

**Planfeststellung**  
**U5 Ost: City Nord - Bramfeld****Anlage 15.02.3 Genehmigungsantrag**  
nach § 11a Hamburgisches Abwassergesetz  
für die bauzeitlich befristete Einleitung  
von Baugrubenwasser in das Regenwassersiel  
für das System West

Träger des Vorhabens:



gez. Holk

Hamburg, den 21.02.2019

Unterschrift

Aufgestellt im Auftrag der HOCHBAHN durch:



gez. i.V. Ortmüller

Hamburg, den 21.02.2019

gez. i.V. Karpa

Unterschrift

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anlass des Bauvorhabens</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Kurzbeschreibung des Vorhabens</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Systemabgrenzung</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Beschreibung der geplanten Bauwerke</b>	<b>7</b>
4.1	Übersicht .....	7
4.2	Haltestelle City Nord (CN) .....	7
4.3	Streckenabschnitt City Nord bis Haltestelle Sengelmannstraße.....	9
4.4	Streckenabschnitt Überwerfungsbauwerk bis einschließlich Startschacht .....	11
4.5	Haltestelle Nordheimstraße (ND) .....	12
<b>5</b>	<b>Baugrundverhältnisse im Planungsgebiet</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Wasserverhältnisse im Planungsgebiet</b>	<b>16</b>
6.1	Hydrogeologische Verhältnisse .....	16
6.2	Grundwasserstände .....	16
6.3	Wasserschutzgebiet .....	16
6.4	Grundwasseruntersuchungen .....	17
6.5	Zentratwasser aus Aufbereitung Bentonitsuspension.....	18
<b>7</b>	<b>Bauzeitlich befristete Einleitung von Baugrubenwasser in das Regenwassersiel</b>	<b>20</b>
7.1	Grundsätzliches .....	20
7.2	Wassermengen und Dauer der Wasserhaltung.....	20
7.3	Wasseraufbereitung .....	23
7.4	Ableitung des gereinigten Wassers .....	25

**Zugehörige Plananlagen:**

Anlage 1	Übersichtslageplan der Teilbaugruben und Systemeinteilung
Anlage 2	Lage der Grundwassermessstellen (System West)
Anlage 3.1 bis 3.3	Chemische Prüfberichte der GBA
Anlage 4	Tabellarische Übersicht der Chemischen Analysen (System West)
Anlage 5	Messung der Grundwasserstände (System West)
Anlage 6	Grundwassergleichenplan, Okt./Nov. 2018
Anlage 7.1 bis 7.3	Geologische Profilschnitte
Anlage 8	Lageplan Einleitpunkt
Anlage 9	Lageplan System West

## 1 Anlass des Bauvorhabens

Bürgerschaft und Senat der Freien und Hansestadt Hamburg verfolgen ausweislich der Bürgerschaftsdrucksachen 21/1736 vom 29.09.2015 und 21/12322 vom 13.03.2018 den Bau einer neuen U-Bahn-Linie U5. Sie soll im Osten von Bramfeld und Steilshoop über Sengelmannstraße, die City Nord und Borgweg in die Innenstadt über den Hauptbahnhof und von dort in Richtung Siemersplatz/ Stellingen führen. Über eine Weiterführung nach Lurup und Osdorfer Born wird nach einem Systemvergleich mit möglichen aus den im Hamburger Westen vorhandenen S-Bahn-Trassen ausfädelnden S-Bahn-Anbindungen entschieden. In einem ersten Bauabschnitt soll die Strecke von City Nord bis Bramfeld geplant und errichtet werden. Darüber hinaus werden die verdichteten Arbeitsplatz- und Einzelhandelsstandorte Bramfeld und City Nord erschlossen.

Die durch die vorgesehene Linienführung der U5 entstehende Netzwirkung mit zahlreichen attraktiven Umsteigemöglichkeiten zu anderen Schnellbahnlinien erhöht die Attraktivität des gesamten Schnellbahnnetzes und verbessert die Mobilität aller Hamburgerinnen und Hamburger erheblich. Nicht zuletzt können mit einer U-Bahn auch bei langfristig weiter wachsender Fahrgastnachfrage ausreichende Kapazitäten geschaffen werden, ohne dass es in den ohnehin schon begrenzten Straßenräumen zu der Notwendigkeit einer zusätzlichen dauerhaften Flächeninanspruchnahme durch den Ausbau des bestehenden straßengebundenen ÖPNV käme.

**Gegenstand dieser Unterlage ist der Genehmigungsantrag nach § 11a Hamburgisches Abwassergesetz (HmbAbwG) zur bauzeitlichen Einleitung von Baugrubenwasser in das Regenwassersiel.**

## 2 Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die U5 Ost führt von der City Nord in offener Bauweise in Tunnellage mit einer Mittelbahnsteighaltestelle City Nord (vorläufige Endhaltestelle) und nördlich anschließender Kehr- und Abstellanlage in Richtung U-Bahn-Haltestelle Sengelmannstraße (oberirdische Bestandshaltestelle), an der oberirdisch zur vorhandenen Linie U1 umgestiegen werden kann. Die Haltestelle Sengelmannstraße wird modernisiert und so umgebaut, dass ein zusätzlicher Halt für die U5 und ein fahrtrichtungsweise bahnsteiggleicher Umstieg zwischen beiden Linien U1/U5 möglich sein wird. Die Weiterführung der U5 Ost in Richtung Bramfeld erfolgt über ein Brückenbauwerk über die Sengelmannstraße und ein anschließendes Überwerfungsbauwerk U1/ U5. Dieser Bauabschnitt wird oberirdisch hergestellt.

Ab dem so genannten „Gleisdreieck“ südlich der Feuerbergstraße liegen der weitere Streckenverlauf und die drei weiteren Haltestellen Nordheimstraße/ Fuhlsbüttler Straße, Steilshoop und Bramfeld unterirdisch. Westlich vor dem Kreuzungspunkt der U5 Ost mit der Strecke der S-Bahn-Linien S1 und S11 beginnt der Schildvortrieb mit einer Tunnelröhre (2-Gleis-Schild). Der Schildvortrieb wird für die Herstellung des Streckentunnels bis zum Streckenende in Bramfeld durchgeführt. Die in Richtung Osten weiterverlaufende Strecke verbindet die neuen, in offener Bauweise herzustellenden unterirdischen Haltestellen Nordheimstraße/ Fuhlsbüttler Straße, Steilshoop in der Gründgensstraße liegend und die Endhaltestelle Bramfeld im Bereich des Bramfelder Dorfplatzes. Östlich der Endhaltestelle Bramfeld liegt in Richtung Heukoppel eine unterirdische Kehr- und Abstellanlage, die bis zum Zielschacht im Bereich Heukoppel/Jahnkeweg im Schildvortrieb hergestellt wird. Um die Schildvortriebsmaschine zu bergen und des Weiteren den erforderlichen Notausgang am Ende der Kehr- und Abstellanlage zu errichten, wird der Zielschacht in offener Bauweise erstellt. Auf den Streckenabschnitten zwischen den Haltestellen werden ebenfalls Notausgangsbauwerke in offener Bauweise errichtet.

Der gesamte Trassenverlauf mit den neu zu errichtenden Haltestellen sowie dem Start- und Zielschacht ist in Abbildung 1 dargestellt.

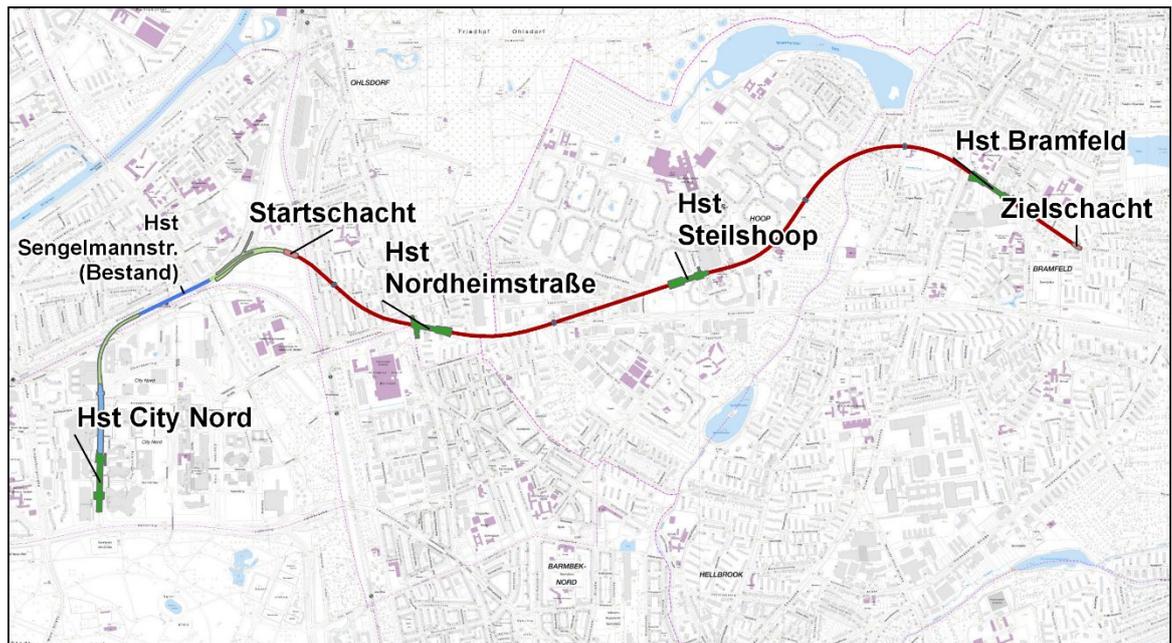


Abbildung 1: Geplante Trasse der U5 – City Nord bis Bramfeld

### 3 Systemabgrenzung

Für das gesamte Bauvorhaben sind insgesamt 13 Teilbaugruben geplant. Diese umfassen Start- und Zielschacht, 4 Haltestellen, 4 Notausstiege, 2 Trogstrecken zum Anschluss der oberirdischen Haltestelle Sengelmannstraße und eine Kehr- und Abstellanlage (siehe Anlage 1).

Diese Teilbaugruben wurden in Zuge der Planung des Bauwassermanagements in 5 Systeme zusammengefasst. Jedes System verfügt über eine eigene Wasseraufbereitungsanlage und ist von den jeweils anderen Systemen vollständig getrennt. Daher werden die Wasserrechtlichen Anträge ebenfalls getrennt für jedes System vorgelegt. Der hier vorliegende Antrag bezieht sich auf das **System West** bestehend aus den Teilbaugruben Hst. City Nord, Kehr- und Abstellanlage (KAA), Streckentunnel, Sengelmannstraße-Startschacht, Startschacht, NA Rübenkamp und Hst. Nordheimstraße

## 4 Beschreibung der geplanten Bauwerke

### 4.1 Übersicht

Folgende Haltestellen mit entsprechenden Haltestellen-Kürzeln sind im Rahmen der Entwurfsplanung U5 Ost vorgesehen:

- City Nord CN
- Sengelmanstraße SE
- Nordheimstraße ND
- Steilshoop SH
- Bramfeld BD

Des Weiteren ist eine Kehr- und Abstellanlage nördlich der Haltestelle City Nord und eine Kehr- und Abstellanlage östlich der Haltestelle Bramfeld geplant.

Östlich der Bestandshaltestelle Sengelmanstraße führen zwei neue Brückenbauwerke über die Sengelmanstraße.

Über das anschließende U1/ U5 Überwerfungs- und Kreuzungsbauwerk wird die Linie U1 Richtung Ohlsdorf in Hochlage und die U5 in Tieflage in Richtung Osten geführt. Zudem werden Gleise zur geplanten, oberirdischen Kehr- und Abstellanlage sowie der neu geplanten Werkstatt U5 (Ohlsdorf) in Niveaulage vorgesehen.

Ca. 50 Meter westlich der S-Bahnstrecke wird die U5 Strecke in Tieflage im Schildvortrieb (2-Gleisschild) weiter Richtung Osten bis zum Linienendpunkt Notausgang Heukoppel geführt. Auf der Strecke befinden sich neben den Haltestellen Nordheimstraße, Steilshoop und Bramfeld vier Notausgänge (Rübenkamp, Steilshooper Allee, Gründgensstraße, Fabriciusstraße), so dass immer eine Fluchtweglänge von kleiner gleich 300 m gewährleistet ist.

### 4.2 Haltestelle City Nord (CN)

#### 4.2.1 Allgemeines

Die Haltestelle City Nord ist die vorläufige Endhaltestelle des 1. Bauabschnittes der U5 (U5 Ost) und wird mit einem Mittelbahnsteig ausgestattet. Die Haltestelle ist in Nord-Süd-Richtung orientiert. Eine Weiterführung der Trasse Richtung Innenstadt wird verfolgt. Das Tunnelbauwerk, welches als WU-Beton-Konstruktion hergestellt wird, hat eine Längenausdehnung von ca. 250 m. Im Bereich des Bahnsteigs hat das Bauwerk eine Breite von etwa 21 m und weitet sich im Zugangsbereich der Schalterhallen auf bis zu 43 m auf.

Die Höhenlage der Haltestelle ist in Abhängigkeit der erforderlichen Überdeckung für den Vortrieb der U5 Mitte sowie unter Berücksichtigung der Vorgaben für die Höhen von Schalterhallenebene, Bahnsteigebene und erforderliche Betriebseinrichtungen gewählt worden.

Die Geländeoberkante liegt im Bereich der Haltestelle zwischen ca. 14,3 mNHN im Süden und 13,3 mNHN im Norden. Somit ergibt sich eine Überdeckung der Haltestelle von 2,40 bis 3,50 m.

Die Haltestelle besitzt eine hochliegende Schalterhallenebene und die darunterliegende Bahnsteigebene mit einer Bahnsteignutzbreite von 12 m. Der Bahnsteig liegt 0,98 m über Schienenoberkante bei +1,88 mNHN und ist somit barrierefrei. Die Schienenoberkante befindet sich auf +0,9 mNHN.

#### 4.2.2 Bauwerkskonstruktion

Der Querschnitt der Haltestelle City Nord ist im Regelbereich (Bahnsteig) ein einzelliges, monolithisches Rahmentragwerk aus Stahlbeton. Im Bereich der Treppenaufgänge an den Haltestellenköpfen sowie im Bereich der Betriebsräume im Süden ist der Haltestellenquerschnitt als dreizelliger Querschnitt ausgebildet. Die Haltestellenabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gemäß RUR<sup>1</sup> sowie den Haltestellenanforderungen gemäß RUHst<sup>2</sup>. Die Bauteildicken der Haltestellenwände, -stützen, -decken und -sohlen ergeben sich aus den statisch-konstruktiven Erfordernissen. Das Bauwerk wird aus wasserundurchlässigem Beton in Anlehnung an die ZTV-Ing.<sup>3</sup> hergestellt.

Die lichte Breite der Haltestelle beträgt im Bereich des Bahnsteiges ca. 18,9 m, die lichte Bauwerkshöhe ergibt sich unter Berücksichtigung des Lichtraumprofils, Abhängedecken und raumbildenden Ausbildung zu ca. 7,1 m. Im Bereich der Köpfe weitet sich die Bauwerkshöhe aufgrund der Anordnung der Schalterhallen auf, die Bauwerksgesamthöhe beträgt hier ca. 12,3 m. Die Bauwerksbreite bleibt infolge der Mittelbahnsteigsituation über die gesamte Haltestellenlänge konstant.

#### 4.2.3 Bauverfahren

Vor Beginn der Baugrubenherstellung werden zunächst Leitungen und Siele als Vorabmaßnahme aus dem Baufeld herausgelegt, so dass für die Baugrubenherstellung Baufreiheit besteht. Für erforderliche Baugrubenquerungen sind Sonderlösungen geplant.

Die Haltestelle wird in offener Bauweise mit einer massiven Schlitzwand als vertikaler Baugrubenverbau realisiert. aufgrund des vorhandenen Grundwasserstandes ist eine wasserdichte Baugrube erforderlich. Eine künstliche horizontale Abdichtung gegen Grundwasser (UWB-Sohle) ist im Bereich der Hauptbaugrube nicht erforderlich, da die Schlitzwände etwa bis -16 mNHN in eine dichtende Baugrundsicht eingebunden werden. Damit ist zur Herstellung einer trockenen Baugrube ohne zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen eine Schlitzwandlänge von etwa 30,0 m erforderlich. Die Baugrube ist zweifach bzw. einfach ausgesteift. Zur Abgrenzung verschiedener Bauabschnitte (Docks) sind neben den Längsschlitzwänden Querschotte (Querschlitzwände) vorgesehen. Der wieder rückzubauende obere Teil des Baugrubenverbau (2,0 m unter GOK) wird bei einfacher Aussteifung der Baugrube mittels Steckträgerverbau ausgeführt. Bei der zweifach ausgesteiften Baugrube wird die Schlitzwand bis zur Geländeoberkante geführt und nach Fertigstellung des Rohbaus im Zuge der Bauwerksverfüllung rückgebaut.

Nach Einbringen des Baugrubenverbau erfolgt mit parallelem Einbau der Steifenlage der Trockenaushub bis ca. 50 cm über Baugrundwasserstand. Im Anschluss wird die Baugrube sukzessive in Abhängigkeit der Aushubschritte mit einer Wasserhaltung innerhalb der Baugrube trockengelegt, die Restwasserhaltung aktiviert und der Trockenaushub bis zum Endaushubniveau durchgeführt. Im nördlichen Baugrubenbereich steht unterhalb bzw. auf Aushubsohlenniveau Beckenschluff an, der zur Bauwerksgründung nicht geeignet ist. Aus diesem Grund ist an diesen Stellen ein Bodenaustausch von ca. 25 cm durchzuführen.

<sup>1</sup> Richtlinie U-Bahn Regelquerschnitte

<sup>2</sup> Richtlinie U-Bahn Haltestellen

<sup>3</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

Die Aushubtiefe der Haltestelle liegt mit -1,85 mNHN etwa 16 m bis 17 m unter der Geländeoberkante. Steht Geschiebemergel in der Aushubsohle an, ist eine 30 cm dicke Filterschicht aus Sand auf die Aushubsohle aufzubringen. Nach Einbringen der 10 cm dicken Sauberkeitsschicht sowie 2-lagigen Trennfolie wird die Sohlplatte der Haltestelle block- und dockweise erstellt, anschließend werden die Außenwände und ggf. Innenwände sowie die Deckenplatten ebenfalls block- und dockweise hergestellt. Im Bereich der Schalterhallen ist die obere Steifenlage im Zuge der Verfüllung des Bauwerkes auszubauen. In den Bereichen, wo sich die Steifenlage oberhalb des Haltestellenbauwerkes und unterhalb 2,0 m unter GOK befindet, verbleiben die Betonsteifen im Boden, es wird lediglich durch Trennschnitte Lastfreiheit hergestellt. Die untere zweite Steifenlage aus Stahl ist ebenfalls rückzubauen.

Die Aushubsohle der Ausgangsbaugruben liegt wesentlich höher als die Aushubsohle der Hauptbaugrube nämlich bei ca +3,60 mNHN. Eine Einbindung der Schlitzwände in die dichte Baugrundsicht ist unwirtschaftlich, daher werden die Ausgangsbaugruben mit rückverankerten Unterwasserbetonsohlen ausgeführt. Auf der Unterwasserbetonsohle ist vor Betonage der Sohlplatte eine 30 cm dicke Drainschicht (Einkornbeton) inkl. Drainleitungen aufzubringen. Die Ausgangsbaugruben werden einfach ausgesteift.

Nach Herstellung des Stahlbetonhaltestellenbauwerkes wird das Bauwerk vollständig dockweise verfüllt/ überschüttet, der Steckträgerverbau bzw. die Schlitzwand im Bereich der oberen 2 m unter GOK zurückgebaut und die Geländeoberkante mit dem entsprechenden Straßenaufbau gemäß der endgültigen Straßenplanung wiederhergestellt.

### **4.3 Streckenabschnitt City Nord bis Haltestelle Sengelmannstraße**

#### **4.3.1 Allgemeines**

Der Streckenabschnitt westlich der Haltestelle beginnt an der Haltestelle Sengelmannstraße und verläuft Richtung Süden zur vorläufigen Endhaltestelle der U5 Ost, der Haltestelle City Nord, unterhalb des Überseeringes.

Über ein etwa 90 m langes Trogbauwerk werden die Gleise nach und nach abgesenkt bis sie schließlich über den Tunnelmund in ein geschlossenes Tunnelbauwerk geführt werden. Sie unterqueren zuerst das Übergabegleis, dann das südliche Gleis der U1 und darauffolgend das Gleis der DB Güterumgebungsbahn. Für die Herstellung der Querung der Gütergleise ist eine bauzeitliche Abfangkonstruktion mittels Hilfsbrücken der DB Gleise erforderlich. Südlich des Tunnelmundes wird zur Entwässerung des Trogbereichs eine Kaverne angeordnet. Die Kaverne wird so dimensioniert, dass sie die Regenwassermenge aus einem Starkregen aufnehmen kann.

Vor der Haltestelle City Nord wird eine zweigleisige Kehr- und Abstellanlage hergestellt. In einem Abstand von etwa 300 m zur Haltestelle CN wird bei km 0,4+55,421 m ein Notausgang angeordnet. Für den Zugang in die KAA wird ein separates Treppenhaus, welches an das Notausgangsbauwerk angeschlossen wird, vorgesehen.

Die Streckengleise fallen ab der Haltestelle Sengelmannstraße Richtung Südwest mit einem Gefälle von bis zu 50‰ ab, bis sie die Schienenoberkante von +0,9 mNHN erreicht haben. Die Gleise der Abstellanlage werden analog zur Haltestelle City Nord konstant auf der SO von +0,9 mNHN gehalten.

Die oberirdischen Streckengleise der Linie U5 werden aufgrund des automatisierten Betriebes mittels eines Zaunes vom übrigen Gelände abgetrennt.

#### 4.3.2 Baukonstruktion

Der Querschnitt der Strecke ist im Regelbereich ein einzelliges, monolithisches Rahmen-tragwerk aus Stahlbeton. Im Regelbereich beträgt der Gleisabstand 3,40 m. Für die KAA werden die Gleise aufgeweitet, so dass die Kehr- und Abstellgleise zwischen den beiden Streckengleisen verlaufen. Ab der Gleisaufweitung vor der KAA bis zur Haltestelle City Nord wird der Tunnel als zweizelliger Stahlbetonrahmen mit einer mittleren oder als dreizelliger Stahlbetonrahmen mit zwei mittleren Stützenreihen ausgeführt.

Die Streckentunnelabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gemäß RUR. Die Bauteildicken der Tunnelwände, -stützen, -decken und -sohlen ergeben sich aus den statisch-konstruktiven Erfordernissen. Das Bauwerk wird aus wasserundurchlässigem Beton in Anlehnung an die ZTV-Ing. hergestellt.

Das komplette Tunnelbauwerk wird in offener Bauweise aus WU-Beton hergestellt.

Die Breite des Tunnels beträgt hinter dem Tunnelmund etwa 11,5 m und wird für die KAA auf bis zu 23 m aufgeweitet.

Der Stahlbetonrahmen wird in offener Bauweise in einer trockenen Baugrube ohne Arbeitsraum errichtet. Die endgültige Bauwerkskonstruktion wird getrennt von den Baubehelfen hergestellt, so dass das Haltestellenbauwerk statisch unabhängig von der Baugrubenkonstruktion ist und unabhängig bemessen werden kann. Zwischen Bauwerk und Baubehelf wird eine Ausgleichsschicht und Trennschicht (Noppenfolie) angeordnet, um eine zwängungsarme Bewegung des Bauwerkes zu ermöglichen. Das endgültige Bauwerk wird nach Fertigstellung wieder bis zur geplanten Geländeoberfläche überschüttet.

Das Tunnel- bzw. Trogbauwerk ist als Stahlbetonrahmen so herzustellen, dass das Bauwerk für sich durch sein Eigengewicht auftriebssicher ist.

#### 4.3.3 Bauverfahren

Vor Beginn der Baugrubenherstellung werden soweit möglich alle Leitungen und Siele als Vorabmaßnahme aus dem Baufeld herausgelegt, so dass für die Baugrubenherstellung Baufreiheit besteht. Für erforderliche Baugrubenquerungen sind Sonderlösungen, wie beispielsweise Leitungsbrücken, geplant.

Der Streckentunnel wird in offener Bauweise mit massiven Schlitzwänden als vertikaler Baugrubenverbau realisiert. aufgrund des vorhandenen Grundwasserstandes ist in den Bereichen, wo die Tunnelsohle unterhalb des Baugrundwasserstandes liegt, eine wasserdichte Baugrube erforderlich. Als horizontale Baugrubenabdichtung kann der dichtende Geschiebemergel genutzt werden; die Schlitzwände werden bis -16 mNHN in die dichte Baugrundsicht eingebunden. Die Baugrube ist bis zum Ende des Trogbauwerkes einfach ausgesteift. Zur Abgrenzung verschiedener Bauabschnitte (Docks) sind neben den Längsschlitzwänden Querschotte (Querschlitzwände) vorgesehen. Der wieder rückzubauende obere Teil des Baugrubenverbaus (2,0 m unter GOK) wird mittels Steckträgerverbau ausgeführt.

Nach Einbringen des Baugrubenverbaus erfolgt mit parallelem Einbau der Steifenlage der Trockenaushub bis ca. 50 cm über Baugrundwasserstand. Im Anschluss wird die Baugrube sukzessive in Abhängigkeit der Aushubschritte mit einer Wasserhaltung innerhalb der Baugrube trockengelegt, die Restwasserhaltung aktiviert und der Trockenaushub bis zum Endaushubniveau durchgeführt.

In den Streckenbereichen, wo der Baugrundwasserstand unterhalb der Baugrubensohle liegt, erfolgt der Aushub bis zur endgültigen Aushubsohle trocken.

Die Aushubtiefe des Streckentunnels liegt am tiefsten Punkt bei -1,20 mNHN etwa 15 m unter der Geländeoberkante und verringert sich entsprechend der ansteigenden Gradienten bis zur Geländeoberkante. In Teilbereichen der Baugrube steht unterhalb bzw. auf Aushubsohlenniveau Beckenschluff an, der zur Bauwerksgründung nicht geeignet ist. Aus diesem Grund ist an diesen Stellen ein Bodenaustausch von ca. 50 cm bis 90 cm durchzuführen.

Nach Herstellung des Stahlbetonbauwerkes wird das Bauwerk vollständig dockweise verfüllt/ überschüttet, der Steckträgerverbau bzw. die Schlitzwand im Bereich der oberen 2 m unter GOK zurückgebaut und die Geländeoberkante mit dem entsprechenden Straßenaufbau gemäß der endgültigen Straßenplanung wiederhergestellt.

Die Herstellung der Baugrube sowie des Rohbaus für den Streckentunnel erfolgt abschnittsweise in sogenannten Docks (siehe auch Planunterlage provisorische Verkehrsführung). Die Herstellungsabfolge der Docks verläuft in Abhängigkeit der aufrechtzuerhaltenden Verkehrsbeziehungen im gesamten Überseering West.

#### **4.4 Streckenabschnitt Überwerfungsbauwerk bis einschließlich Startschacht**

##### **4.4.1 Allgemeines**

Hinter der Überführung über die Sengelmanstraße werden die Kehr- und Abstellgleise ausgefädelt, die gleichzeitig die Verbindung zu den im Gleisdreieck angeordneten Abstellgleisen herstellen.

Die Streckengleise der U5 werden bis zur Gleiszusammenführung in Einzeltunnel geführt. Von hier verschwenken die Einzeltunnel unterhalb der Abstellanlage bis zum Erreichen des S-Bahn-Einschnittes in Richtung Westen. Ab km 0,6+63,78 werden die einzelnen Tunnel dabei in einem Zweigleisestunnel zusammengeführt.

Die Tunnelröhren werden in offener Bauweise als Rahmenbauwerke aus WU-Beton hergestellt. Kurz vor dem S-Bahn-Einschnitt bei km 0,7+70,36 geht die offene Bauweise in den Schildtunnel über. Hier wird für den Start der Tunnelvortriebsmaschine der Startschacht mit einer Länge von ca. 60 m und einer Breite von ca. 20 m vorgesehen. Dieser Schacht dient nach dem Anfahrvorgang zur Versorgung des Tunnelvortriebs.

##### **4.4.2 Baukonstruktion**

Der Querschnitt der Strecke ist im Regelbereich ein einzelliges, monolithisches Rahmen-tragwerk aus Stahlbeton. Im Bereich der Tunnelzusammenführungen wird der Tunnel als zweizelliger Rahmen mit einer mittleren Stützenreihe ausgebildet. Ab einer lichten Breite von 13,65 m geht der Zweigleisestunnel in einen einzelligen Rahmen über.

Die Streckentunnelabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gemäß RUR. Die Bauteildicken der Tunnelwände, -stützen, -decken und -sohlen ergeben sich aus den statisch-konstruktiven Erfordernissen. Das Bauwerk wird aus wasserundurchlässigem Beton in Anlehnung an die ZTV-Ing. hergestellt.

Das komplette Tunnelbauwerk wird in offener Bauweise aus WU-Beton hergestellt.

Die Breite des Eingleisestunnels beträgt maximal ca. 6,9 m; die Höhe variiert aufgrund der Troglage des Geländes. Der Zweigleisestunnel hat maximal eine Breite von ca. 15,5 m und eine Bauwerkshöhe von ca. 7,7 m.

Der Stahlbetonrahmen wird in offener Bauweise in einer trockenen Baugrube ohne Arbeitsraum errichtet. Die endgültige Bauwerkskonstruktion wird getrennt von den Baubehelfen hergestellt, so dass das Haltestellenbauwerk statisch unabhängig von der Baugrubenkonstruktion ist und unabhängig bemessen werden kann. Zwischen Bauwerk

und Baubehelf wird eine Ausgleichsschicht und Trennschicht (Noppenfolie) angeordnet, um eine zwängungsarme Bewegung des Bauwerkes zu ermöglichen. Das endgültige Bauwerk wird nach Fertigstellung wieder bis zur geplanten Geländeoberfläche überschüttet.

Das Tunnel- bzw. Trogbauwerk ist als Stahlbetonrahmen so herzustellen, dass das Bauwerk für sich durch sein Eigengewicht auftriebssicher ist.

#### 4.4.3 Bauverfahren

Der Streckentunnel wird in offener Bauweise mit massiven Schlitzwänden als vertikaler Baugrubenverbau realisiert. aufgrund des vorhandenen Grundwasserstandes ist in den Bereichen, wo die Tunnelsohle unterhalb des Baugrundwasserstandes liegt, eine wasserdichte Baugrube erforderlich. Als horizontale Baugrubenabdichtung wird eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle realisiert. Die Baugrube ist bis zum Ende des Trogbauwerkes einfach ausgesteift. Im weiteren Streckenverlauf wird die Baugrube mehrfach ausgesteift. Zur Abgrenzung verschiedener Bauabschnitte (Docks) sind neben den Längsschlitzwänden Querschotte (Querschlitzwände) vorgesehen. Der wieder rückzubauen obere Teil des Baugrubenverbaus (2,0 m unter GOK) wird mittels Steckträgerverbau ausgeführt.

In den Baubereichen mit Unterwasserbetonsohle wird parallel zum Einbringen des Baugrubenverbaus die Rückverankerung der Unterwasserbetonsohle hergestellt. Im Anschluss erfolgt mit fortschreitendem Trockenaushub bis ca. 50 cm über Baugrundwasserstand der Einbau der Steifenlage. Im Anschluss wird die Baugrube bis zum Endaushubniveau unter Wasser ausgehoben und die Unterwasserbetonsohle eingebaut. Nach einem Probelenzvorgang wird die Baugrube dann vollständig gelenzt und eine Restwasserhaltung betrieben.

In den Streckenbereichen, wo der Baugrundwasserstand unterhalb der Baugrubensohle liegt, erfolgt der Aushub bis zur endgültigen Aushubsohle trocken.

Die Aushubtiefe des Streckentunnels liegt am tiefsten Punkt im Bereich des Startschachtes bei ca. -8,50 mNHN etwa 27 m unter der Geländeoberkante und verringert sich entsprechend der ansteigenden Gradienten Richtung Westen bis zur Geländeoberkante. In Teilbereichen der Baugrube steht unterhalb bzw. auf Aushubsohlenniveau Beckenschluff an, der zur Bauwerksgründung nicht geeignet ist. Aus diesem Grund ist an diesen Stellen ein Bodenaustausch von ca. 3,0 m durchzuführen.

Nach Herstellung des Stahlbetonbauwerkes wird das Bauwerk vollständig dockweise verfüllt/ überschüttet, der Steckträgerverbau bzw. die Schlitzwand im Bereich der oberen 2 m unter GOK zurückgebaut und die Geländeoberkante mit dem entsprechenden Straßenaufbau gemäß der endgültigen Straßenplanung wiederhergestellt.

## 4.5 Haltestelle Nordheimstraße (ND)

### 4.5.1 Allgemeines

Bei der Haltestelle Nordheimstraße handelt es sich um eine Haltestelle mit Seitenbahnsteigen, welche als WU-Beton-Konstruktion hergestellt wird. Das Haltestellenbauwerk hat eine Längsausdehnung von ca. 178 m und eine Bauwerksbreite im Bahnsteigbereich von ca. 18 m, im Bereich der Schalterhalle am Westkopf (T-Kopf) von ca. 102 m und am Ostkopf von ca. 30 m teilweise ca. 37 m.

Die Haltestelle ist in West-Ost-Richtung ausgerichtet und liegt im Straßenbereich der Nordheimstraße und der Fuhlsbüttler Straße. Im Bereich der Haltestelle liegen die Geländeoberkanten zwischen ca. 18,02 m NHN und ca. 19,65 m NHN. Der Westkopf der

Haltestelle weist eine Überdeckung von mindestens ca. 3,50 m, der Ostkopf von ca. 4,0 m und der Bahnsteigbereich von mindestens ca. 10,50 m auf.

#### 4.5.2 Bauwerkskonstruktion

Im Regelbereich Bahnsteig stellt der Querschnitt ein einzelliges, monolithisches Rahmentragwerk aus Stahlbeton dar. Im Bereich der Treppenaufgänge am Ostkopf ist der Haltestellenquerschnitt als dreizelliger Querschnitt mit Stützen ausgebildet. Das Stahlbetontragwerk des Westkopfes gestaltet sich aufgrund der Grundrissausbildung als „T-Kopf“ komplexer.

Aufgrund des bauzeitlichen Erfordernisses, dass der Rohbau für die Haltestelle bereits vor dem Durchzug der Schildmaschine beginnen muss, wird die Bauwerkssohle so tief gelegt, dass die Schildmaschine inkl. Schildunterkonstruktion im Bauwerk entsprechenden Raum hat. Durch diese Gegebenheit entstehen die tiefliegende Bauwerkssohle auf der Unterwasserbetonsohle und eine zweite innenliegende Zwischensohle unterhalb der Gleise.

Die Haltestellenabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gemäß RUR sowie den Haltestellenanforderungen gemäß RUHst. Die Bauteildicken der Haltestellenwände, -stützen, -decken und -sohlen ergeben sich aus den statisch-konstruktiven Erfordernissen. Das Bauwerk wird aus wasserundurchlässigem Beton in Anlehnung an die ZTV-Ing. hergestellt.

Das Stahlbetonbauwerk wird in offener Bauweise in einer gelenzten Baugrube ohne Arbeitsraum errichtet. Die endgültige Bauwerkskonstruktion wird getrennt von den Baubehelfen hergestellt, so dass das Haltestellenbauwerk statisch unabhängig von der Baugrubenkonstruktion ist und unabhängig bemessen werden kann. Unmittelbar auf der Unterwasserbetonsohle wird eine 30 cm Drainschicht (Einkornbeton mit Drainleitungen) aufgebracht. Zwischen Drainschicht und Bauwerkssohle wird eine 2-lagige Trennfolie eingebaut. Zwischen Bauwerk und vertikalem Baugrubenverbau wird eine Ausgleichsschicht und Trennschicht (Noppenfolie) angeordnet, um eine zwängungsarme Bewegung des Bauwerkes zu ermöglichen. Das endgültige Bauwerk wird nach Fertigstellung wieder bis zur geplanten Geländeoberfläche überschüttet.

#### 4.5.3 Bauverfahren

Die Haltestelle wird in offener Bauweise mit einer rückverankerten Unterwasserbetonsohle als vertikale Baugrubendichtung hergestellt. Die seitliche Abdichtung erfolgt durch einen Schlitzwandverbau. Die Baugrube ist mehrfach rückverankert bzw. ausgesteift. Die Anordnung der Steifen berücksichtigt den erforderlichen Freiraum für den Durchzug der Schildmaschine. Zur Abgrenzung verschiedener Bauabschnitte (Docks) sind neben den Längsschlitzwänden Querschotte (Querschlitzwände) vorgesehen. Der wieder rückzubauende obere Baugrubenverbauteil (2,0 m unter GOK) wird mittels Steckträgerverbau ausgeführt.

Parallel zum Einbringen des Baugrubenverbaus wird die Rückverankerung der Unterwasserbetonsohle hergestellt. Im Anschluss erfolgt mit fortschreitendem Trockenaushub bis ca. 50 cm über Baugrundwasserstand der Einbau der Steifenlage. Im Anschluss wird die Baugrube bis zum Endaushubniveau ca. -9,6 mNHN unter Wasser ausgehoben und die Unterwasserbetonsohle eingebaut. Nach einem Probelenzvorgang wird die Baugrube dann vollständig gelenzt und eine Restwasserhaltung betrieben. In der trockenen Baugrube wird die Arbeitssohle für die Schildvortriebsmaschine, die gleichzeitig die untere Bauwerkssohle darstellt sowie die Schildwiege hergestellt. Anschließend erfolgt der Durchzug der Schildmaschine und die Herstellung der Außenwände. Zum Schutz der Schildversorgung im Haltestellenbereich wird eine entsprechende Einhausung eingerichtet.

tet, so dass trotz der weiteren Rohbauarbeiten in der Haltestelle der Schildvortrieb unabhängig in Richtung Osten weitergeführt werden kann. Sukzessive erfolgt dann die Herstellung des weiteren Rohbaus.

Die Herstellung der Schlitzwände erfolgt in Nord-Süd-Richtung zweigeteilt, im ersten Schritt werden die Schlitzwände und die 1. Steifenlage inkl. Voraushub bis zur Unterkante der Steifen auf der Nordseite hergestellt, im zweiten Schritt erfolgt die Herstellung der südlichen Baugrubenseite. Die nördliche Baugrubenseite wird zur Aufrechterhaltung des Verkehrs in Teilbereichen mit einer provisorischen Fahrbahnabdeckung versehen, diese wird im Zuge der Oberflächenwiederherstellung wieder zurückgebaut.

Die Ausgangsbauwerke liegen größtenteils innerhalb der Hauptbaugrube und werden darin integriert. Lediglich die beiden westlichen Ausgänge am Westkopf, die parallel zur Hebebrandstraße verlaufen, liegen außerhalb der Hauptbaugrube und weisen einen wesentlich geringere Aushubtiefe ca. +5,8 mNHN auf. Die beiden Ausgangsbaugruben werden ebenfalls mit rückverankerten Unterwasserbetonsohlen ausgeführt, jedoch abweichend zur Hauptbaugrube mit schmalen Schlitzwänden. Die Ausgangsbauwerke werden 1-fach ausgesteift.

Nach Herstellung des Stahlbetonhaltestellenbauwerkes wird das Bauwerk vollständig verfüllt/ überschüttet, der Steckträgerverbau im Bereich der oberen 2 m unter GOK zurückgebaut und die Geländeoberkante mit dem entsprechenden Straßenaufbau gemäß der endgültigen Straßenplanung wiederhergestellt.

## 5 Baugrundverhältnisse im Planungsgebiet

Die Baugrunderkundung erfolgte durch das Büro Steinfeld und Partner und ist im entsprechenden Geotechnischen Gutachten ausführlich dargestellt.

Der Baugrund besteht aus einer Abfolge glazialer Ablagerungen, insbesondere von geringdurchlässigem Geschiebelehm/ -mergel und stark durchlässigen Schmelzwassersanden und Beckensanden/-schluffen des Saale-Glazials. Der Aufbau kann grundsätzlich wie folgt beschrieben werden (von alt nach jung):

Ablagerungen der Elster-Kaltzeit:

- Grundmoräne (Elster-Till, qe), nur bereichsweise angetroffen
- Schmelzwasserablagerungen (qe), nur bereichsweise angetroffen
- Beckenton und Beckenschluff, z.T. sandig (Lauenburger Ton, qL/qe), nur bereichsweise angetroffen

Ablagerungen der Saale-Kaltzeit:

- Schmelzwasserablagerungen (qD(1)), nur bereichsweise angetroffen
- Untere Grundmoräne (Drenthe-Till, qD(1))
- Beckensand und -schluff sowie Schmelzwasserablagerungen (qD(2))
- Obere Grundmoräne (Niendorf-Till, qD(2))
- Geschiebedecksand und Schmelzwasserablagerungen (qWa), nur bereichsweise angetroffen, vor allem im Bereich zwischen Hst. City Nord und Hst. Sengelmannstraße

Ablagerungen des Eem bis Holozän:

- Eemzeitliche Rinnen- und Senkenfüllungen aus Mudden, humosen Sanden, Torf und Kieseinlagen (nur Seebek-Niederung)
- holozäne bis weichselzeitliche Auesediemente mit Torflagen und Schmelzwassersanden (nur Seebek-Niederung, Bramfelder Dorfgraben und City Nord)
- Anthropogene Auffüllungen, meist sandig

Der geplante Schildvortrieb verläuft fast ausschließlich in den pleistozänen Ablagerungen der Saale-Kaltzeit aus bindigen Geschiebeböden (Geschiebemergel), Schmelzwassersand und -kies, Beckensand und Beckenschluff bzw. Beckenton. Nur kurz vor dem Notausgang Gründgensstraße wird auf einer Länge von geschätzt ca. 80-100 m elsterzeitlicher Ton und Schluff (Lauenburger Ton) angeschnitten.

## 6 Wasserverhältnisse im Planungsgebiet

### 6.1 Hydrogeologische Verhältnisse

Der anstehende Baugrund ist grundwasserführend. Hauptgrundwasserleiter im Bereich des Bauvorhabens sind die Beckensande (qD(2)). Dieser Grundwasserleiter erstreckt sich über die gesamte Länge der Trasse, wobei die Mächtigkeit und die Tiefenlage deutlich variieren können. Im Bereich City Nord bis Sengelmanstraße liegt die Aquiferbasis in einer Tiefe von ca. 15 m bis 30 m u GOK. (ca. 0 mNHN bis -15 m NHN). Darunter wurde bis in eine Tiefe von mindestens -25 mNHN Geschiebemergel erkundet (Drenthe-Till).

In der östlichen Fortführung bis zur Haltestelle Nordheimstraße liegt der Aquifer in geringerer Tiefe und streicht teilweise an der Oberfläche aus. Die Aquiferbasis liegt dort im Bereich zwischen 5 m und 15 m u GOK. Im Tiefenbereich des geplanten Tunnels liegen im Wesentlichen geringdurchlässige, bindige Gesteine vor (Geschiebemergel, Drenthe-Till), die aber von Linsen aus Schmelzwassersanden und -kiesen durchzogen sind. Diese Linsen sind grundwasserführend (gespannte Verhältnisse) und im dreidimensionalen Raum vermutlich miteinander verbunden.

Es wurde kein Stauwasser erkundet. Im Bereich City Nord wurden lokal Geschiebedeck-sande erkundet, die jedoch gemäß den Angaben des Baugrundgutachters nicht wasser-führend sind.

### 6.2 Grundwasserstände

Im Vorhabenbereich sind insgesamt 53 Grundwassermessstellen vorhanden. Davon liegen 19 Messstellen im Bereich des Wasserhaltungssystems West.

Die gemessenen Grundwasserstände sind in Anlage 5 dokumentiert.

Ein Grundwassergleichenplan mit Stand vom Okt/Nov 2018 ist in Anlage 6 dokumentiert. Dabei wurden nur die Grundwassermessstellen einbezogen, die in den Beckensanden (qD(2)) verfiltert sind. Dieser stellt für das Bauvorhaben den wichtigsten Grundwasserleiter dar, da er etwa in der Tiefe der geplanten Baugruben und darüber verläuft.

Die Grundwasserfließrichtung ist nach Westen in Richtung des Alstersystems gerichtet. Die Grundwasserstände liegen in einem Bereich zwischen 5 mNHN und 13 mNHN.

Der hier dargestellte Grundwassergleichenplan stellt auf Grund der Messung im Herbst im Jahresverlauf einen relativ niedrigen Grundwasserstand dar.

### 6.3 Wasserschutzgebiet

Im Bereich der geplanten Trasse der U5 zwischen City Nord und Bramfeld befinden sich keine Wasserschutzgebiete.

## 6.4 Grundwasseruntersuchungen

Zur Bewertung der Grundwasserqualität im Bereich System West stehen 19 Grundwassermessstellen entlang der Trasse zur Verfügung. Davon wurden 17 Messstellen im Zuge der Baugrunderkundungen errichtet. Diese wurden jeweils kurz nach der Herstellung zunächst einmalig durch das Bohrunternehmen beprobt. Im Regelfall wurden die Messstellen dreimalig beprobt. In Einzelfällen wurden weniger Beprobungen durchgeführt, da die Messstellen erst im Laufe der Untersuchungen errichtet wurden oder auf Grund von eingeschränkter Zugänglichkeit nicht erreichbar waren.

In der ersten Beprobungskampagne wurden in erster Linie die Parameter zur Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität untersucht. In der zweiten und dritten Kampagne wurden die Parameter für eine Einleitung in das Regenwassersiel/Oberflächengewässer analysiert. Zusätzlich wurde eine Auswahl der Proben auf PFC, Chlor, Chlorid, Huminstoffe und DOC untersucht.

In der ersten und zweiten Kampagne zeigte sich, dass bei der Beprobung einiger Messstellen unplausible Werte für Eisen und einige Schwermetalle auftraten. Die Beprobung der GWM2 B62-1/17 (System Steilshoop) ergab bspw. einen Wert für Eisen ges. von 94 mg/L, das vollständig als Eisen (III) vorliegt (Eisen (II) <BG). Dies überschreitet die Löslichkeit von Eisen (III) bei weitem. Daher muss das analysierte Eisen in diesen Fällen sorbiert an Feststoffen vorgelegen haben. Diese Annahme wird dadurch unterstützt, dass in diesen Fällen meist eine relativ hohe Trübung festgestellt wurde. Aus diesem Grund wurden bei der 3. Kampagne die betreffenden Proben bei der Probenahme filtriert. Im Ergebnis traten die nicht plausiblen Konzentrationen nicht mehr auf, was zeigt, dass die unplausiblen Werte einiger Proben im Zusammenhang mit der erhöhten Trübe stehen und daher nicht repräsentativ für die im Grundwasser gelösten Stoffe sind. In der folgenden Betrachtung und für die Berechnung des Mittelwerts, Minima und Maxima wurden diese Einzelwerte nicht berücksichtigt, sind jedoch in der Übersicht der chemischen Analysen in Anlage 4 dokumentiert.

Als maßgebliches Kriterium zur Bewertung der Grundwasserqualität werden die Richtwerte zur Einleitung in das Regen- und Schmutzwassersiel der Stadt Hamburg herangezogen.

Die meisten der untersuchten Grundwasserproben zeigen im Vergleich zu den Richtwerten erhöhte Konzentrationen an Eisen ges. und Eisen (II). Die höchste Konzentration wurde mit 24 mg/L in der Messstelle GWM 27-1/17 (Hst. Nordheimstraße) gemessen. Die übrigen Messwerte im Bereich Gleisdreieck und Nordheimstraße liegen bei durchschnittlich etwa 2 mg/L. Im Bereich City Nord liegen die Eisen-Konzentrationen bei durchschnittlich 6,7 mg/L. Das Eisen liegt dabei fast vollständig als Eisen (II) vor. Der Richtwert für Eisen (II) für die Einleitung in das Schmutzwassersiel von 2 mg/L wird i.d.R. überschritten.

Wie auch bei den Eisen-Konzentrationen ist bei den Konzentrationen der verschiedenen Schwermetalle ein Zusammenhang mit der teilweise starken Trübung der Proben feststellbar. Bei Betrachtung aller Analyseergebnisse wurden an 16 von 19 Messstellen der jeweilige Richtwert zur Einleitung in das Regenwassersiel für mindestens einen der Parameter überschritten. Betrachtet man hingegen nur die (filtrierten) Proben der Kampagne aus Oktober und November zeigen nur noch 11 von 19 Messstellen eine geringfügige Überschreitung der Richtwerte. Die Überschreitungen betreffen in erster Linie Zink und Nickel. Im Bereich des Zielschachts und NA Rübenkamp zeigen sich lokal Überschreitungen für Quecksilber. Die Richtwerte für die Einleitung in das Schmutzwassersiel werden an keiner Stelle überschritten.

In einzelnen Messstellen wurden erhöhte Werte (bis 63 mg/L) für den Parameter CSB festgestellt. Weiterhin wurden in einzelnen Messstelle im Bereich System West erhöhte Werte für Sulfat festgestellt. Dies betrifft die Messstellen GWM 465, GWM 14 und GWM 18/17.

In der Messstelle GWM 11/17, GWM 16 und im Bereich der Hst. Nordheimstraße wurden außerdem erhöhte Kohlenstoffdioxid-Konzentration in Bezug auf die Richtwerte zur Einleitung in das Schmutzwassersiel festgestellt.

Der Parameter Ammonium-N zeigt in Bezug auf die Einleitrichtwerte für das Regenwassersiel in keiner Analyse eine Überschreitung.

Einzelne Grundwasserproben wurden auf Wunsch des Planers für den Tunnelvortrieb zusätzlich auf verschiedene PFCs sowie Chlor, Chlorid, Huminstoffe und DOC untersucht. Im Bereich System West wurde nur in der GWM 14 eine PFC-Konzentration von 14 ng/L festgestellt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass unabhängig vom Verbleib des Bauwassers in jedem Fall eine Enteisung notwendig sein wird. Bei der Konzeption ist zu berücksichtigen, dass auch Schwermetalle und CSB im Wasser reduziert werden.

Eine wesentliche Veränderung der Wasserqualität beim Durchsickern der Schlitzwände ist nicht zu erwarten. Die Betonqualität der Wände und der Sohle ist entsprechend der erkundeten Expositionsklasse für Betonkorrosion auszuwählen, sodass das Grundwasser den Beton nicht angreifen kann und damit keine bzw. kaum Betoninhaltsstoffe im Wasser gelöst werden.

## 6.5 Zentratwasser aus Aufbereitung Bentonitsuspension

Zentratwasser fällt bei der Aufbereitung von ausgeschleuster Bentonitsuspension in der Separieranlage an. Die Bentonitsuspension wird als Stütz- und Transportmedium beim Schildvortrieb eingesetzt. Grundsätzlich stellt das Zentratwasser eine Mischung aus Frischwasser und Grundwasser dar.

Die Qualität des Frischwassers ist hinsichtlich der Auslegung der Wasseraufbereitung unbedenklich und besondere Anforderungen sind dadurch nicht gegeben. Die Qualität des Grundwassers ist durch die geologischen Verhältnisse (insbes. Mineralzusammensetzung) bestimmt. Die Grundwasserqualität ist im Untersuchungsbereich in weiten Teilen durch das errichtete Messstellenetz bekannt. Dieses erfasst naturgemäß nur die stärker grundwasserleitenden Schichten, wie Sande und Kiese. Im Zuge des Tunnelvortriebs werden aber auch die geringleitenden Schichten (Geschiebelehm/-mergel, Beckenschluff/-ton, etc.) erfasst. Während des Vortriebs werden diese Schichten aufgelockert und mit der Suspension vermischt. Es ist davon auszugehen, dass sich dabei, entsprechend der mineralischen Zusammensetzung der Gesteine, Inhaltsstoffe im Wasser lösen. Ggf. kann dadurch der pH-Wert im Zentratwasser oberhalb von pH 9 liegen, sodass für eine Einleitung eine Neutralisierung erforderlich wird.

Im Zuge der Grundwassererkundung wurden keine Hinweise auf anthropogene Belastungen durch Kohlenwasserstoffe festgestellt. Sollten dennoch Bereiche mit Verunreinigungen durch Kohlenwasserstoffe durchfahren werden, sind diese auch im Zentratwasser zu erwarten. Hierfür werden optional Aktivkohlefilterstufen für die Aufbereitungsanlagen eingeplant.

Weiterhin zu beachten ist die Zugabe von Flockungsmitteln innerhalb der Zentrifugen der Separieranlage. Es muss davon ausgegangen werden, dass das Zentratwasser nicht

ausgeflockte Polymere beinhalten kann. Der genaue Typ des Flockungsmittels und damit der Polymere wird i.d.R. von der ausführenden Firma gewählt und ist aktuell noch nicht bekannt. In den Ausschreibungsunterlagen werden deshalb Vorgaben aufgenommen, dass keine gewässergefährdenden Stoffe eingesetzt werden dürfen und/oder das Abwasser aus der Separieranlage durch den Betreiber vor Übergabe in einer separaten Aufbereitungsanlage zu reinigen ist.

## 7 Bauzeitlich befristete Einleitung von Baugrubenwasser in das Regenwassersiel

### 7.1 Grundsätzliches

Zur bauzeitlichen Trockenhaltung der Baugruben fällt Grundwasser aus offenen Wasserhaltungen (Restwasserhaltung) sowie in den Teilbaugruben die nass ausgehoben werden auch aus Lenzvorgängen an. Tagwasser aus Niederschlägen wird zusammen mit dem Baugrubenwasser abgepumpt.

Im Regelfall soll das Wasser nach Behandlung in die Alster abgeleitet werden. Nur für den Ausnahmefall, im Falle einer Störung, wie z.B. dem Ausfall der bis zur Alster oberirdisch verlegten Abwasserleitung in Folge von Frost, soll die Möglichkeit vorgesehen werden, das Wasser zeitlich befristet in ein nahe gelegenes Regenwassersiel abzugeben.

Generell ist festzuhalten, dass durch die beschriebene Bauweise des Tunnelbauwerks keine Grundwasserabsenkung (weder temporär noch dauerhaft) erfolgt. Es werden lediglich das in der Baugrube gefangene Wasser und der Zustrom infolge Leckage und Oberflächenwasser aus Niederschlägen abgepumpt.

Das Wasser aus offener Wasserhaltung setzt sich zusammen aus Leckagewasser, das über Undichtigkeiten in den Wand- und Sohlflächen der Baugrube zufließt und ggf. Niederschlagswasser. Lenzvorgänge werden in Baugruben durchgeführt, die über eine Unterwasserbetonsohle abgedichtet wurden. Dies ist im Bereich der Notausstiege, dem Trogbauwerk Sengelmannstraße-Startschacht, Startschacht und Hst. Nordheimstraße der Fall. Dabei wird die ausgehobene und wassererfüllte Baugrube innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraums entwässert. Nur die Baugruben im Bereich City Nord, KAA bis zum Anschluss an die Bestandshaltestelle Sengelmannstraße werden ohne Unterwasserbetonsohle ausgeführt.

Die Baumaßnahme ist im Bereich des Systems West in insgesamt 7 Teilbaugruben unterteilt. Je nach Baufortschritt und Anzahl sowie Größe der jeweils offenen Baugruben können die anfallenden Wassermengen deutlich schwanken.

Weiterhin fällt im System West das Abwasser aus der Aufbereitung der Bentonitsuspension an. Die Bentonitsuspension wird beim Schildvortrieb als Stütz- und Transportmedium eingesetzt.

### 7.2 Wassermengen und Dauer der Wasserhaltung

#### 7.2.1 Leckagewasserhaltung und Lenzwasser

Zur Berechnung der Leckagewassermenge wurde zunächst die wasserbenetzte Wand- und Sohlfläche für jede Baugrube ermittelt. Zur Berechnung der anfallenden Wassermenge wurde eine Leckagerate von  $1 \text{ L}/(\text{s} \cdot 1000 \text{ m}^2)$  angesetzt. Die so berechneten Leckagewassermengen liegen zwischen  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  (NA Rübenkamp) und  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  (Hst. Nordheimstraße) je Baugrube (Tabelle 1). Die gesamte Bauwassermenge aus Leckagen beträgt ca.  $2.070.000 \text{ m}^3$ .

Weiterhin fällt Wasser beim Lenzen der Baugruben an. Die Lenzwassermenge entspricht dem wassererfüllten Volumen der Baugruben. Die gesamte Lenzwassermenge für die das System West beträgt ca.  $220.000 \text{ m}^3$ . Der größte Teil mit ca.  $121.000 \text{ m}^3$  entfällt auf die Baugrube der Hst. Nordheimstraße.

Hierin enthalten sind auch die Wassermengen, die im Rahmen der Grundwasserabsenkung in den geschlossenen Trogbaugruben ohne Unterwasserbetonsohle anfallen.

Die Lenz- und Leckagewassermenge beträgt damit über den gesamten Bauzeitraum im System West **ca. 2.290.000 m<sup>3</sup>**.

**Tabelle 1:** Bauwassermenge je Baugrube

Baugrube	Leckage- wasser [m <sup>3</sup> ]	Lenzwasser [m <sup>3</sup> ]	Leckage [m <sup>3</sup> /h]	Lenzen [m <sup>3</sup> /h]
Hst. City Nord	290.000	12.500	21	15 (*)
Kehr- und Abstellanlage (KAA)	320.000	14.000	23	15 (*)
Streckentunnel	80.000	1.500	7	15 (*)
SE-Startschacht	200.000	38.000	23	80
Startschacht	300.000	22.500	10	80
NA Rübenkamp	60.000	10.000	5	80
Hst. Nordheimstraße	820.000	121.000	45	80
<b>Summe</b>	<b>2.070.000</b>	<b>219.500</b>		

(\*) Grundwasserabsenkung im geschlossenen Trogbauwerk ohne UWBS

### 7.2.2 Niederschlagswasser

Das in die offenen Baugruben fallende Niederschlagswasser wird ebenfalls über die offene Wasserhaltung abgeführt. Die Menge beträgt bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 800 mm pro Jahr ca. **37.500 m<sup>3</sup>** über die gesamte Bauzeit. Auf Grund der vergleichsweise geringen Menge wurde dies nicht in den Volumenströmen berücksichtigt. Zur Ermittlung des Bemessungsregens für ein Starkregenereignis wird eine Dauer von 15 Minuten und eine Wiederkehrzeit von 10 Jahren angesetzt. Die entsprechende Regenspende beträgt für Hamburg 18 mm bzw. 200 L / (s\*ha)<sup>4</sup>. Sollte im Falle eines Starkregenereignisses die Kapazität der Wasseraufbereitungsanlage erschöpft sein, würde der Wasserstand in der Baugrube ggf. zeitlich begrenzt um max. ca. 2 cm ansteigen und im Anschluss an das Regenereignis sukzessiv über die normale Wasserhaltung abgeführt werden.

### 7.2.3 Bentonit-Suspensionsaufbereitung (Tunnelvortriebsmaschine)

Beim Tunnelvortrieb mit Hydroschild wird eine Bentonitsuspension als Stützflüssigkeit eingesetzt. Zum einen dient das Bentonit der Stabilisierung des Gebirges während des Vortriebs, zum anderen wird es als Transportmedium eingesetzt, um das gelöste Gestein an die Oberfläche zu fördern. Die Bentonitsuspension kann erfahrungsgemäß, abhängig von den anstehenden Bodenarten, mehrfach eingesetzt werden. Danach wird die Suspension aus dem Kreislauf ausgeschleust und in Feststoff und Abwasser getrennt.

<sup>4</sup> Pasche & Geissler (2003): „Bemessungsregen, Regenreihen der Freien und Hansestadt Hamburg“, Freie und Hansestadt Hamburg – Amt für Bau und Betrieb (Hrsg.)

Das bei dieser Suspensionsaufbereitung anfallende Abwasser (Zentratwasser) wird anschließend der Wasseraufbereitung zugeführt.

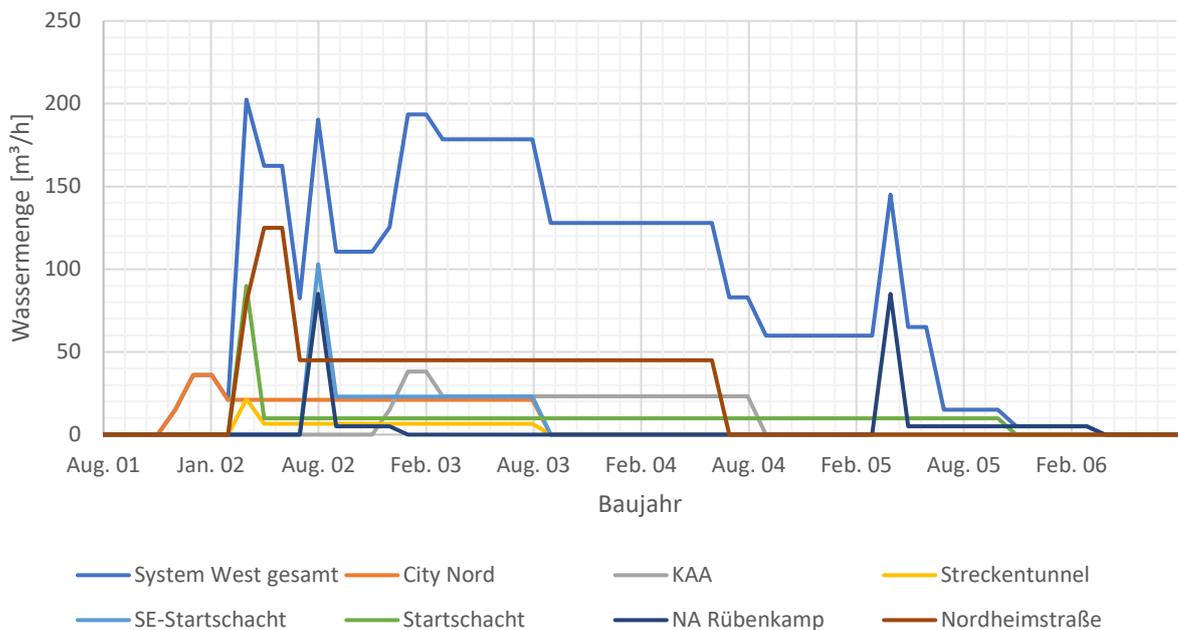
Wie oft die Suspension genutzt werden kann hängt vor allem von den gelösten Stoffen im Grundwasser und den Bodeneigenschaften ab (z.B. Kornform, Lagerungsdichte und Dispergierung). Die Qualität der Suspension wird regelmäßig geprüft. Bei Bedarf wird Suspension aus dem Kreislauf ausgeschleust und durch Frischsuspension ersetzt. Der Schwankungsbereich liegt zwischen keinerlei und vollständigem Austausch. Die mittlere Austauschrate wird von IMM Maidl & Maidl mit 15-80 m<sup>3</sup> pro Vortriebszyklus (d.h. 2 m) angegeben. Bei einer Vortriebsleistung der TVM von 8 m bis 22 m pro Tag entspricht dies zwischen 60 m<sup>3</sup>/d und 880 m<sup>3</sup>/d bzw. 2,5 m<sup>3</sup>/h bis 37 m<sup>3</sup>/h, einen unterbrechungsfreien 3-Schichtbetrieb vorausgesetzt. Zusätzlich fallen im Rahmen des Schildvortriebs weitere Abwassermengen z.B. durch Reinigung der TVM, Sperrwasser der Pumpen und Niederschlagswasser an, die zum jetzigen Zeitpunkt nicht genau beziffert werden können bzw. abgeschätzt werden müssen. Zusätze, wie z.B. Tenside werden nicht verwendet. Einschließlich dieser Abwassermengen, sowie um ggf. auftretende Spitzen bei der Ausschleusung von verbrauchter Suspension aufzufangen, wird für die weitere Planung eine Kapazität von 50 m<sup>3</sup>/h für die Wasseraufbereitung angesetzt.

Als gesamte Abwassermenge aus der Suspensionsaufbereitung TVM kann von **600.000 m<sup>3</sup>** ausgegangen werden. Dieser Teilstrom fällt über eine Dauer von etwa 2,5 Jahren an, ab Anfang Baujahr 3 bis Mitte Baujahr 5.

#### 7.2.4 Zusammenfassung

Insgesamt fällt demnach **ca. 3.000.000 m<sup>3</sup>** Bauwasser zur Aufbereitung an. Diese Menge setzt sich zusammen aus dem Wasser der Leckagewasserhaltung, Lenzwasser, Niederschlagswasser sowie Wasser aus der Aufbereitung von Bentonit-Suspension aus dem Tunnelvortrieb. Als Sicherheitszuschlag werden zusätzlich noch einmal 20% angesetzt. Dementsprechend ergibt sich eine gesamte Wassermenge von **ca. 3.600.000 m<sup>3</sup>**.

Der Wasseranfall über den zeitlichen Verlauf der Baumaßnahme ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt. Der Wasseranfall über alle Baugruben beträgt bis zu 203 m<sup>3</sup>/h. Gemäß Bauzeitenplan beträgt die Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen etwa 4,5 Jahre, ab Ende Baujahr 1 bis Mitte Baujahr 6.



**Abbildung 2:** Maximaler Wasseranfall aus Leckagewasser, Lenzvorgängen und Aufbereitung der Bentonitsuspension in jedem Monat

### 7.3 Wasseraufbereitung

Nach derzeitigem Stand ist mindestens eine Enteisenung des anfallenden Wassers nötig. Eine derartige Anlage kann z.B. aus folgenden Komponenten bestehen:

- Belüftungsbecken/Vorlagebecken
- Dosierstation  
(ggf. für Oxidationsmittel, Flockungsmittel und/oder pH-Wert-Anpassung)
- Kiesfiltereinheit
- Reinwasserbecken
- Schlammstapelbecken

Das Vorlagebecken dient der Belüftung zwecks Oxidation des gelösten Eisens über die Zuführung von Luftsauerstoff. Die durchschnittliche Verweilzeit des Wassers im Becken sollte dabei mindestens 30 Minuten betragen. Ggf. kann der zusätzliche Einsatz von Oxidationsmitteln (z.B. Wasserstoffperoxid), Flockungsmitteln und/oder Natronlauge (zur pH-Wert-Anhebung) notwendig sein. Dazu sind Dosierstationen einzuplanen. Den Belüftungsbecken werden Sedimentationsbecken mit integrierter Druckerhöhungsstufe nachgeschaltet.

Die Entfernung des oxidierten Eisens erfolgt durch Tiefenfiltration in Kiesfiltern.

Optional sollte die Installation einer Aktivkohlefiltereinheit vorgesehen werden. Diese dient der Entfernung ggf. auftretender organischer Stoffe. Die Kontaktzeit je Filter sollte mindestens 15 min betragen.

Das gereinigte Wasser wird in Reinwasserbecken gesammelt und von dort aus abgeleitet.

Die Kiesfilter müssen in regelmäßigen Abständen gespült werden. Dies erfolgt mit klarem Wasser, das dem Reinwasserbecken entnommen wird. Der bei der Rückspülung anfallende Dünnschlamm wird in Schlammstapelbecken gesammelt, durch Sedimentation getrennt und der Schlammanteil bei Bedarf abgefahren und entsorgt.

Die hier beschriebene Anlage dient vorrangig der Entfernung von Eisen. Im Zuge der

Oxidation im Vorlagebecken werden zudem aber auch Organische Stoffe abgebaut, was zu einer Reduzierung des Parameters CSB führt. „Abfiltrierbare Stoffe“ werden in den vorgesehenen Kiesfiltereinheiten entfernt. Ggf. auftretende erhöhte Schwermetall-Konzentrationen können im Zuge der Enteisung durch Anlagerung an die Eisenflocken ebenfalls entfernt werden.

Für den Betrieb der Anlage wird ein umfangreiches, dem Stand der Technik entsprechendes Monitoring vorgesehen. Dies umfasst die Beprobung der Zu- und Ablaufkonzentrationen, sowie die Kontrolle der Wirksamkeit der einzelnen Prozessschritte der Anlage, um zum einen das Reinigungsziel zu überwachen und zum anderen einen optimalen Wirkungsgrad der Anlage sicher zu stellen.

#### 7.4 Ableitung des gereinigten Wassers

Das gereinigte Wasser soll im Regelfall an der Sengelmanbrücke in die Alster eingeleitet werden. Hierzu wird ein gesonderter Antrag gestellt.

Im Falle einer Störung, wie z.B. dem Ausfall der bis zur Alster oberirdisch verlegten Abwasserleitung in Folge von Frost, soll die Möglichkeit vorgesehen werden, das Wasser in ein nahe gelegenes Regenwassersiel abzugeben. Der vorgesehene Einleitpunkt ist der Schacht mit der Nummer 68426001 im Tessenowweg und wurde mit der HSE (Anfrage per E-Mail am 29.01.2019, Auskunft erhalten am 13.02.2019) abgestimmt. Demnach beträgt die max. Kapazität des Regenwassersiels an dieser Stelle 50 L/s (ca. 180 m<sup>3</sup>/h). Dies ist ausreichend, um das anfallende Leckagewasser im Falle einer Störung weiterhin abzuleiten. Falls gleichzeitig Lenzvorgänge durchgeführt werden sollen und, müssen diese ggf. entsprechend gedrosselt werden. Die Einleitmenge wird über einen Wassermengenzähler gezählt und in einer Fortschreibungstabelle dokumentiert.

Die genaue Lage des Einleitpunktes ist in Anlage 8 dargestellt.

## ARCADIS Germany

i.V. (Dipl.-Ing. Jörg Ortmüller)