

Statik - Vorbemessung

Projekt: Pläßstraße / Tiewinkel (Hinterlandentwässerung Kurler Busch)
Kanalerneuerung (Regenwasserkanal DN 800)

Bauherr: Stadtentwässerung Dortmund
Sunderweg 86
44147 Dortmund

Aufsteller: Ahlenberg Ingenieure GmbH
Am Ossenbrink 40
58313 Herdecke

Tel: 0 23 30 / 80 09 - 0
Fax: 0 23 30 / 80 09 - 80

Umfang: Vorbemessung der Schachtbaugruben 011, 012, 020 und
023 sowie Verbaustatik zwischen Schacht 08 und 09

Bearb.-Nr.: C5_20962B

Herdecke, 11.06.2026



AHLENBERG
ingenieure

GEOTECHNIK UMWELT INFRASTRUKTUR
Ahlenberg Ingenieure GmbH
Am Ossenbrink 40 58313 Herdecke
Tel. 02330 8009 0 Fax 02330 8009 80

Dipl.-Ing. Bektas

1. Vorbemerkungen

Die Stadtentwässerung Dortmund plant im Stadtbezirk Scharnhorst im Stadtteil Kurl-Husen zwischen dem Kurler Waldbach (parallel zum Weg „Im Ostfeld“) im Norden und dem Körnebach im Süden die Erneuerung bzw. den Neubau von Regen- und Mischwasserkanälen. Die Planungen für die Kanäle betreffen die Straßen Tiewinkel, Pläßstraße, Schüttersort, Töllenkamp, Husener Straße einschließlich der Querung der mehrgleisigen Bahntrasse und des Geländes der ehemaligen Zeche Kurl sowie des geplanten Neubaugebietes südlich der Husener Straße.

Die vorliegenden Unterlagen beinhalten die Bemessung der geplanten Start- und Zielbaugruben (Zielgrube 011, Startgrube 012, Startgrube 020 und Zielgrube 023) sowie die Vorbemessung der geplanten Baugrubensicherungsmaßnahmen zwischen Schacht R08 und R09.

Zur Sicherung der Schachtbaugruben mit Baugrubentiefen zwischen 4,43 m und 6,23 m sind Spritzbetonschalen vorgesehen.

Die Planung dieser Maßnahme erfolgt durch die Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH.

Auf der Grundlage des „Rahmenvertrages Baugrunduntersuchungen“ L338/25 und des objektbezogenen Angebotes vom 23.01.2026 wurde die Ahlenberg Ingenieure GmbH, Herdecke, von der Stadt Dortmund, Stadtentwässerung Dortmund, mit Auftragsschreiben vom 27.01.2026 mit der Vordimensionierung der Baugrubensicherungsmaßnahmen beauftragt.

1.1 Unterlagen

Grundlagen der Berechnungen sind die folgenden aufgeführten Unterlagen:

- Gutachten - Pläßstraße/Tiewinkel Kanalerneuerung - Gutachten für die Abschnitte nördlich der Bahntrasse (offene Bauweise und Rohrvortriebe) - Baugrunduntersuchung - (Rahmenvertrag L576/16 / 21.03.2017), Planungsstand Oktober 2018, Status: Vorentwurf bzw. Genehmigungsentwurf“, Ahlenberg Ingenieure GmbH, 06.11.2018, Bearb.-Nr. B7/18509
- Gutachten - Pläßstraße/Tiewinkel, Kanalerneuerung Regenwasserkanal DN 800 (Schacht R012 bis R09), Unterfahrung der mehrgleisigen DB-Strecke und Kanalverlegung auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Kurl - Baugrunduntersuchung - (Rahmenvertrag L576/16 / 21.03.2017) Planungsstand „Entwurfsplanung (09/2019)“, Ahlenberg Ingenieure GmbH, 10.06.2020
- Lagepläne „40500-Blatt05_Lageplan 3-AP.pdf“ bis „40500-Blatt09_Lageplan 7-AP.pdf“, von der Stadtentwässerung Dortmund per Mail erhalten am 28.10.2025
- Schnitte „40500-Blatt10_LS-Gewässerverrohrung-AP.pdf“ und „40500-Blatt12_LS-MW_Kanal 3-6-AP.pdf“, von der Stadtentwässerung Dortmund per Mail erhalten am 28.10.2025
- Abschätzen der bauzeitlichen Grundwasserfördermengen, Baumaßnahme Pläßstraße/Tiewinkel, Hinterlandentwässerung Kurler Busch, Ahlenberg Ingenieure GmbH, 11.06.2026
- Baugrubenplan, Draufsicht und Schnitte, Startbaugrube 011 Husenerstraße, KE Pläßstraße /Tiewinkel, Maßstab 1:50, Stadtentwässerung Dortmund, Stand: 01.2026

-
- Baugrubenplan, Draufsicht und Schnitte, Startbaugrube 012 Töllenkamp, KE Pläßstraße /Tiewinkel, Maßstab 1:50, Stadtentwässerung Dortmund, Stand: 01.2026
 - Baugrubenplan, Draufsicht und Schnitte, Startbaugrube 020 Schüttersort, KE Pläßstraße /Tiewinkel, Maßstab 1:50, Stadtentwässerung Dortmund, Stand: 01.2026
 - Baugrubenplan, Draufsicht und Schnitte, Zielbaugrube 023 Tiewinkel, KE Pläßstraße /Tiewinkel, Maßstab 1:50, Stadtentwässerung Dortmund, Stand: 01.2026
 - Baugrubenplan, Querprofile (QP 1 bis QP 6) Mauer Zeche Kurl , Stadtentwässerung Dortmund, per Mail erhalten am 22.01.2026

1.2 DIN-Vorschriften/Literatur

DIN 4085:	Berechnung des Erddrucks
EAB:	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 6. Auflage
EA-Pfähle:	Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.)
DIN 1054:2010-12	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 18800	Stahlbetonbau
DIN EN 1997-1:	Eurocode 7, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik. Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN EN 1991- 1	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 161:	Statische Berechnung von Vortriebsrohren (März 2014)
Regelwerk Arbeitsblatt: DVWK-A 127,	Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen (August 2000)

1.3 Baustoffe

Beton:	C 25/30
Betonstahl:	BSt 500 S (A)
Betonstahlmatten:	BSt 500 M (A)
Stahl:	HEB 200 / Stahlgüte S235
Holz	d = 10 cm

1.4 Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung

Expositionsklasse gegen Bewehrungskorrosion

XD2 (Bauteile, die chloridhaltigen Industriegewässern ausgesetzt sind (nass selten trocken))

XF2 (Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen (mäßige Wassersättigung mit Taumittel / hohe Wassersättigung))

XC4 (Außenbauteile mit direkter Beregnung, Bauteile in Wasserwechselzonen (wechselnd nass und trocken))

1.5 Betondeckung

Mindestbetondeckung:	$c_{min} = 40 \text{ mm}$
Vorhaltemaß:	$\Delta c = 15 \text{ mm}$
Nennmaß der Betondeckung:	$c_{nom} = 55 \text{ mm}$

1.6 Beton

Betonfestigkeitsklasse:	C25/30
Charakteristische Druckfestigkeit:	$f_{ck} = 25 \text{ MN/m}^2$
Mittelwert der Zugfestigkeit:	$f_{ctm} = 2,6 \text{ MN/m}^2$

Teilsicherheitsbeiwerte

Grundkombination:	$\gamma_c = 1,5$
Außergewöhnliche Kombination:	$\gamma_c = 1,3$
Elastizitätsmodul:	$E_{cm} = 31.000 \text{ MN/m}^2$

1.7 Betonstahl

Betonstahlsorte:	BSt 500 S (A)
Nennstreckgrenze:	$f_{yk} = 500 \text{ N/m}^2$
Charakteristische Zugfestigkeit:	$f_{tk} = 550 \text{ N/m}^2$
Teilsicherheitsbeiwert Grundkombination:	$\gamma_s = 1,15$
Außergewöhnliche Kombination:	$\gamma_s = 1,0$
Elastizitätsmodul:	$E_s = 200.000 \text{ MN/m}^2$

1.8 Stahl

Stahlbauprofil:	Stahlprofil HEB 200, Stahlgüte 235
-----------------	------------------------------------

2. Baugrund

Die Felduntersuchungen wurden durch die Ahlenberg Ingenieure GmbH, Herdecke, durchgeführt.

Die Lage der Sondieransatzpunkte kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden. Der Bodenaufbau ist in Form von Schichtprofilen und Festigkeitsdiagrammen auf den Einzelblättern der Sammelanlage 2 dargestellt.

Wie aus den Schichtprofilardarstellungen der Sammelanlage 2 zu ersehen ist, wurden an allen im Bereich der Schachtbauwerke und vor dem Bestandsmauerwerk abgeteufte Kleinrammbohrungen (KRB) aufgefüllte, gemischtkörnige Bodenpartien angetroffen. Diese bestehen in großem Umfang aus feinsandigen Schluffen, die in unterschiedlichem Umfang

mit Bauschutt, Schlacke, Asche und Mineralgemisch vermengt sind. Bereichsweise, wie an dem Aufschlusspunkt KRB 2, wurde oberflächennah überwiegend anthropogene Auffüllung, bestehend aus Asche, Schlacke und Bauschuttresten, angetroffen.

Unterhalb der Auffüllungen wurden gewachsene feinsandige tonige Schluffe, die eine steife bis halbfeste Konsistenz aufweisen, angetroffen. Unterhalb der Schluffe wurde der verwitterte Mergel vorgefunden.

2.1 Bodenmechanische Kennwerte

Für die Berechnungen wurden auf der Grundlage der Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen und den Erfahrungen der Ahlenberg Ingenieure GmbH die folgenden bodenmechanischen Kennwerte angegeben:

Tabelle 1: Mittlere bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)

Bodenart	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ' [°]	c' [kN/m²]	E_s [kN/m²]
Oberboden (1)	15 - 17	9 - 10	20 - 25	2 - 0	-
Auffüllungen (Bauschutt, Bergematerial) (2)	21	11	35	0	80 - 100
schluffige Auffüllungen (3)	19 - 20	11	25 - 27,5	10 - 5	10 - 15
Schlammablagerung (4)	17	7	15 - 20	5 - 2	2 - 3
gewachsener Schluff und verwitterter Mergel (5)	19 - 20	11	25 - 27,5	15 - 10	15 - 25
fester Mergel (6)	20 - 21	11 - 12	40 ¹⁾	-	> 100

In der Tabelle 1 bedeuten: γ / γ' = Wichte des feuchten Bodens / unter Auftrieb
 φ' = Reibungswinkel des dränierten Bodens
 c' = Kohäsion des dränierten Bodens
 E_s = Steifemodul
 1) = Ersatzreibungswinkel einschl. Kohäsion

2.2 Grundwassersituation

Nach den Baugrunduntersuchungen stehen im Bereich des geplanten Schachtes 011, ca. 3,5 m, des Schachtes 012 ca. 4,3 m, des Schachtes 020 ca. 4,0 m und im Bereich des Schachtes 023 ca. 2,5 m unter GOK Wasser an. Danach steht das Grundwasser zwischen ca. 1,07 m und ca. 2,0 m über den geplanten Baugrubensohlen.

Für die Herstellung der Schachtbaugruben sind außenliegende Grundwasserhaltungsmaßnahmen vorgesehen. Bei den Berechnungen wurde das Grundwasser vorlaufend vor dem Aushub bis mindestens 50 cm unter Aushubsohle abgesenkt angenommen.

Bei den Berechnungen wurde auf der sicheren Seite der Wasserdruck berücksichtigt.

3. Lastannahme

3.1 Ständige Lasten: Erddruck aus Bodeneigengewicht

Erddruck auf die Schachtbauwerke

Die Berechnungen erfolgten für die Bemessungssituation BS-T.

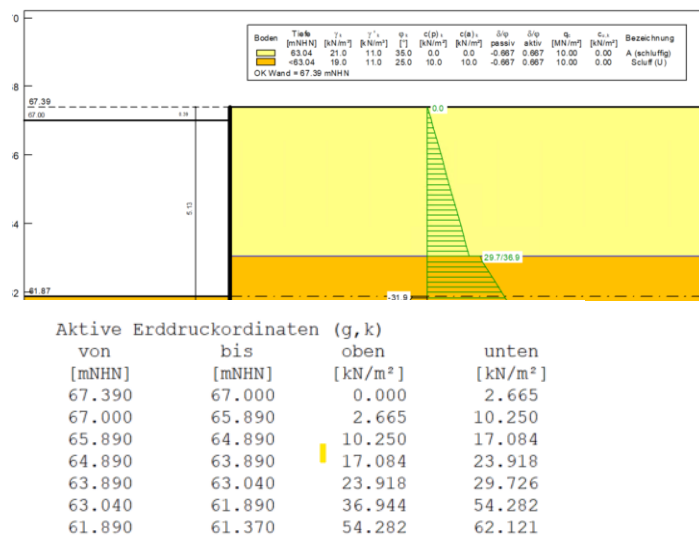
Da im Einflussbereich von Baugruben setzungsempfindliche Bauwerke/Leitungen nicht ausgeschlossen werden können, wurden die Berechnungen unter Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks ($k = 0,5 \times (k_0 + k_a)$) durchgeführt.

Der Wandreibungswinkel wurde mit $\delta_a = 2/3 \times \varphi'$ berücksichtigt.

Der Anteil des Erddrucks ist wie folgt ermittelt worden.

Um die Erddruckkräfte ermitteln zu können, wurde das Programm-System GGU-Retain angewendet. Die hier ermittelten Erddruckkräfte wurden als ständiger und gleichmäßig wirkender Erddruck auf die Spritzbetonschale in das Bemessungsprogramm (Trimas) übernommen.

Die Ergebnisse der Berechnung sind exemplarisch für die Zielbaugrube 011 nachfolgend grafisch dargestellt.

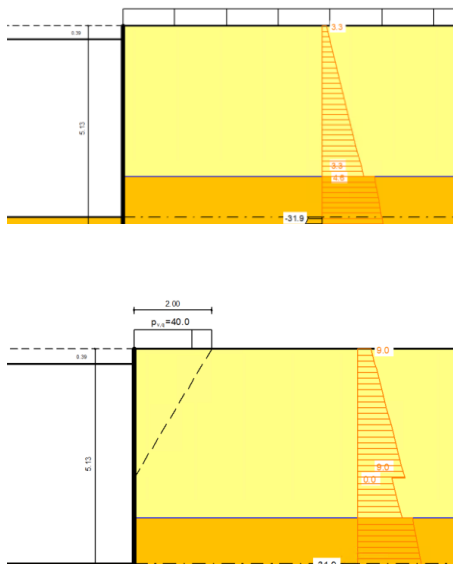


Vor Herstellung der Spritzbetonschale werden die anstehenden Böden freigelegt. Hinter der Spritzbetonschale kann sich kein höherer Erddruck als aktiver Erddruck einstellen. Die Spritzbetonschale wird grundsätzlich als nicht verformungsarmer Verbau angesehen. Die Berechnungen unter Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks liegen auf der sicheren Seite.

3.2 Verkehrslasten

Bei den Berechnungen der Schachtbaugruben wurde zur Ausführung der Hebearbeiten eine Verkehrslast aus Baggern und Hebezeugen, eine großflächige Gleitlast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ und eine zusätzliche Streifenlast von $q'_k = 40 \text{ kN/m}^2$ (30 t) entsprechend EAB 57, unmittelbar an der Baugrubenwand beginnend, berücksichtigt.

Erddruck aus Verkehrslasten auf die Zielbaugrube 011:



Die aus Verkehrslasten ermittelten Erddrücke wurden gem. EAB-Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ auf einen Viertel des Baugrubenumfangs als Rechteckkraft angesetzt.

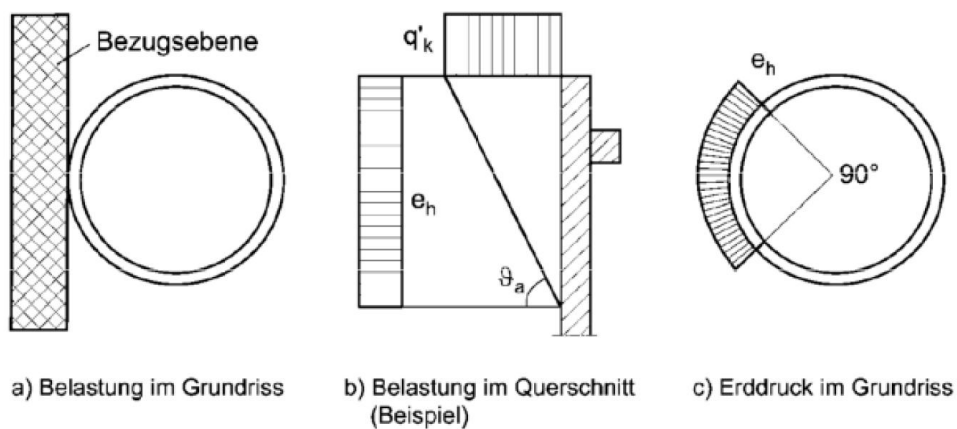


Bild EB 73-2. Ansatz des Erddruckes aus einer Streifenlast q'_k

3.3 Grundwassersituation

Nach den Baugrunduntersuchungen steht, im Bereich der geplanten Schächte 011, 012, 020 und 023 das Grundwasser zwischen ca. 1,07 m und ca. 2,0 m über den geplanten Baugrubensohlen.

Bei den Berechnungen wurde das Grundwasser vorlaufend vor dem Aushub bis mindestens 50 cm unter Aushubsohle abgesenkt angenommen.

4. Bemessungssituationen

Die Berechnungen erfolgten für die Bemessungssituation BS-T (Bauzustand).

5. Bemessungsprogramm

Die Bemessung der Spritzbetonschale erfolgte mit dem Programmsystem „TRIMAS - Räumliche FEM - Systeme“, Version 23.9, RIB Bausoftware AG. TRIMAS - Räumliche FEM - Systeme ist ein Programmpaket, welches die Möglichkeit bietet, durch Finite - Elemente - Systeme, räumliche Stabwerke sowie Faltwerke zu bemessen. Für die vorliegende Statik wurden Faltwerkelemente (Schalenelemente) verwendet. Die Eingabe des Systems erfolgte grafisch über ein definiertes globales Koordinatensystem.

Die Berechnungen wurden gem. DIN EN 1992-1-1, mit dem „nichtlinearen Verfahren“ durchgeführt.

5.1 Zusammenstellung der charakteristischen Einwirkungen auf die Spritzbetonschale

Die auf die Spritzbetonschale wirkenden charakteristischen Einwirkungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: Charakteristische Einwirkungen

Nr.	Lastfall	Lastgröße	Art	Einwirkungsort
1	LF 1	Erddruck	ständige Last	Erddruck auf die Wände
2	LF 2	Bagger / Hebezeug	Verkehrslast	Erddruck aus Verkehrslast auf einen Viertel des Gesamtumfanges

Die Eigenlasten der einzelnen Bauteile werden von dem angewendeten Programm als ständige Lasten ohne zusätzliche Angaben aufgrund der angegebenen Geometrie automatisch berücksichtigt.

Für die einzelnen Nachweise in den Grenzzuständen wurden die folgenden Einwirkungskombinationen berücksichtigt.

5.2 Einwirkungskombinationen in den GZT der Tragfähigkeit

Ständige und vorübergehende Bemessungssituation:

$$Ed = \Sigma (\gamma_G \times G_k) + \gamma_{Q,1} \times Q_{k,1} + \Sigma (\gamma_{Q,i} \times \Psi_{0,i} \times Q_{k,i}),$$

Um die ungünstigste Laststellung für die Bemessung der Einzelteile zu ermitteln, werden die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Einwirkungen in Abhängigkeit der Laststellung in den folgenden Einwirkungskombinationen zusammengestellt.

Laststellung 1: EK = alle ständigen Lasten (ist nicht maßgebend)

Laststellung 2: EK = alle ständigen Lasten „+“ Verkehr

$$EK = LF\ 1 + LF\ 2$$

Bei den Berechnungen wurde für die ständigen Lasten ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_G = 1,35$ und für die veränderlichen Lasten ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_Q = 1,50$ berücksichtigt.

5.3 Zusammenstellung der charakteristischen Einwirkungen auf die Wände

Die auf die Wände wirkenden charakteristischen Einwirkungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3: Charakteristische Einwirkungen Widerlager

Schacht	Lastfall	Lastgröße	Art	Erddruck
011	LF 1	54,30 kN/m ²	ständige Last	aus Bodeneigengewicht
	LF 2	4,60 kN/m ² und 7,64 kN/m ²	veränderliche Last	aus Verkehrslast
012	LF 1	29,50 kN/m ²	ständige Last	aus Bodeneigengewicht
	LF 2	4,61 kN/m ² und 13,05 kN/m ²	veränderliche Last	aus Verkehrslast
020	LF 1	31 kN/m ²	ständige Last	aus Bodeneigengewicht
	LF 2	4,61 kN/m ² und 9,03 kN/m ²	veränderliche Last	aus Verkehrslast
023	LF 1	56,4 kN/m ²	ständige Last	aus Bodeneigengewicht
	LF 2	4,61 kN/m ² und 14,15 kN/m ²	ständige und ver- änderliche Last	aus Verkehrslast

5.4 Bettung

Für die Spritzbetonwand wurde eine kontinuierliche elastische Bettung angenommen. Hierzu wurde hinter dem Spritzbetonverbau ein Bettungsmodul von $k_s(x,y,z) = 5 \text{ MN/m}^2$, das in allen drei Richtungen (x, y, z) wirkt, angesetzt.

6. Überlagerungseinstellung

Die Kombination der einzelnen Lastfälle wird über die Überlagerungseinstellung des Programmsystems miteinander kombiniert.

Die Überlagerungseinstellung gibt hauptsächlich an, für welche führende Größe das Minimum und Maximum der Überlagerung (Lastkombination) gebildet werden soll. Bei der vorliegenden Bemessung wurden die Tragwerkselemente als Schalen (Faltwerk) modelliert. Die maßgebenden Überlagerungstypen sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Bauteil	Beanspruchung	Überlagerungstyp
Flächenelemente	Faltwerk	Faltwerküberlagerung

Der Überlagerungstyp Faltwerk führt zu den folgenden Schnittgrößen:

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der Sammelanlage 3 ersichtlich und werden nachfolgend zu samengefasst:

Tabelle 4: Zusammenstellung der max. Beanspruchungen durch Biegemomente infolge gleichmäßigen Erddrucks

Schacht	m_{xx} (min / max) [kNm/m]	m_{yy} (min / max) [kNm/m]	m_{xy} (min / max) [kNm/m]
Schacht 011 Wand 1 bis Wand 4	-5,89 / 7,06	-6,56 / 9,27	-4,57 / 4,62-10,87
Schacht 012 Wand 1 bis Wand 4	-10,87 / 10,82	-4,55 / 14,33	-10,04 / 10,04

Schacht	m_{xx} (min / max) [kNm/m]	m_{yy} (min / max) [kNm/m]	m_{xy} (min / max) [kNm/m]
Schacht 020 Wand 1 bis Wand 4	-9,92 / 14,66	-1,46 / 10,71	-9,72 / -9,72
Schacht 023 Wand 1 bis Wand 4	-10,78 / 12,35	-7,61 / 10,22	-7,46 / 6,31

Gew. Bewehrung	erf. As (cm ² /m) (oben / unten)
Spritzbetonschale Schacht 011	erf. Aso und Asu = 2,14 / 3,14 cm ² /m Bewehrung gew. Q 335 A oben mit Asg = längs = 6,7 cm ² /m unten mit Asg = quer = 6,7 cm ² /m (Gesamt as = 13,4 cm ² /m)
Spritzbetonschale Schacht 012	erf. Aso und Asu = 2,57 / 5,97 cm ² /m Bewehrung gew. Q 335 A oben mit Asg = längs / quer = 6,7 cm ² /m unten mit Asg = längs / quer = 6,7 cm ² /m (Gesamt as = 13,4 cm ² /m)
Spritzbetonschale Schacht 020	erf. Aso und Asu = 3,83 / 6,91 cm ² /m Bewehrung gew. Q 335 A oben mit Asg = längs / quer = 6,7 cm ² /m unten mit Asg = längs / quer = 6,7 cm ² /m (Gesamt as = 13,4 cm ² /m)
Spritzbetonschale Schacht 023	erf. Aso und Asu = 3,39 / 3,83 cm ² /m Bewehrung gew. Q 335 A oben mit Asg = längs / quer = 6,7 cm ² /m unten mit Asg = längs / quer = 6,7 cm ² /m (Gesamt as = 13,4 cm ² /m)
Im Bereich der Öffnungen	Zusatzbügel (Steckbügel) gew. Ø12/15 (mit a _f = 7,54 cm ² /m)

Die Dicke der Spritzbetonschalen beträgt $d = 0,20$ m.

Zur bauzeitliche Auftriebssicherung der Baugrubensohle ist eine 50 cm dicke Dränschicht (Auflastfilter Kies / Sand) vorzusehen.

Zusätzlich sind für den Bauzustand auf den Baugrubensohlen eine offene Grundwasserhaltung vorzusehen, so dass Wasser gesammelt und abgeführt wird. Im Bauzustand wird somit kein Wasserdruck erwartet.

Im Bereich der Ein- und Ausfahrwänden sind Zusatzeisen (Steckbügel) anzuordnen.

7. Pressenwiderlager

Der Nachweis der Pressenwiderlager ist im Zuge der Ausführungsplanung unter Berücksichtigung der vorgesehen Vortriebsmaschine durchzuführen.

Aufgrund der vorhandenen geringen Überdeckung der Erdkörper hinter den Pressenwiderlagern ist nicht auszuschließen, dass eine zusätzliche Verankerung (z.B. Mikropfähle) erforderlich werden.

8. Allgemeine Hinweise für die Herstellung der Spritzbetonschale

Die Herstellung der Spritzbetonschale erfolgt sukzessiv mit fortschreitendem Bodenaushub von der Geländeoberkante nach unten. Je nach Bodenart erfolgt der Aushub im Allgemeinen über eine Tiefe von ca. 1,0 m bis 2,0 m (unverbaute Aushubtiefe). Hierbei muss der anstehende Boden kurzfristig über die Tiefe von 1,0 bis 2,0 m standfest sein.

Für beide vorgenannten Verbauarten gilt, dass das Grundwasser vorlaufend vor dem Aushub bis mindestens 50 cm unter Aushubsohle abgesenkt werden muss.

Aufgrund der Baugrundverhältnisse können, in Absprache mit dem Baugrundgutachter, ggf. Aushubtiefen größer als 1,5 m gewählt werden.

Bei der Planung wurde für die Herstellung der Spritzbetonschalen der folgende Bauablauf berücksichtigt.

1. Aushub bis 1,50 m u. GOK
2. Anspritzen 1 – 5 cm
3. Einbau Bewehrung über gesamte Abschlagstiefe
4. Aufbringen Spritzbeton in 3 Lagen bis 1,10 m u. GOK (Überlappungsbereich von 40 cm wird nicht angespritzt)
5. Aushub bis 1,50 m einschl. der Überlappungshöhe
6. Anspritzen 1 – 5 cm
7. Einbau Bewehrung über gesamte Abschlagstiefe
8. Aufbringen Spritzbeton in 3 Lagen bis 1,10 m unter Überlappungshöhe
9. Aushub bis 1,50 m einschl. der Überlappungshöhe
10. usw.

8. Offene Baugrube im Bereich der Schächte 08 und 09 (QP 1 bis QP 6)

8.1 Bemessungsgrundlagen

Im Bereich der Schächte 08 und 09 ist zur Verlegung des Regenwasserkanals DN 800 / DA 1200 eine offene Bauweise vorgesehen. Nach den Vorgaben ist für die Sicherung der Baugruben nördlich des Schachtes 09 ein Gleitschienenverbau und südlich des Schachtes 09 ein Normverbau (Verbauboxen, Tafelverbau) zu bemessen. Die geplante Baugrube für die offene Verlegung wird vor einem Bestandsmauerwerk angeordnet.

Zur Sicherung der Baugruben wurde ein Trägerbohlwandverbau (HEB 200) mit Holzausfachung vorgesehen. Zusätzlich zum TBW-Verbau wurde alternativ ein Spundwandverbau (TKL 602) untersucht.

Die Berechnungen wurden für die vorübergehende Bemessungssituation (Bauzustand) unter Berücksichtigung der dazugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte durchgeführt.

Nach den Baugrunduntersuchungen (Rammkernsondierung RKS 25 und RKS 26) stehen zwischen Schacht 08 und Schacht 09 zwischen 1,0 m bis 1,8 m Auffüllungen an. Unterhalb der Auffüllungen wurde der gewachsene Schluff und verwitterter Mergel angetroffen.

Für die Berechnungen wurden die im Rahmen der Baugrunduntersuchungen erkundeten Schichtenverläufe, die Grundwasserstände sowie die in Tabelle 1 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte angesetzt.

In den Berechnungen wurden, unter Berücksichtigung der EAB, 6. Auflage, für die im Einbindungsbereich der Verbauprofile anstehenden Böden die folgenden charakteristischen Mantelreibungs- und Spitzendruckwerte für eingerammte Träger angesetzt.

Tabelle 5: charakteristische Mantelreibungen der anstehenden Böden

Bodenart	Spitzendruck qb,k [MN/m²]	Mantelreibung qs,k [kN/m²]
Auffüllungen (Bauschutt, Bergematerial) (2), schluffige Auffüllungen (3)	0	0
gewachsener Schluff und verwitterter Mergel (5)	1,5	27

Bei der Bemessung der Baugruben (QP1 bis QP6) wurden die übermittelten Vermessungsgeometrien der Böschungen, hinter dem Bestandsmauerwerk, wie in der Anlage 4 in „blau“ dargestellt, angepasst. Bei den Berechnungen wurde die vorhandene Vorschüttung vor dem Bestandsmauerwerk nicht berücksichtigt.

Bei den Baugrunduntersuchungen wurde das Grundwasser zwischen Kote +61,03 m NN und Kote +61,60 m NN ca. 3,0 m unter GOK festgestellt. Danach steht das Grundwasser zwischen ca. 0,25 m und ca. 0,75 m unter den geplanten Baugrubensohlen.

Für den Fall, dass auch nördlich des Schachtes 09 ein Normverbau vorgesehen werden kann, wurde in den Querprofilen Q1 bis Q3 ebenfalls der Normverbau untersucht.

Bei den Berechnungen wurde eine Verkehrslast mit $p = 20 \text{ kN/m}^2$ (Mobilbagger) berücksichtigt.

Die geplanten Baugruben liegen teilweise im Lastausbereitungsbereich des Bestandsbauwerks. Die Berechnungen wurden unter Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks ($k = 0,5 \times (k_0 + k_a)$) durchgeführt.

8.2 Rechenprogramme

Die statischen Berechnungen für die aufgelöste Bohrpfahlwand wurden mit Hilfe des Programm-Systems GGU-RETAIN, Version 12.37 vom 17.02.2026, Berechnung von Verbauwänden ausgeführt.

Die Eingabe der Geometrie (z. B. Abstand Mauerwerk) und die Ergebnisse der Berechnungen beziehen sich auf die Systemachse (Trägerachse).

8.3 Ergebnisse der Berechnungen

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der Sammelanlage 4 ersichtlich und werden nachfolgend zusammengefasst:

Querprofil QP 1 und QP 2

(Baugrubenlänge ca. 3,0 m, Breite = ca. 2,0 m, Höhe = 2,8 m)

GOK / BGS	Verbauprofil gew.	Statisch erf. Gesamtlänge [m]	Einbindetiefe [m]	Gurtung / Steife gew.	Ausfa- chung
+64,65 m NN / +61,85 m NN	TBW HEB 200, S235 a = 2,5 mm	5,20 m	2,35 m	Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck - TITAN -) Ansatzhöhe = +63,85 m NN	Holzausfa- chung d ≥ 7,2 cm
	Alternativ: SPW- Verbau SPW-Profil TKL 602 (S270 GP)	5,10	2,30 m	Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck - TITAN -) Ansatzhöhe = +63,85 m NN	-

Querprofil QP 3

(Baugrubenlänge ca. 11,90 m, Breite = ca. 2,0 m, Höhe = 2,7 m)

GOK / BGS	Verbauprofil gew.	Statisch erf. Gesamtlänge [m]	Einbindetiefe [m]	Gurtung / Steife gew.	Ausfa- chung
+64,52 m NN / +61,82 m NN	TBW HEB 200, S235 a = 2,5 mm	5,0 m	2,20 m	HEB 200 Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck - TITAN -) Ansatzhöhe = +63,71 m NN	Holzausfa- chung d ≥ 6,5 cm
	Alternativ: SPW-Verbau SPW- Profil TKL 602 (S 270 GP)	5,10	2,20 m	HEB 200 Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck - TITAN -) Ansatzhöhe = +63,71 m NN	-

Querprofil QP 4

(Baugrubenlänge ca. 3,0 m, Breite = 3,0 m, Höhe = 2,63 m)

GOK / BGS	Verbauprofil gew.	Statisch erf. Gesamtlänge [m]	Einbindetiefe [m]	Gurtung / Steife gew.	Ausfachung
+64,40 m NN / +61,77 m NN	TBW HEB 200, S235 a = 2,5 mm	4,70 m	2,07 m	HEB 200 Kanalstreben Gi-S-310 (Ischebeck - TITAN -) Ansatzhöhe = +63,67 m NN	Holzausfachung d ≥ 7,0 cm

Querprofil QP 5

(Baugrubenlänge ca. 7,0 m, Breite = 2,0 m, Höhe = 2,50 m)

GOK / BGS	Verbauprofil gew.	Statisch erf. Gesamtlänge [m]	Einbindetiefe [m]	Gurtung / Steife gew.	Ausfachung
+64,44 m NN / +61,94 m NN	TBW HEB 200, S235 a = 2,5 mm	4,30 m	1,80 m	HEB 200 Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck – TITAN -) Ansatzhöhe = +63,64 m NN	Holzausfachung d ≥ 6,5 cm
	Alternativ: SPW- Verbau SPW-Profil TKL 602 (S 270 GP)	4,0 m	1,50 m	Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck – TITAN -) Ansatzhöhe = +63,64 m NN	-

Querprofil QP 6

(Baugrubenlänge ca. 11,5 m, Breite = ca. 2,15 m, Höhe = 2,30 m)

GOK / BGS	Verbauprofil gew.	Statisch erf. Gesamtlänge [m]	Einbindetiefe [m]	Gurtung / Steife gew.	Ausfachung

+64,47 m NN / +62,17 m NN	TBW HEB 200, S 235 Stahlgüte a = 2,50 m	4,0 m	1,70 m	HEB 200 Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck -TITAN -) Ansatzhöhe = +63,67 m NN	Holzaus- fachung d ≥ 6 cm
	Alternativ: SPW- Verbau SPW-Profil TKL 602 (S 270 GP)	3,85 m	1,35 m	HEB 200 Kanalstreben Gi-S-210 (Ischebeck -TITAN -) Ansatzhöhe = +63,67 m NN	-

Zum Abführen des Tagwassers ist in den Baugruben eine offene Wasserhaltung vorzusehen.

Nach den Ergebnissen der Berechnungen sind an den Oberkanten der Verbauten sehr geringe Verformungen ($< 1,0$ cm). Danach hat der geplante Verbau keinen Einfluss auf das Bestandsmauerwerk.

Die Gründungstiefe des Mauerwerks ist nicht bekannt. Es wird empfohlen, im Zuge der Arbeiten die vorhandene Vorschüttung zu belassen. Ggf. sind zur Sicherstellung, dass eine ausreichende Gründungstiefe ($> 0,8$ m) vorhanden ist, vor dem Bestand Schürfe anzulegen.

Zusätzliche Berechnungen für eine Baugrubensicherung mit Normverbauten (z.B. Verbaukasten, Tafel-, Gleitschienenverbau) haben gezeigt, dass der Verbau zur Aufnahme der Vertikallasten mindestens 0,7 m unter die Baugrubensohle einbinden muss. Da vorgenannte Normverbauten grundsätzlich nicht in den Baugrund einbinden, wird eine Baugrubensicherung über Normverbauten ohne Möglichkeit zur Einbindung nicht empfohlen.

9. Auftrieb und hydraulischer Grundbruch

Die Schachtbauwerke werden auf den gewachsenen Schluffe abgesetzt. Die Verbauträger binden ebenfalls in die gewachsenen Schluffen ein. Die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Schluffe wurden aufgrund der Körnungslinien mit $k_f = 1 \times 10^{-7}$ m/s bis 1×10^{-8} m/s „schwach durchlässig“ abgeschätzt.

Aufgrund der Baugrundverhältnisse und der geplanten Grundwasserabsenkungsmaßnahmen bis ca. 0,5 m unter der Baugrubensohlen der Schachtbauwerk und dass im Bereich der offene Verbau das Wasser ca. 0,25 m unter Baugrubensohle ansteht, kann ein hydraulische Grundbruch und Auftriebsgefahr ausgeschlossen werden.

Zur Vermeidung von Auflockerungen bzw. Aufweichung der Böden ist nach Ausheben der Baugrubensohlen ein Auflastfilter (Dränshicht) mit ca. 0,5 m aus Kies / Sand vorzusehen.