



Fernwärmesystemanbindung West (FWS-West)

Ergänzende Unterlage zum Planfeststellungsantrag

Umgang mit Baugrubenwasser

Wärme Hamburg GmbH

Mai 2021

Rev1 Juni 2021

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Vorbemerkung | 3 |
| 2 | Baugrundaufbau und Wasserstände | 5 |
| 2.1 | Los S1 Dradenaustraße und Los S2 Antwerpenstraße..... | 5 |
| 2.2 | Los T1 Elbquerung | 6 |
| 2.3 | Los N1 Parkstraße und Los N2 Groß Flottbeker Straße | 8 |
| 3 | Wasserhaltung | 9 |
| 3.1 | Trassenlose S1 Dradenaustraße und S2 Antwerpenstraße | 9 |
| 3.2 | Tunnellos T1..... | 10 |
| 3.3 | Trassenlose N1 Parkstraße und N2 Groß Flottbeker Straße | 11 |
| 4 | Indirekteinleitung – fliegendes Siel | 11 |
| 4.1 | Trassenlose S1 Dradenaustraße und S2 Antwerpenstraße | 11 |
| 4.2 | Tunnellos T1 | 12 |
| 4.3 | Trassenlose N1 Parkstraße und N2 Groß Flottbeker Straße | 12 |
| 5 | Ausführung | 12 |
| 5.1 | Trassenlose S1 Dradenaustraße und S2 Antwerpenstraße | 12 |
| 5.2 | Tunnellos T1 | 13 |
| 5.3 | Trassenlose N1 Parkstraße und N2 Groß Flottbeker Straße | 14 |

Anlagen

- 1 Lageplan S1+S2 – Bericht 023581-1 Anlage 1
- 2 Anlage 9.1/9.2 - Berichtes 023851-1
- 3 Lageplan Tunnel - Bericht 023581-2 Anlage 1
- 4 Anlage 6.1 - 6.5 Berichtes 023581-2
- 5 Lageplan N1+N2 – Bericht 023581-3 Anlage 1
- 6 Berechnungsgrundlage Baugrubenwasser Hindenburgpark
- 7 Stellungnahme zum Fachbeitrag WRRL

1 Vorbemerkung

Im Erläuterungsbericht zum Planfeststellungsantrag ist in Kapitel 3.10.6 der Umgang mit Baugrubenwasser beschrieben (vgl. Kap. 3.10.6, Rev2 vom 05.05.2021). Die dort erfolgten Angaben basieren auf der Auswertung vorhandener Archivdaten zu Baugrundaufschlüssen und Grundwasserzuständen (vgl. Kap. 11.1 Baugrundgutachten). Mit Fortführung der technischen Planung sowie der durchgeführten Baugrunduntersuchungen in 2019/2020 liegen jetzt Erkenntnisse vor, die detaillierte, aktualisierte Aussagen zum Umgang mit dem Baugrubenwasser zulassen. Diese werden nachfolgend beschrieben und stellen somit die Grundlage für Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben im Straßenbereich südlich und nördlich der Elbe sowie der Schächte des Tunnels im Hindenburgpark und am Jachtweg. Sie sind ebenfalls Grundlage für die Beantragung der Wasserrechtlichen Erlaubnis zur Entnahme (Abpumpen) des Baugrubenwassers gemäß § 8 WHG sowie der Einleitgenehmigung in die Siele nach § 11a HmbAbwG. Das Baugrubenwasser wird im Wesentlichen gespeist durch Stauwasser. Als Stauwasser wird oberflächennahes, zeitweilig auftretendes, frei bewegliches „Bodenwasser“ bezeichnet, dessen Abfluss in den Grundwasserleiter durch geologische Gegebenheiten gehemmt ist.

Da die Berichte der Baugrunduntersuchungen für die Ausschreibungen der Baumaßnahmen erstellt wurden, orientieren sich ihre Beschreibungen an den Losen der Ausschreibungen. Diese fassen quasi die in dem Planfeststellungsantrag verwendeten Abschnitte logisch zusammen. In nachfolgender Tabelle 1 ist die Loseinteilung den Abschnitten 1-14 aus dem Planfeststellungsantrag gegenübergestellt und folgend in Tabelle 2 den betroffenen Flurstücke zugeordnet. In der anschließenden Abbildung ist die Übersicht der Loseinteilung dargestellt.

Tab. 1: Gegenüberstellung der Los- und Abschnittseinteilung

| Los | Länge Los | Abschnitt | Name | Länge Abschnitt | Baugrundbericht** |
|------------|-----------|--|---|--|---|
| S 1 | 1.390 m | Abschnitt 1 | Dradenaustraße (S1 bis 90° Kurve) | 1.625 m | 023581-1: 1.Bericht; 16.02.2021 |
| S 2 | 1.560 m | Abschnitt 2 Abschnitt 3 | Antwerpenstraße (S2 ab 90° Kurve) Tankweg - Beginn | 1.215 m ca. 140 m | |
| T 1 | 1.445 m | Abschnitt 3 Abschnitt 4 Abschnitt 5 | Tankweg - Ende Elbquerung Hindenburgpark | ca. 145 m 1.195 m 95 m | 023581-2: 1.Bericht Rev.1, 30.11.2020. 1.Ergänzung zum 1.Bericht Rev1, 15.03.2021. 2.Bericht, 10.12.2020 |
| N 1 | 1.535 m | Abschnitt 6 Abschnitt 7 Abschnitt 8 Abschnitt 9 | Elbchaussee Parkstraße, südlicher Teil Parkstraße, mittlerer Teil Parkstraße, nördlicher Teil | 95 m 495 m 275 m 670 m | 023581-3: 1.Bericht, 09.04.2021 |
| N 2 | 1.695 m | Abschnitt 10 Abschnitt 11 Abschnitt 12 Abschnitt 13 Abschnitt 14 | Querung S-Bahntrasse Parkstraße-GFS* GFS*, südlicher Teil GFS*, nördlicher Teil Zum Hünengrab | 60 m 365 m 395 m 480 m 375 m | 023581-3: 1.Bericht, 09.04.2021 2.Bericht Rev2, 18.03.2021 |

*Groß Flottbeker Straße

** Grundbauingenieure Steinfeld und Partner

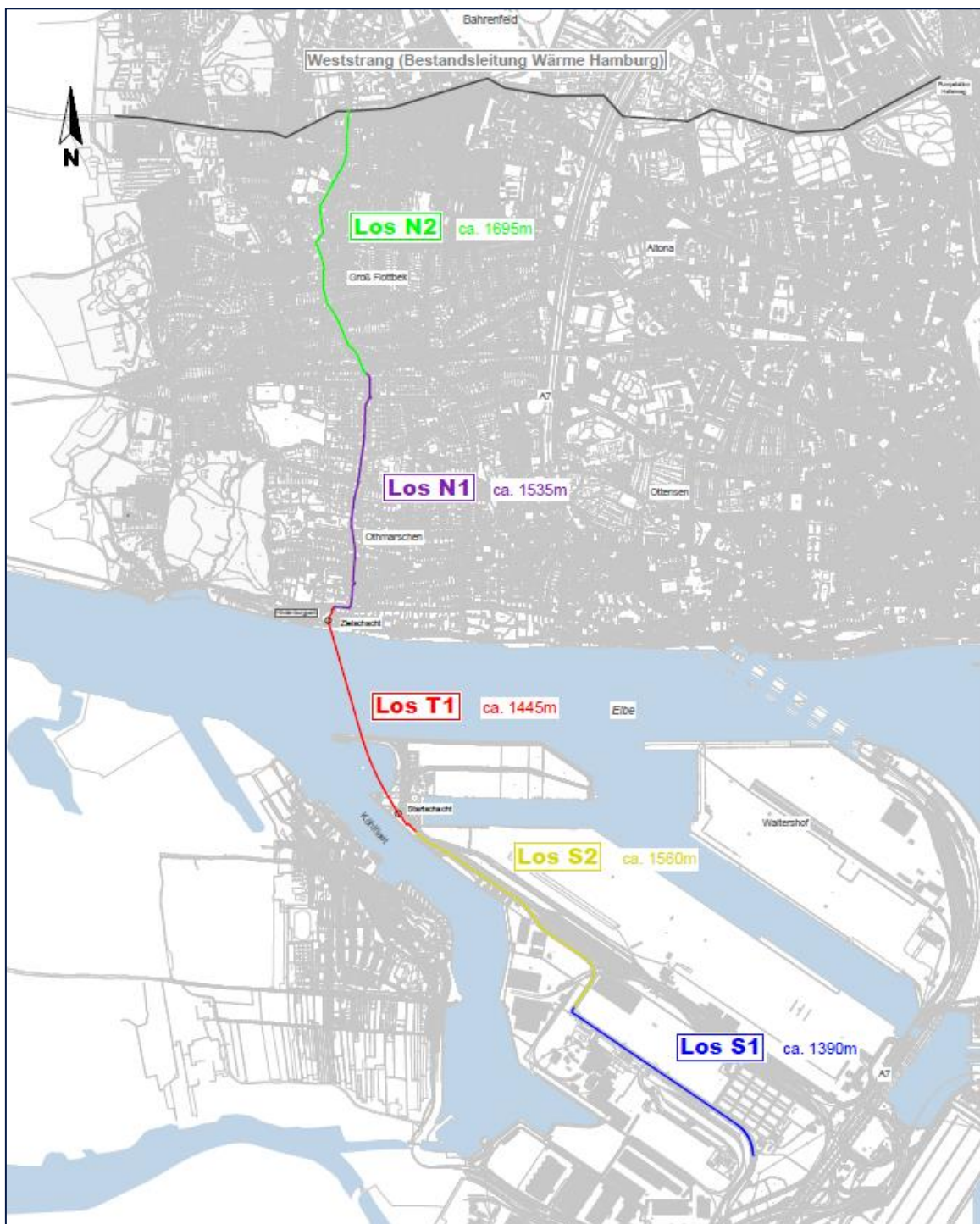


Abb. 1: Einteilung der Losabschnitte

2 Baugrundaufbau und Wasserstände

Mit Vorliegen der aktuellen Baugrundaufschlüsse können genaue Angaben zum Baugrund und der Wasserstände gemacht werden (vgl. Tabelle 1, Auflistung der Baugrundberichte, sowie Lagepläne in den Anlagen 1, 3 und 5); sie werden nachfolgend für die einzelnen Lose dargestellt.

2.1 Los S1 Dradenaustraße und Los S2 Antwerpenstraße

Nach den Ergebnissen der Baugrundbeurteilung (Bericht 023581-1) ergeben sich für die Bereiche Los S1 und Los S2 von oben nach unten folgender Baugrundaufbau:

- Oberflächenbefestigung aus Asphalt
- Auffüllungen aus Sand und Klei, lokal Deckschichten aus Mutterboden
- Organische Weichschichten aus Klei bzw. Klei und Torf
- Holozäne Sande

Zunächst bestehen die Auffüllungen aus Sand, häufig mit eingelagerten Bauschuttresten (Ziegel-, Beton-, Asphaltbruch oder Schlackeresten), Klei-Einlagerungen. Unterhalb der sandigen Auffüllungen wurde häufig aufgefüllter Klei, teilweise torfig, stellenweise sandstreifig erkundet. Stellenweise wurde MKW-Geruch festgestellt (Summe PAK entsprechend Z 2 nach LAGA M 20; vgl. Anlage 4.1 des Baugrundberichtes 023581-1).

Unterhalb der Auffüllungen aus Sand und Klei stehen gewachsene organische Weichschichten aus Klei und untergeordnet aus Torf und (stark) torfiger Mudde. Tendenziell wurden im Bereich der Dradenaustraße größere Weichschichtmächtigkeiten als im Bereich zwischen Antwerpenstraße und Tankweg erbohrt.

Die gewachsenen organischen Weichschichten werden von holozänen Sanden unterlagert. Örtlich wurde auch unterhalb der aufgefüllten Kleiböden eine Wechsellagerung von holozänen Sanden und gewachsenen Weichschichten aus Klei und Torf angetroffen.

Bei den während der Bohrarbeiten angetroffenen bzw. unmittelbar nach Bohrende gemessenen Wasserständen handelt es sich überwiegend um Stauwasser oberhalb und innerhalb der organischen Weichschichten bzw. um Mischwasserstände aus Stauwasser und dem unterhalb der aufgefüllten und gewachsenen organischen Weichschichten gespannt anstehendem Grundwasser.

In der Dradenaustraße (Los S1) hat sich ein großflächiger und zusammenhängender Stauwasserhorizont ausgebildet. Der Stauwasserhorizont liegt überwiegend im Höhenniveau um rd. NHN +4,5 m und damit lediglich nur 1 m bis 1,5 m unter der Geländeoberfläche.

In der Antwerpenstraße (Los S2) ist überwiegend mit einem Stauwasserhorizont zwischen etwa NHN +1,5 m und NHN +2,0 m zu rechnen. Östlich der Straßeneinmündung Köhlfleetdamm ist überwiegend mit einem Stauwasserhorizont zwischen rd. NHN +4,0 m bis NHN +4,5 m zu rechnen. Im Verlauf des Tankwegs wurden Wasserstände in einem Niveau bei

rd. NHN +1,0 m angetroffen. Hierbei handelt es sich um Grundwasser bzw. ggf. auch durch Niederschläge beeinflusstes und das Grundwasser überprägendes Stauwasser, das eine hydraulische Verbindung zur Elbe aufweist.

Zur Bestimmung der Wasserqualität wurden Proben aus dem Stauwasser entnommen und u.a. auf die Parameter zur Indirekteinleitung untersucht (vgl. Anlage 2 - Anlage 9.1/9.2 zum Bericht 023581-1). Für die Einleitung von Baugrubenwasser in ein Misch- oder Schmutzwassersiel liegt nur der Eisen-II-Parameter geringfügig über dem erlaubten Grenzwert von 2 mg/l. Die Zustimmung zur Übernahme in das Klärwerk Dradenau wurde liegt von Hamburg Wasser vor, die Zuführung erfolgt über ein fliegendes Siel parallel zur Trasse, da in der DradenustraÙe kein Mischwassersiel vorhanden ist.

2.2 Los T1 Elbquerung

Das Tunnelbaulos ist in drei Bereiche einzuteilen. (A) Der Startschacht mit dem Trassenverlauf im Gehölz liegt im südlichen Teil der Elbe unterhalb des Köhlfleethafens, (B) der Tunnel ist als Elbquerung zu sehen, der von Süden (Startschacht) nach Norden (Zielschacht) die Elbe unterquert und (C) der Zielschacht im Hindenburgpark, von dem aus die Leitung erdverlegt bis zur Elbchaussee verläuft.

(A) Startschacht Jachtweg mit Trassenverlauf im Gehölz

Im Bereich des Startschachtes stehen unterhalb von aufgefüllten Böden organische Weichschichten aus Klei und Torf an, die nachfolgend von holozänen und weichselzeitlichen Sanden bzw. Sanden und Kiesen unterlagert werden. Die geplante Unterkante der Schachtsohle bei rd. NHN -22,7 m liegt innerhalb der weichselzeitlichen Sande.

Im Bauzustand wird davon ausgegangen, dass das Grundwasser bei NHN +3,5 m steht.

Der Leitungsabschnitt vom Tankweg bis zum Startschacht ist geprägt durch aufgefüllte Sande mit Kleieinlagerungen sowie auch aufgefüllte Kleischichten (4 m bis 5 m unter GOK bzw. rd. NHN +1,0 m bis rd. NHN +2,2 m). Unterhalb der Gründungsebene der Leitungstrasse folgen zunächst noch weitere aufgefüllte Sande oder Kleilagen, die dann zur Tiefe hin von einer Wechsellagerung von gewachsenen Sanden und Klei unterlagert werden.

Grundsätzlich muss oberhalb hochliegender aufgefüllter bindiger Kleilagen örtlich und zeitlich begrenzt mit dem Antreffen von Stauwasser gerechnet werden. Wasser wurde bei den Bohrarbeiten in der Höhenlage um rd. NHN +1,3 m angetroffen und nach Bohrende in einem Niveau um rd. NHN +1,0 m eingemessen. Hierbei handelt es sich um Grundwasser bzw. ggf. auch durch Niederschläge beeinflusstes und das Grundwasser überprägendes Stauwasser, das eine hydraulische Verbindung zur Elbe aufweist.

(B) Tunnel

Die im Bereich der Tunneltrasse anstehenden Böden lassen sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeit (k-Wert) bzw. Wasserleitfähigkeit generell in Grundwasser-

leiter ($k \geq 10^{-6}$ m/s) und Grundwasserhemmer / Grundwassergeringleiter ($k < 10^{-6}$ m/s) unterscheiden.

Zu den Grundwasserleitern gehören die sandigen Auffüllungen, die holozänen, weichselzeitlichen und elsterzeitlichen Sande mit Kieseinlagerungen (die den Hauptgrundwasserleiter der Elbmarsch bilden) sowie die saalezeitlichen und elsterzeitlichen Sande und Kiese.

Zu den Grundwassergeringleitern (Grundwasserhemmer) gehören die bindigen Auffüllungen und die holozänen organischen Weichschichten (Klei und Torf), der elsterzeitliche Lauenburger Ton, die bindigen Geschiebeböden (Geschiebelehm, Geschiebemergel) und der miozäne Glimmerton.

In der Elbmarsch werden die Grundwasserstände durch die Wasserstände der Elbe bestimmt. Der Wasserstand in der Elbe ist tideabhängig.

In den Sanden der Elbmarsch steht das Grundwasser wegen der Überdeckung mit gering wasserleitfähigen Böden überwiegend gespannt an. Es steht in hydraulischer Verbindung mit der Elbe. Die tidebedingten Wasserstandsschwankungen der Elbe wirken sich hier in Abhängigkeit von der Entfernung zur Elbe phasenverschoben und mit gedämpften Amplituden auf die Grundwasserstände bzw. das Grundwasserdruckniveau in der Elbmarsch aus.

In den sandig ausgebildeten Auffüllungen ist dort, wo diese oberflächennah von wasserstauenden Bodenschichten unterlagert werden, mit dem Vorkommen von oberflächennahem Stauwasser zu rechnen.

Die Höhenlage des Stauwassers ist u.a. von der Höhenlage und Ausdehnung der wasserstauenden Schicht, der Mächtigkeit des Stauwasserleiters, den Vorflutverhältnissen und vor allem der Dauer und Intensität der Niederschläge anhängig.

(C) Zielschacht Hindenburgpark und Trassenverlauf

Im Bereich des Zielschachtes steht geländenah zunächst ein kompakter Geschiebemergelhorizont an, der nachfolgend von einer Wechsellagerung von Sanden, Kiesen und Geschiebemergel unterlagert wird. Darunter wurden in unterschiedlichen Tiefenlagen und unterschiedlichen Mächtigkeiten elsterzeitliche Ablagerungen aus Lauenburger Ton, Geschiebemergel, aufgearbeiteten Glimmerton und Sanden sowie Kiesen erbohrt. Die geplante Unterkante der Schachtsohle liegt bei rd. NHN -19,7 m.

Im Bauzustand müssen die Grundwasserstände des oberen Grundwasserleiters in den Schmelzwassersanden und die Grundwasserstände im unteren Grundwasserleiter in den elsterzeitlichen Sanden, der in hydraulischer Verbindung zu den Elbwasserständen steht, berücksichtigt werden, um eine Abschätzung der anfallenden Wassermenge während der Bauphase zu geben.

Der Leitungsverlauf vom Zielschacht bis zur Elbchaussee (Abschnitt 5) liegt im Bereich des Elbhangs rd. 2,8 m bis maximal rd. 4,8 m unterhalb der vorhandenen GOK. Unterhalb der Geländeoberfläche wurden geringmächtige Auffüllungen aus humosen Sanden sowie Mutterboden in Tiefen bis rd. 0,5 m unter Ansatzpunkt der Aufschlüsse erbohrt. Darunter liegt

ein Geschiebemergelkomplex mit örtlich eingelagerten Sandstreifen (wenige Zentimeter mächtig) sowie auch Sandlagen (mehrere Dezimeter mächtig). Im Bereich der Bastion wurde eine 50 cm mächtige Beckenschlufflage aufgefunden.

Der oberflächennah im Elbhang anstehende Boden aus überwiegend Geschiebemergel ist nahezu wasserundurchlässig. Im Geschiebemergel eingelagerte Sandlagen können wasserführend sein. Hierbei handelt es sich um Stau- und Schichtenwasser. Vorrangig niederschlagsabhängig muss mit dem Antreffen von oberflächennah ablaufendem Hangwasser und auch mit der Bildung von Stauwasser in der oberhalb des Geschiebemergels erbohrten Auffüllung bzw. Mutterboden gerechnet werden.

2.3 Los N1 Parkstraße und Los N2 Groß Flottbeker Straße

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse liegt im Bereich der Lose N1 und N2 der FWS West vereinfacht von oben nach unten folgender Baugrundaufbau vor:

- Oberflächenbefestigung aus Asphalt
- Auffüllungen aus Sand und Geschiebelehm/-mergel
- Geschiebelehm und Geschiebemergel
- örtlich saalezeitliche Schmelzwassersande

Unterhalb der Oberflächenbefestigung wurden vorwiegend Auffüllungen aus Sand und z. T. Geschiebelehm/-mergel erkundet. Diese enthalten häufig eingelagerte Bauschuttreste (Ziegel-, Beton-, Asphaltbruch oder Schlackeresten) und weisen stellenweise MKW-Geruch auf (Summe PAK entsprechend Z 2 nach LAGA M 20; vgl. Anlage 6.1/6.2 des Baugrundberichtes 023581-3). Innerhalb des Straßenkörpers ist erfahrungsgemäß in der Regel von einer Auffüllungsmächtigkeit von etwa 1 m bis 2 m auszugehen. Ausnahme bilden hier die tiefer unter Straßenniveau wieder verfüllten Aushubgräben von tief liegenden Leitungen.

Unterhalb der Auffüllungen folgt der gewachsene Baugrund aus einem saalezeitlichen bindigen Geschiebebodenkomplex aus Geschiebelehm und –mergel mit örtlich eingelagerten Sandlagen.

Vom Hindenburgpark bis etwa auf Höhe der Lüdemannstraße befindet sich die Trasse im Bereich des Grundwassernichtleiters aus bindigem Geschiebeboden. Ab Lüdemannstraße bis zur Notkestraße steht das Grundwasser teilweise gespannt, teilweise ungespannt um NHN +19/20 m an. Das Grundwasserdruckniveau liegt auf Höhe des Hindenburgparks um ca. NHN +12,5 m und steigt dann nach Norden hin auf ca. NHN +19 m an. Dieses gespannt anstehende Grundwasser hat auf die geplante Baumaßnahme keinen nennenswerten Einfluss.

Innerhalb des Geschiebebodens wurde örtlich Wasser angetroffen. Dabei handelt es sich vorwiegend um in den bindigen Geschiebelehm/-mergel eingelagertes Schicht- bzw. Stauwasser. In den Auffüllungen oberhalb des bindigen Geschiebebodens und in den Sandstreifen bzw. innerhalb des sandigen Geschiebemergels ist mit Stau- und Sickerwasserständen

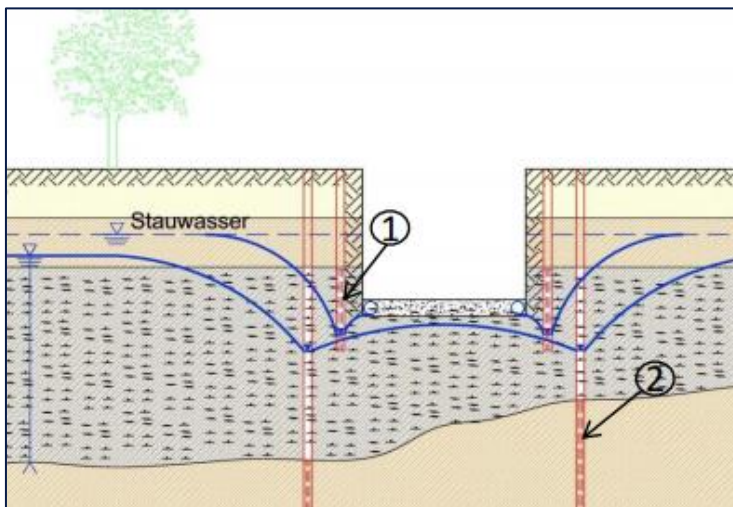
zu rechnen, die vorrangig abhängig von Niederschlägen und den örtlichen Vorflutverhältnissen sind.

Bauzeitlich ist für die Schacht- und Leitungsbaugruben Stau- und Schichtenwasser im Niveau von rd. 1 m unter jeweiliger GOK anzusetzen.

3 Wasserhaltung

3.1 Trassenlose S1 Dradenaustraße und S2 Antwerpenstraße

In den südlichen Baulosen können die Stauwasserstände örtlich begrenzt und jahreszeitabhängig bis nahe GOK reichen. Die vorübergehende (während der Bauzeit) Wasserhaltung erfolgt im Vakuumverfahren, bei dem das Stauwasser durch Unterdruck erfasst wird. Bei außergewöhnlichen Hochwasserereignissen kann eine Grundwasserdruckentspannung kurzfristig notwendig sein. Deshalb wird in Teilbereichen eine Kappung von Grundwasserspitzen erforderlich, für die KleinfILTERbrunnen herzustellen und zu betreiben sind. Um den Bauablauf bei solchen Ereignissen nicht unterbrechen zu müssen, sind die Anlagen einschließlich der dafür erforderlichen hydraulischen Berechnungen schon Gegenstand der Ausführungsplanung.



- 1 Wasserhaltung im Vakuumverfahren
- 2 Setzen von KleinfILTERbrunnen

Abb. 2: Prinzipskizze der Wasserhaltung von Stau-, Schichten- und Sickerwasser

Bei den Vakuumverfahren werden eine zuvor berechnete Anzahl von Spüleinheiten (auch Vakuumlanzen), jeweils bestehend aus Spülspitze, Filter und Aufsatzrohr, in den Boden neben der Baugrubensohle eingespült. Die Vakuumlanzen arbeiten mit Unterdruck, der durch Vakuumpumpen an der Geländeoberkante erzeugt wird. Dadurch wird das Wasser angesogen und nach oben transportiert. Um das austretende Wasser zuverlässig aufzufangen, werden patentierte Vakuumlanzen eingesetzt, die auch bei kontaminierten Böden zugelassen sind. Anschließend werden Saugleitungen oben an den Aufsatzrohren angebracht und diese miteinander verbunden.

3.2 Tunnellos T1

(A) Startschacht Jachtweg und (C) Zielschacht Hindenburgpark

Die Herstellung der beiden Schachtbauwerke erfolgt in nachfolgend vereinfacht dargestellten Arbeitsschritten:

- Herstellung der Schlitzwände
- Temporäre Sicherung des Bauwerkes gegen Hochwasser (Startschacht)
- Wasserspiegelabsenkung des innerhalb der Schlitzwände im Boden gefangenen Wassers (Lenzen) durch Brunnen bis zur Arbeitsebene (-12 m NHN)
- Ausheben des Bodens innerhalb der Schlitzwände auf -12 m NHN
- Säubern der Schlitzwände parallel zum Aushub/Lenzen der Baugrube
- Einbau der Auftriebspfähle von der Arbeitsebene auf -12 m NHN
- Nassaushub bis zur finalen Tiefe (-23,50 m NHN)
- Säubern der Schlitzwände parallel zum Nassaushub
- Herstellen der Unterwasserbetonsohle
- Säubern der Schlitzwände und Unterwasserbetonsohle einschließlich Abpumpen

Da im Zuge der Herstellung der Schlitzbetonwände Undichtigkeiten auftreten können, wird innerhalb der Betonsohle ein Pumpensumpf vorgesehen, der das anfallende Leckagewasser sammelt und durch eine Pumpe kontinuierlich entwässert wird.

Weiter werden – wie im Bauablauf oben beschrieben - beide Schächte während der Bauphase einmalig entwässert (Lenzwasser), sodass innerhalb der Baugrube für den Rest der Bauzeit lediglich Sickerwasser und Leckagewasser anfällt (Restwasserhaltung).

(B) Tunnel

Die Entwässerungsstrategie während des Tunnelbaus ist wie folgt zu beschreiben: Die Tunnelbohrmaschine setzt während des Bohrvortriebes die Tübbinge (Tunnelbausteine aus Beton) zu einem geschlossenen Kreis (Ring) zusammen. Die Tübbinge besitzen eine Wasserundurchlässigkeit, die den Tunnel während der Bauphase und Betriebes trocken hält. Da die so entstehende Tunnelwand einschalig ist, ist bei Fertigstellung jedes Tunnelrings der Endzustand erreicht. Damit kann noch während des Baus die Dichtigkeit des Tunnels resp. jedes Tunnelrings überprüft werden.

Da es unter verschiedenen Umständen passieren kann, dass die Tübbingfugen kleine, durchaus übliche Undichtigkeiten aufweisen, ist ein max. Grundwassereindrang von 0,02 l/m² und Tag in den Tunnel spezifiziert worden. Dieses Leckagewasser wird in einem Pumpensumpf am Tunnelboden aufgefangen und zur Sohle des Startschachtes abgeleitet.

(C) Hindenburgpark Trassenverlauf

In der hangseitigen Baugrube sowie in der Baugrube im Bereich der Elbchaussee (Bastion) ist grundsätzlich mit dem Auftreten von Stauwasser bis nahe zur GOK zu rechnen. Es muss verhindert werden, dass eintretendes Stauwasser sich im Rohrleitungsgraben sammelt und zum Zielschacht abfließt. Als Sperren werden deshalb in definierten Abständen Tonriegel vertikal in der Baugrube angeordnet, die ein Abfließen verhindern.

3.3 Trassenlose N1 Parkstraße und N2 Groß Flottbeker Straße

In den nördlichen Baulosen wird die Baugrubenentwässerung im Wesentlichen durch Niederschlagswasser geprägt. Zur Fassung und Ableitung von Tagwasser sowie ggf. anzutreffenden Stau- und Sickerwassers ist eine offene Wasserhaltung in den jeweiligen Bauabschnitten geplant.

Für die Trockenhaltung der Leitungsgräben und der Schachtbaugruben sowie zum Schutz der strukturempfindlichen bindigen Geschiebeböden wird unterhalb der Rohre ein Sohlflächenfilter aus gut wasserdurchlässigen Sanden in einer Stärke von rd. 35 cm eingelegt. Das sich in den Rohrgräben sammelnde Niederschlagswasser wird dann über randlich zu verlegende Baudränagen innerhalb des Flächenfilters gefasst und mittels mobil eingesetzter Schmutzwasserpumpen über lokal eingerichtete Pumpensümpfe abgepumpt und in das vorhandene Mischwassersiel eingeleitet.

4 Indirekteinleitung – fliegendes Siel

4.1 Trassenlose S1 Dradenaustraße und S2 Antwerpenstraße

Die grundsätzliche Zustimmung für das Einleiten des gefassten Wassers der südlichen Baulose in das Klärwerk Dradenau liegt der Wärme Hamburg vor. Die gefassten und gesammelten Wassermengen sind in regelmäßigen Abständen über ein zugelassenes Labor zu beproben und gemäß des in Hamburg verbindlichen bzw. mit HSE vertraglich festgelegten Parameterumfang zu untersuchen. Die orientierende Analyse der Wasserproben ergab, dass die Parameter mit Ausnahme von Eisen II alle eingehalten werden (vgl. Anlage 2 - Anlage 9.1/9.2 des 1. Berichtes 023851-1).

Da in der Dradenaustraße kein Siel zur Einleitung liegt und das Siel in der Antwerpenstraße nicht ausreichend leistungsfähig ist, wird während der Bauzeit eine sog. fliegende Leitung (DN 200) oberirdisch parallel zum Trassenverlauf errichtet. Mit der HSE ist der Übergabepunkt (FWS-West) am westlichen Klärwerksrand festgelegt, auf HSE-Gelände wird in einen straßengleichen Schacht (ca. +6 m NHN) eingebunden (siehe beigefügter Plan). In das Siel werden in Abständen von ca. 100 m Anschlüsse an die Baugrube gelegt, sodass das gefasste Wasser dort hineingepumpt werden kann. Nach Abschluss der Baumaßnahme wird die Leitung zurück gebaut.

4.2 Tunnellos T1

(A) Startschacht Jachtweg und (B) Tunnel

Die Einleitung des gefassten Wassers aus dem Startschacht erfolgt analog der Trassenlose S1 und S2 über die fliegende Leitung in das Klärwerk Dradenau. Die generelle Zustimmung von HSE liegt vor.

Darüber hinaus wird, nachdem der Startschacht fertig gestellt worden ist, der Tunnel von Süden nach Norden vorgetrieben. Das anfallende Leckagewasser innerhalb des Tunnels wird in Richtung Startschacht gepumpt und in der Schachtsohle zusammen mit dem Sicker- und Leckagewasser des Schachtes gesammelt. Von dort wird es über leistungsfähige Pumpen nach oben befördert und über die fliegende Leitung ins Klärwerk Dradenau eingeleitet.

(C) Zielschacht Hindenburgpark

Das bei der Herstellung des Zielschachtes anfallende Lenzwasser sowie das kontinuierlich abzuleitende Sicker- und Leckagewasser wird in das örtliche Mischwassersiel eingeleitet.

Die orientierenden Analysen der entnommenen Wässer im Bereich der Schächte ergab, dass die Parameter mit Ausnahme von Sulfat am Startschacht für die Indirekteinleitung eingehalten werden (vgl. Anlage 4 – Anlage 6.1-6.5 des 1. Berichtes 023581-2).

4.3 Trassenlose N1 Parkstraße und N2 Groß Flottbeker Straße

Für die Baumaßnahmen nördlich der Elbe ist die Einleitung des gefassten Wassers in die vorhandenen Mischwassersiele vorgesehen. Da das abzuleitende Baugrubenwasser sich überwiegend aus Niederschlagswasser bildet und der Anteil an Sicker- und Stauwasser gering sein wird, wird sich die Mengenbilanz für die Transportkapazitäten der Siele nur geringfügig erhöhen. Denn das Niederschlagswasser wird auch jetzt im versiegelten Straßenraum über die Straßenabläufe (Trummen) in die Siele abgeleitet.

5 Ausführung

5.1 Trassenlose S1 Dradenaustraße und S2 Antwerpenstraße

Los S1

Die aktuelle Planung sieht vor, die Lose S1 und S2 parallel zum Trassenabschnitt am Tankweg des Tunnelloses T1 auszuführen. In jedem Bauabschnitt sollen zwei Leitungsabschnitte mit Grabenlängen von rd. 100 m gleichzeitig geöffnet werden. Nach Fertigstellung der ersten Rohrleitungsabschnitte werden jeweils an den Endpunkten dieser Abschnitte Kopflöcher offengehalten und nicht verfüllt. Wenn eine bestimmte Rohrleitungslänge in den einzelnen Grabenabschnitten verlegt worden ist, kann dieser Leitungsabschnitt von Kopfloch zu Kopfloch thermisch vorgespannt und endgültig verschweißt werden. Die Kopflöcher werden dann verfüllt und eine Wasserhaltung ist nicht mehr erforderlich.

Im Abschnitt S1 wurde ein zusammenhängender großflächiger Stauwasserhorizont angetroffen, sodass hier das Stauwasser abzupumpen ist. Wir gehen davon aus, dass das Stauwasser in den aufgefüllten Sanden oberhalb der organischen Weichschichten zur Trockenhaltung der Grabensohlen auf ein Niveau von etwa +3,25 m NHN bis +2,5 m NHN abzupumpen ist. Beim Hauptabsperrschacht ist das Stauwasser bis auf ca. NHN $\pm 0,0$ m abzupumpen. Gleichzeitig liegt die Aushubsohle im Niveau des mittleren eingepprägten Grundwasserstandes.

Beidseitig des Rohrgrabens ist eine Galerie von Vakuumlanzen einzuspülen, an Vakuumpumpen anzuschließen und so das Stauwasser abzupumpen. Im Bereich des Hauptabsperrschachtes wird vorausseilend zusätzlich ein KleinfILTERbrunnen angeordnet, der im Falle von Hochwasserständen in der Elbe kurzfristig die Wasserhaltung unterstützen soll, um einen Aufbruch der Baugrubensohle zu verhindern. (Prinzipskizze der Wasserhaltung in Abb. 2)

Los S2

Im Abschnitt S2 wurden in Höhe der Baugrubensohlen in verschiedenen Teilabschnitten unterschiedlich hohe Stauwasserstände angetroffen und im westlichen Abschnitt im Bereich des Tankweges Grundwasser. In einigen Abschnitten lag der Stauwasserstand zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung unterhalb der Baugrubensohlen. Es ist davon auszugehen, dass in Teilabschnitten kleinräumig Maßnahmen zur Stauwasser- und/oder Grundwasserregulierung erforderlich werden sowie abhängig von den Niederschlagsereignissen eine Tagwasserhaltungen mit Pumpensümpfen und Baudränagen vorzuhalten und zu betreiben sind.

Im Bereich des Tankweges ist der Einsatz von KleinfILTERbrunnenanlagen vorgesehen. Zusätzlich sind im Bereich der Rohrleitungstiefpunkte sowie der Kopflöcher und des Hauptabsperrschachtes ebenfalls KleinfILTERbrunnen anzuordnen, um bei Hochwasserereignissen kurzfristig reagieren zu können.

5.2 Tunnellos T1

(A) Startschacht Jachtweg und (C) Zielschacht Hindenburgpark

Die Entwässerungsstrategie ist bei beiden Schächten vergleichbar. Für die bauzeitliche Grundwasserhaltung ist zwischen Lenzen der Trogrbaugruben und Restwasserhaltung der gelenzten Baugruben zu unterscheiden. Beim Lenzen wird die Baugrube nach vollständigem Bodenaushub leergesumpt. Während des Bodenaushubs innerhalb der Schlitzwände wird das dort anstehende, gefangene Wasser durch Brunnen bis zur Arbeitsebene bei -12 m NHN baubegleitend abgesenkt. Da das Wasser innerhalb der niedergebrachten Schlitzwände bis in die wasserdichten Schichten des Lauenburger Tons keine Verbindung mehr zum außerhalb der Schlitzwände anstehenden Stau-/Grundwasser hat und der weitere Zufluss weitestgehend ausgeschlossen werden kann, ist die Absenkung des Wasserspiegel vergleichbar mit dem Lenzen der Baugrube. Diese Wassermenge ist in der angegebenen Lenzwassermenge enthalten.

Die anschließende Restwasserhaltung umfasst die Aufnahme des nach dem Lenzen durch geringfügige Undichtigkeiten in den Baugrubenwänden bzw. in der Baugrubensohle eintretenden Grundwassers. Hierfür wird auf der Baugrubensohle ein Pumpensumpf hergestellt, aus dem das eintretende Wasser abgepumpt wird.

Es wird davon ausgegangen, dass das Pumpvolumen zu Beginn der Baumaßnahme höher ist als im weiteren Verlauf der Baumaßnahme, da die Schächte eine Dichtigkeit aufweisen, die ein Eindringen des anstehenden Grundwasser minimiert.

Angabe der Dichtigkeitskriterien:

- Startschacht: 1,5 Liter/s pro 1.000 m² benetzte Außenfläche (2.661 m²)
- Zielschacht: 1,5 Liter/s pro 1.000 m² benetzte Außenfläche (1.103 m²)
- Tunnel: 0,02 Liter/m² pro Tag (8.119 m²)

(B) Tunnel

Der Tunnel ist während des Vortriebes praktisch mit dem Bau jedes Tunnelrings im Endzustand und damit seine grundsätzliche Wasserdichtigkeit abschnittsweise erreicht. Lediglich Leckagewasser, das durch Undichtigkeiten der Tübbingfugen eintritt, wird abgepumpt werden müssen. Dieses Leckagewasser wird im Tiefpunkt gesammelt und im Anschluss zum Pumpensumpf des Startschachtes gepumpt und von dort zur Oberfläche gefördert.

5.3 Trassenlose N1 Parkstraße und N2 Groß Flottbeker Straße

Nördlich der Elbe werden zeitgleich jeweils zwei Baugruben in den Abschnitten N1 und N2 mit einer Haltungslänge bis zu 100 m hergestellt. In Summe sind somit bis maximal ca. 400 m Rohrleitungsgraben zeitgleich geöffnet.

Die Rohrgräben werden vor Verlagerung der Bauabschnitte verfüllt und die Straßen wiederhergestellt. Im Zuge des Rohrgrabenaushubes ist zur Fassung und Ableitung von Tagwasser sowie ggf. anzutreffenden Stau- und Sickerwassers eine offene Wasserhaltung mittels mobil eingesetzter Schmutzwasserpumpen und lokal einzurichtender Pumpensümpfe vorzusehen, die nach Bedarf und Wasseranfall einzurichten und zu betreiben sind. Im Bereich der Leitungsgräben sind randlich Baudränagen vorzusehen, die das Tag- und Stauwasser zu den mobilen Pumpensümpfen führen sollen.

Tab. 2: Zusammenstellung des anfallenden Baugrubenwasser

| Losbezeichnung | | Bauzeit | Flurstück** Gemarkung | Dauer (Wochen) | Max. Abfluss/h | Gesamtmenge m³/Flurstück**** | Bemerkung |
|-----------------------------|--|-------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|--|
| S1 Dradenaustraße | | 09.2021 – 08.2023 | 5265 Finkenwerder Nord | 100 | 170 m³/h | 645.120 m³ | Vakuumlansen; Kleinfilterbrunnen bei dem Hauptabsperrschacht |
| S2 Antwerpenstraße | | 09.2021 – 10.2023 | | 110 | 150 m³/h | 514.080 m³ | |
| Verlauf zwischen den Kurven | | | 2279 Finkenwerder Nord | | | 92.200 | ca. 0,73 m³ pro m² in Anspruch genommene Fläche |
| bis Köhlfleetdamm | | | 897 Steinwerder-Waltershof | | | 367.800 | |
| | | | 1651 | | | 950 | |
| | | | 1475 | | | 250 | |
| Tankweg | | | 1653 | | | 23.010 | |
| | | | 1525 | | | 2.470 | |
| | | | 1526 | | | 19.200 | |
| | | | 1486 | | | 3.850 | |
| | | | 1485 | | | 4.360 | |
| T1 Tunnel | Graben Gehölz | 11.2023 – 03.2024 | | 20 | 10 m³/h | 60.480 m³ | |
| | | | 1653 | | | 3.610 | ca. 22,22 m³ pro m² in Anspruch genommene Fläche |
| | | | 1696 | | | 56.870*** | |
| | Startschacht Lenzwasser Restwasserhaltung | 10.2021 – 11.2024 | 1696 Steinwerder-Waltershof | 35 155 | k. A. 7 m³/h* | 10.000 m³ 187.104 m³ | max. m³/h des Lenzwassers ist auch abhängig von der Leistungsfähigkeit des Siels |
| | Tunnel | 09.2022 – 05.2023 | | 36 | 7 m³/h | 40.919 m³ | |
| | | | 1696 Steinwerder-Waltershof | | | 40.919***** | |
| | | | 1651 | | | | |
| | | | 3148 | | | | |
| | | | 1649 | | | | |
| | | | 1658 | | | | |
| | | | 1706 | | | | |
| | | | 588 | | | | |
| | | | 325 Klein Flottbek | | | | |
| | | | 1076 | | | | |

| Losbezeichnung | | Bauzeit | Flurstück** Gemarkung | Dauer (Wochen) | Max. Abfluss/h | Gesamtmenge m³/Flurstück**** | Bemerkung |
|----------------------------------|---|---------------------|--------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|--|
| | Zielschacht | 09.2022 – 11.2024 | 1077 | | | | max. m³/h des Lenzwassers ist auch abhängig von der Leistungsfähigkeit des Siels |
| | Lenzwasser Restwasserhaltung | | 306 | 35 114 | k. A. 3 m³/h* | 5.000 m³ 57.015 m³ | |
| | Graben Hindenburgpark | 01.03. – 30.07.2024 | 306 | 12 | 130 m³/h | 225 m³ | Berechnungsgrundlage siehe Anlage 6 |
| Trasse nördlich der Elbe | | 03.2022 – 11.2024 | | 136 | 130 m³/h | 20.000 m³ | offene Wasserhaltung mit mobilen Pumpen |
| N1 Parkstraße | Elbchaussee | | 1066 | | | 250 | ca. 0,64 m³/m² in Anspruch genommene Fläche |
| | Elbchaussee | | 3278 Othmarschen | | | 150 | |
| | Bernadottestraße | | 494 | | | 60 | |
| | Parkstraße | | 293 | | | 4.550 | |
| | Handelmannweg | | 376 | | | 50 | |
| | Klein Flottbeker Weg | | 569 | | | 150 | |
| | Parkstraße | | 211 | | | 3.200 | |
| | Grottenstraße | | 1956 Groß Flottbek | | | 50 | |
| | Jungmannstraße | | 85 Othmarschen | | | 100 | |
| | Parkstraße | | 1874 Groß Flottbek | | | 1.260 | |
| N2 Groß Flottbeker Straße | Groß Flottbeker Straße | | 1611 | | | 160 | |
| | Bellmannstraße | | 1778 | | | 50 | |
| | Groß Flottbeker Straße | | 4382 | | | 7.350 | |
| | Beselerstraße | | 4080 | | | 10 | |
| | Osdorfer Landstraße | | 4078 | | | 250 | |
| | Zum Hünengrab | | 542 | | | 2.010 | |
| | Notkestraße | | 387 | | | 350 | |
| | | | | | | | |

* Annahme bezieht sich auf die gemittelte Entwässerungsmenge über die gesamte Bauzeit. Spitzenfluss ist zu Baubeginn höher als am Ende der Bauzeit

** die Flurstücknummer findet sich in den Grunderwerbsplänen und dem Grunderwerbsverzeichnis. In diesem ist der Umfang der Betroffenheit durch die Baugrube + BE-Fläche in m² angegeben

***Trassenlänge x 10 m (Breite des offenen Grabens plus Zuflussbereich)

**** Mengen gerundet

***** das beim Tunnelvortrieb eintretende Sickerwasser wird über einen Pumpensumpf gesammelt und am Startschacht abgepumpt; insofern wird das Wasser nur dem Flurstück des Startschachtes zugeordnet