenen Verfahren ausgeschrieben und an Fa. Lobbe Kanaltechnik GmbH & Co KG vergeben.

Insgesamt wurde folgender Untersuchungsumfang ingenieurtechnisch ausgewertet:

- PG 2 Los 2.1: ca. 30 km Kanalnetz, 923 Schächte/Bauwerke
- PG 2 Los 2.2: ca. 30 km Kanalnetz, 857 Schächte/Bauwerke

Die Auswertung umfasste dabei folgende Arbeitsschritte:

- Zustandsklassifizierung nach den Vorgaben des Merkblattes DWA-M 149-3
- Sanierungsbedarfsplanung und Hochwasserschadenszuordnung
- Ermittlung der Kostenrahmen des festgestellten Sanierungsbedarfs
- Baulosbildung und Priorisierung
- Separate Ausweisung des Sanierungsbedarfs, Kostenrahmen und Baulose mit Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung

Zusammenfassend wurde folgender **Sanierungsbedarf mit Zuordnung zur Hochwasserschadensbeseitigung (HWSB)** festgestellt:




 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 31: Zusammenfassung Kostenrahmen (in brutto) in PG 2 mit HWSB




Objekt	Menge	Kostenrahmen	Objekt	Menge	Kostenrahmen
Haltungen	4.520,4 m	1.290.213 €	Haltungen	6.223 m	4.052.265 €
Schächte	150 St	538.574 €	Schächte	178 St	678.740 €
Sonderbauwerke	5 St	41.531 €	Sonderbauwerke	7 St	22.372 €
Baukosten	Gesamt	1.870.318 €	Baukosten	Gesamt	4.753.377 €⁵
Zzgl. Baunebenleistungen (bei Erneuerung)		60.380 €	Zzgl. Baunebenleistungen (bei Erneuerung)		835.570 €
Zzgl. Baunebenkosten		482.675 €	Zzgl. Baunebenkosten		1.397.237 €
Los 2.1	Gesamt	2.413.373 €	Los 2.2	Gesamt	6.986.184 €

Die Ergebnisse der o.g. Arbeitsschritte sind im Detail in tabellarischen Aufstellungen in Anlage 2, farblich dargestellt in Übersichtsplänen in Anlage 3 sowie in Bauwerksdokumentation in Anlage 4 zu finden. In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass die vorliegende Sanierungsbedarfsplanung nicht die Objektplanung gemäß HOAI ersetzt.

Die vorgeschlagenen Baulose zur Reparatur, Renovierung und Erneuerung sind jeweils in weiteren Planungsphasen bis zur Ausführungsplanung zu vertiefen. Für etwaige Planungsleistungen im Rahmen der HOAI-Objektplanung sowie erforderlichen Nebenleistungen zur Planung (z.B. Vermessung, Baugrundgutachten) ist von 25% der Baukosten auszugehen. Diese sind bei Ermittlung der Kostenrahmen jeweils hinzuaddiert worden.



Um den Kostenrahmen vollständig abzubilden sind zudem weitere Baunebenleistungen, wie z.B. Wasserhaltung, Grundwasserabsenkung, Entsorgungskosten kontaminierter Böden, o.ä., zu erwarten. Art und Umfang dieser Baunebenleistungen sind zum aktuellen Stand der Sanierungsbedarfsermittlung nicht definiert festzulegen. Daher wird ein zu erwartender Zuschlag von 25 % Baunebenleistungen auf die ermittelten Sanierungskosten für Erneuerungsmaßnahmen (reine Baukosten) hinzugerechnet.

⁵ davon entfallen 2,75 Mio. € (reine Baukosten) auf den „Sonderfall Rahmedestr.“, siehe Kapitel 7.5.2

 	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Weiter ist anzumerken, dass sich die ermittelten Sanierungsbedarfe rein auf den baulichen Kanalzustand beziehen. Für die weiterführenden Planungen wird daher empfohlen im Rahmen der Vorplanung gemäß HOAI eine Überprüfung der jeweiligen hydraulischen Kapazitäten durchzuführen. Ebenfalls ist es zu empfehlen sich vor der Sanierung mit weiteren beteiligten Trägern der unterirdischen Infrastruktur abzustimmen und ggfs. mit bereits geplanten Maßnahmen Dritter zu verschneiden (Generieren von Synergieeffekten).

Dies sichert im Rahmen der konzeptionellen Betrachtung die Berücksichtigung der funktionalen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte.

	<p style="text-align: center;">Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p style="text-align: center;">Projekt-Nr. M3</p> <p style="text-align: center;">Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p style="text-align: center;">Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

10. Projekterfahrungen

Kommunikation

Die Kommunikation innerhalb des Gesamtprojektes erfolgte zwischen allen Beteiligten gut strukturiert und innerhalb kurzer Reaktionszeiten.

Die Gesamtabstimmung des Projektablaufes und der Projektziele erfolgte in mehreren großen Runden gemeinsam zwischen dem Projektmanagement, dem Auftraggeber sowie dem Auftragnehmer. Diese grundlegenden Abstimmungen erfolgten jeweils zum Projektstart sowie zu relevanten Meilensteinen der Fertigstellung wie z.B. der Fertigstellung der Ausschreibungsunterlagen oder der Zwischenergebnisse der Zustandsklassifizierung.

Während des laufenden Projekts erfolgte zudem eine regelmäßige Abstimmung bzw. Dokumentation der Zwischenstände zwischen dem Projektmanagement und der Ingenieurbegleitung sowie zwischen der Ingenieurbegleitung und dem gewerblichen AN im Zuge der Ausführung der Reinigungs- und Inspektionsleistungen.




Zu Beginn des Projektes erfolgte ein Austausch der erforderlichen GIS-Daten mit dem seitens des AG beauftragten Büros. Hier war aufgrund von Schnittstellenproblematiken eine mehrfache Übertragung der Datensätze erforderlich, die zu einer Verzögerung des planmäßigen Projektstarts geführt haben.

Arbeitsfortschritt Reinigung

Der Arbeitsfortschritt bei der Reinigung, Datenerfassung und Zustandsklassifizierung verlief größtenteils planmäßig. In wenigen Einzelfällen musste aus technischen Gründen auf eine Haltungsreinigung im Vorfeld zu Inspektion verzichtet werden. Dieser Umstand wurde jeweils mit dem AG kommuniziert und anhand der Lage nachweislich begründet: In wenigen Fällen war ein Einbringen der erforderlichen Spülschläuche aufgrund der fehlenden Anfahrbarkeit von Schächten nicht möglich. Ebenfalls wurde in besonders verkehrsneuralgischen Bereichen auf eine vorherige Reinigung verzichtet, um Straßensperrungen möglichst kurzweilig zu halten.

Erfahrungen / Hinweise zur technischen Realisierung

Die bei Erstellung der Ausschreibungsunterlagen berücksichtigten erhöhten **Verschmutzungsgrade** von im Mittel 15 % (Grundposition), sowie Zulage-Positionen für Verschmutzungsgrade von 16 – 30 % und >30 % haben sich in der Praxis nur vereinzelt als erforderlich erwiesen. Die Hauptsammler wurden zu großen Teilen direkt nach dem Hochwasserereignis 2021 gereinigt, wobei große Mengen an Sediment und Schotter entfernt wurden. Im weiteren Betrieb des Gesamtnetzes wurden immer wieder Einspülungen von Sedimenten und Schotter beobachtet, sodass in den Ausschreibungsunterlagen entsprechend erhöhte Ansätze für die Entsorgung des Räumgutes aus der Kanal-/ Schachtreinigung gewählt wurden. Bei der aktuellen Reinigung wurden lediglich in den Hauptsammlern letzte Verlagerungen von gröberem Material festgestellt. In den Nebenkanälen konnten keine nennenswerten

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Sedimentansammlung mehr verzeichnet werden, - was u.a. auf den natürlichen Reinigungseffekt in Abschnitten mit steilen Längsgefälle und damit erhöhten Fließgeschwindigkeiten zurückgeführt werden kann.

Ebenso wurde eine Vielzahl an vorgesehenen Maßnahmen der **Verkehrslenkung** nicht benötigt, da es i.d.R. möglich war über mehrere Haltungen hinweg zu inspizieren und sich somit in verkehrstechnisch unkritischen Bereichen aufzustellen.




Standardleistungspositionen zur **Wasserhaltung** während der Kamerabefahrung wie Pumpenanlagen und Absperrblasen wurden vorsorglich im Leistungsverzeichnis erfasst, waren während der Ausführung jedoch nicht in dem vorgesehenen Umfang notwendig. Bedingt durch die größtenteils vorhandenen Hanglagen mit steilen Längsgefällen konnte das Abwasser ohne Rückstau und mit z.T. hoher Fließgeschwindigkeit abfließen. Hauptsammler in den Tallagen mit höheren Abwasseraufkommen wurden darüber hinaus gezielt nachts oder in den frühen Morgenstunden abgearbeitet.

Bürgerbeschwerden/Verkehrssicherung

Während der gewerblichen Leistungen mussten verschiedene Herausforderungen in der Örtlichkeit bewältigt werden. In der Anlaufphase kam es vereinzelt zu Beschwerden von ansässigen Bürgern, die sich durch die Reinigungs- und Inspektionsarbeiten im Verkehrsraum beeinträchtigt fühlten. Diese Beschwerden betraf insbesondere die Einschränkungen im ohnehin begrenzten Fahrraum bzw. das Blockieren von Zufahrten, die durch die eingesetzten Kolonnenfahrzeuge verursacht wurden. Obwohl die Stadt Altena bereits vor Ausführungsbeginn proaktiv über die geplanten Maßnahmen und Hintergründe mittels Presseartikel in den Printmedien und Veröffentlichungen auf der städtischen Website informierte, stellte sich heraus, dass nicht alle betroffenen Bürger erreicht werden konnten. Auch fiel unmittelbar nach Ausführungsbeginn die Website der Stadt Altena durch einen Hackerangriff dauerhaft aus. Viele Bürger, insbesondere diejenigen, die keinen regelmäßigen Zugang zu digitalen Medien oder Printzeitungen hatten, fühlten sich unzureichend informiert. Durch die direkten Gespräche mit den gewerblichen Mitarbeitern vor Ort konnte jedoch in den meisten Fällen eine schnelle Lösung bzw. Einigung erzielt werden.




Gemeinsam mit der Verkehrsbehörde wurde im weiteren Verlauf abgestimmt, dass in Bereichen mit geplanten, temporären Vollsperrungen eine Verteilung von Anwohner-Informationsschreiben per Posteinwurf unerlässlich ist.

Insgesamt zeigte sich, dass eine enge Abstimmung zwischen gewerblichen AN, Ingenieurbegleitung sowie Ordnungsamt, und eine direkte Kommunikation mit den Bürgern essenziell für den reibungslosen Ablauf vor Ort waren.

 	<p>Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p>Projekt-Nr. M3</p> <p>Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p>Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Quellenverzeichnis

- [1] DWA-M 149-3: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 3: Beurteilung nach optischer Inspektion (Mai 2024)
- [2] Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien), herausgegeben von der Ländergemeinschaft Wasser (LAWA), 8. Auflage (2012), Kulturbuchverlag Berlin GmbH

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Abkürzungsverzeichnis

AG Auftraggeber

AN Auftragnehmer

ARGE Arbeitsgemeinschaft

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

DH Deckelhöhe

GEP Generalentwässerungsplan

HW Hochwasser

HWS Hochwasserschäden

IB Ingenieurbüro

IK Ingenieurklasse

I-Richtung Inspektionsrichtung; O von Oben (in Fließrichtung) U von Unten (gegen Fließrichtung)

KA Kläranlage

PG Plangebiet

RÜ Regenüberlaufbecken

SH Sohlhöhe

SKO Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung



SKU Stauraumkanal mit untenliegender Entlastung

SoBW Sonderbauwerk

VSA Versickerungsanlage

WAP Wiederaufbauplan

ZK Zustandsklasse

	<p>Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021</p> <p>Projekt-Nr. M3</p> <p>Kanalbefahrung und -sanierung</p> <p>Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 – Terminplan

Anlage 2 – Ergebnis-Tabellen

Anlage 2.1_PG2.1

Anlage 2.1.1_PG2.1_Zustandsklassen und Sanierungsbedarfsplanung_Haltungen

Anlage 2.1.2_PG2.1_Zustandsklassen und Sanierungsbedarfsplanung_Schächte

Anlage 2.1.3_PG2.1_Übersicht nicht befahrene Haltungen

Anlage 2.1.4_PG2.1_Übersicht nicht befahrene Schächte

Anlage 2.1.5_PG2.1_alle Baulose_Haltungen

Anlage 2.1.6_PG2.1_alle Baulose_Schächte

Anlage 2.1.7_PG2.1_Zustandsklassen und Sanierungsbedarfsplanung_SoBW

Anlage 2.2_PG2.2

Anlage 2.2.1_PG2.2_Zustandsklassen und Sanierungsbedarfsplanung_Haltungen

Anlage 2.2.2_PG2.2_Zustandsklassen und Sanierungsbedarfsplanung_Schächte

Anlage 2.2.3_PG2.2_Übersicht nicht befahrene Haltungen

Anlage 2.2.4_PG2.2_Übersicht nicht befahrene Schächte

Anlage 2.2.5_PG2.2_alle Baulose_Haltungen

Anlage 2.2.6_PG2.2_alle Baulose_Schächte

Anlage 2.2.7_PG2.2_Zustandsklassen und Sanierungsbedarfsplanung_SoBW

Anlage 3 – Planunterlagen

Anlage 3.1_PG2.1

Anlage 3.1.1_PG2.1_Übersichtsplan Zustandsklassen_Haltungen

Anlage 3.1.2_PG2.1_Übersichtsplan Zustandsklassen_Schächte

Anlage 3.1.3_PG2.1_Übersichtsplan HW-Schadenszuordnung_Haltungen

Anlage 3.1.4_PG2.1_Übersichtsplan HW-Schadenszuordnung_Schächte

Anlage 3.1.5_PG2.1_Übersichtsplan Baulose mit HWSB_Haltungen

Anlage 3.1.6_PG2.1_Übersichtsplan Baulose mit HWSB_Schächte




Anlage 3.2_PG2.2

Anlage 3.2.1_PG2.2_Übersichtsplan Zustandsklassen_Haltungen

Anlage 3.2.2_PG2.2_Übersichtsplan Zustandsklassen_Schächte

Anlage 3.2.3_PG2.2_Übersichtsplan HW-Schadenszuordnung_Haltungen

Anlage 3.2.4_PG2.2_Übersichtsplan HW-Schadenszuordnung_Schächte

 	Wiederaufbau nach der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 Projekt-Nr. M3 Kanalbefahrung und -sanierung Ingenieurleistungen Kanalzustandsermittlung für Plan- gebiet PG 2	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Anlage 3.2.5_PG2.2_Übersichtsplan Baulose mit HWSB_Haltungen

Anlage 3.2.6_PG2.2_Übersichtsplan Baulose mit HWSB_Schächte

Anlage 4 – Sonderbauwerke (Bauwerksdokumentationen)

Anlage 4.1_PG2.1

Anlage 4.1.1_RÜ Dahlberg

Anlage 4.1.2_SKO IV Dahle_Einlaufbauwerk mit RÜ

Anlage 4.1.3_SKO IV Dahle_Auslaufbauwerk mit Drossel

Anlage 4.1.4_SKU Dahle Fuhleck_Drosselbauwerk

Anlage 4.1.5_SKU Dahle Fuhleck_Einlaufbauwerk

Anlage 4.1.6_SWPW Evingsen-Bauernstraße

Anlage 4.1.7_SWPW Vorm Kalkofen-Zur Roleye

Anlage 4.1.8_SWPW_Bäckerssiepen

Anlage 4.2_PG2.2

Anlage 4.2.1_RÜ Mühlenrahmede

Anlage 4.2.2_RÜ Rahmedestraße

Anlage 4.2.3_SKU_Rahmedestraße

Anlage 4.2.4_SKU_Rahmedestraße_Netto_Einlaufbauwerk und

SKU_Rahmedestraße_Netto Auslaufbauwerk mit RÜ

Anlage 4.2.5_SKU_Rahmedestraße_Netto_Auslaufbauwerk Drossel

Anlage 4.2.6_SKU_Südstraße_RÜ

Anlage 4.2.7_SKU_Südstraße_Drosselbauwerk

Anlage 4.2.8_SKU_Unterer_Ardeyweg_RÜ

Anlage 4.2.9_SWPW Brinkweg

Anlage 4.2.10_VSA_Ahornweg I und

VSA_Ahornweg II

Anlage 4.2.211_VSA Höllensteiner Weg

Anlage 5 – Gewässerquerungen (Fotodokumentation)

Anlage 5.1_PG2.1

Anlage 5.2_PG2.2