

Planfeststellung  
**U5 Ost: City Nord – Bramfeld**

---

**Anlage 15.03.1 Erlaubnisantrag**  
nach § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zur  
bauzeitlichen Entnahme von Grundwasser  
für das System Steilshoop

---

Träger des Vorhabens:



**gez. Holk**

.....  
Hamburg, den 21.02.2019

.....  
Unterschrift

---

Aufgestellt im Auftrag der HOCHBAHN durch:



**gez. i.V. Ortmüller**

**gez. i.V. Karpa**

.....  
Hamburg, den 21.02.2019

.....  
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	Notausgang (NA) Steilshooper Allee .....	7
4.3	Haltestelle Steilshoop (SH) .....	8
<b>5</b>	<b>Allg. Baugrundverhältnisse im Planungsgebiet</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Grundwasserverhältnisse im Planungsgebiet</b>	<b>11</b>
6.1	Hydrogeologische Verhältnisse .....	11
6.2	Grundwasserstände .....	11
6.3	Wasserschutzgebiet .....	11
6.4	Grundwasseruntersuchungen .....	11
<b>7</b>	<b>Bauzeitliche Grundwasserentnahme im Baustellenbereich der U5 Ost (System Steilshoop)</b>	<b>14</b>
7.1	Grundsätzliches .....	14
7.2	Wassermengen und Dauer der Wasserhaltung .....	14
<b>8</b>	<b>Wasseraufbereitung</b>	<b>16</b>
8.1	Auswirkungen auf die Grundwasserstände .....	16
8.2	Ableitung des gereinigten Wassers .....	16

**Zugehörige Plananlagen:**

Anlage 1	Übersichtslageplan der Teilbaugruben und Systemeinteilung
Anlage 2	Lage der Grundwassermessstellen (Ost)
Anlage 3.1 bis 3.3	Chemische Prüfberichte der GBA
Anlage 4	Tabellarische Übersicht der Chemischen Analysen (Steilshoop)
Anlage 5	Messung der Grundwasserstände
Anlage 6	Grundwassergleichenplan, Okt./Nov. 2018
Anlage 7.1 bis 7.2	Geologische Profilschnitte
Anlage 8	Lageplan System Steilshoop

## 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 Erlaubnis Antrag nach § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zur bauzeitlichen Entnahme von Grundwasser zur Trockenhaltung der Baugruben**

## 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.

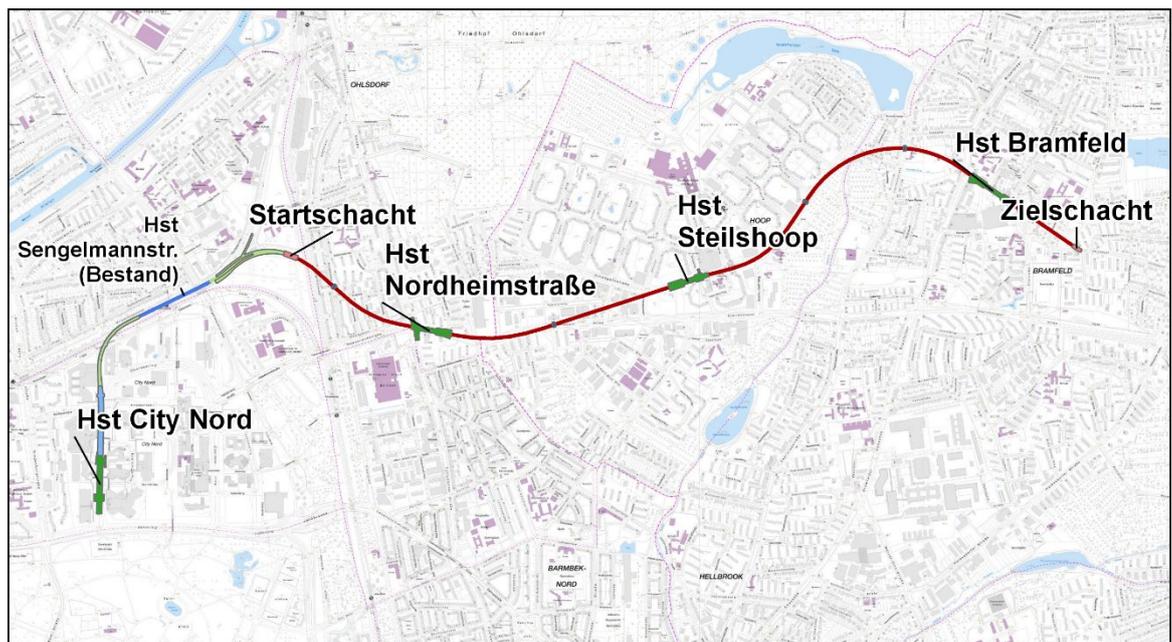


Abbildung 1: Geplante Trasse der U5 – City Nord bis Bramfeld

### 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 Steilshoop** bestehend aus den Teilbaugruben NA Steilshooper Allee und Hst. Steilshoop.

## 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
- Sengelmannstraße 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 Sengelmannstraße führen zwei neue Brückenbauwerke über die Sengelmannstraße.

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 Notausgang (NA) Steilshooper Allee

Der Notausgang Steilshooper Allee liegt unter der 4-spurigen Steilshooper Allee auf Höhe der Hausnummer 47. Das endgültige Bauwerk befindet sich im Bereich öffentlicher Flächen. Das Ausgangsbauwerk liegt im begrünten Mittelstreifen der Steilshooper Allee.

Über das seitlich zur Tunnelachse angeordnete Treppenhaus gelangt man zunächst in die Zugangsebene auf der sich zwei Betriebsräume befinden. Im Anschluss folgt die Verteilerebene. Das Treppenhaus auf der Seite des Gleises 1 ist in diesem Fall durchgehend von der Oberfläche zur Fahrebene geplant. In der Verteilerebene können die Gleise überquert und über das zweite Treppenhaus kann das Gleis 2 erreicht werden. Am Fuß der beiden Treppenhäuser gelangt man auf der Fahrebene durch eine 2,0 m x 2,0 m große Öffnung, die mit einer Gittertür gesichert ist, in den Tunnel.

Das Zugangs- bzw. Ausgangsbauwerk befindet sich auf +19,26 mNHN, die Öffnungen zum Tunnel befinden sich auf -6,23 mNHN. Die UK Bauwerk liegt bei -11,8 mNHN. Die Aushubtiefe ergibt sich bei UK UWB-Sohle -13,6 mNHN zu ca. 33 m.

Der Notausgang Steilshooper Allee befindet sich im Tiefpunkt des Tunnelabschnittes. In beiden Treppenhäusern sind Pumpensümpfe für anfallendes Wasser vorgesehen. Der Pumpensumpf auf der Seite des Gleises 2 nimmt zudem mögliche Wässer der Tunnel-längsentwässerung auf. Die Pumpensümpfe liegen innerhalb der Treppenhäuser, so dass Revisionen ohne Unterbrechung des Betriebes möglich sind.

### 4.3 Haltestelle Steilshoop (SH)

#### 4.3.1 Allgemeines

Die Haltestelle Steilshoop liegt unterhalb der Gründgensstraße und ist in West-Ost-Richtung orientiert. Am Ostkopf liegt die Haltestelle zwischen dem dortigen Einkaufszentrum auf der Nordseite sowie der Martin-Luther-King-Kirche mit Vorplatz und dem Ärztehaus im Süden. Im Bahnsteigbereich sowie am Westkopf schließen nördlich und südlich Wohnbebauungen sowie eine Parkpalette an. Die Gründgensstraße liegt am Ostkopf auf ca. 25,30 mNHN und fällt zum Westkopf hin auf ca. 24,50 mNHN ab.

#### 4.3.2 Baukonstruktion

Der Querschnitt der Haltestelle Steilshoop ist im Regelbereich Bahnsteig ein einzelliges, monolithisches Rahmentragwerk aus Stahlbeton. Im Bereich der Treppenaufgänge an den Haltestellenköpfen ist der Haltestellenquerschnitt als dreizelliger Querschnitt mit Stützen und z.T. mit Unter-/ Überzügen ausgebildet. Die Haltestellenabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gemäß RUR sowie den Haltestellenanforderungen gemäß RUHst. Die Bauteildicken der Haltestellenwände, -stützen, Unter-/ Überzügen, -decken und -sohlen ergeben sich aus den statisch-konstruktiven Erfordernissen. Das Bauwerk wird aus wasserundurchlässigem Beton in Anlehnung an die ZTV-Ing. hergestellt.

Auf Grund 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.

Eine Besonderheit stellt die hochliegende Schaltherhalle Ost auf +20,005 mNHN dar. Die Randbedingungen für die Baukonstruktion richten sich nach den bereits vorhandenen Gegebenheiten des Fußgängertunnels, der im Rahmen der Baumaßnahme U5 Ost abgebrochen und durch die hochliegende Schaltherhalle Ost ersetzt wird. Die hochliegende Schaltherhalle schließt ebenfalls an das Einkaufszentrum Steilshoop und den südlich gelegenen Platz. Die Bauwerksdecke kann aufgrund der Anschlusshöhen Einkaufszentrum Steilshoop und des Vorplatzes Martin-Luther-King Kirche sowie der Straßenhöhen lediglich 60 cm dick sein. aufgrund der schmalen Decke sind in diesem Bereich Unterzugkonstruktionen erforderlich.

Resultierend aus der Interaktion zwischen Schildvortrieb und Bauwerk kann die hochliegende Schaltherhalle aufgrund des geringen Abstandes zum Schildvortrieb nicht über dem Schildvortrieb hergestellt werden, somit muss das Bauwerk im Bereich der Schaltherhalle Ost ebenfalls bis unter die Schilddurchzugsstruktur geführt werden.

Das Stahlbetonbauwerk wird in offener Bauweise in einer trockenen bzw. 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.

Da im Bereich der Baugrube ohne Unterwasserbetonsohle Geschiebemergel in der Aushubsohle ansteht, ist eine 30 cm dicke Filterschicht aus Sand plus eine 10 cm starke Sauberkeitsschicht auf die Aushubsohle aufzubringen. Unmittelbar auf der Unterwasserbetonsohle wird eine 30 cm Drainschicht (Einkornbeton mit Drainleitungen) aufgebracht. Zwischen Drainschicht bzw. Sauberkeitsschicht 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.

Das Haltestellenbauwerk ist als geschlossener Stahlbetonrahmen herzustellen, der für sich durch sein Eigengewicht auftriebssicher ist.

#### 4.3.3 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.

Auf Grund der wechselhaften Geologie im Bereich der Haltestelle Steilshoop erfolgt die horizontale Abdichtung des in offener Bauweise hergestellten Tunnelbauwerkes in zwei unterschiedlichen Systemen. Die vertikale Baugrubenabdichtung wird einheitlich über die gesamte Baugrubenlänge mittels massiver Schlitzwände ausgeführt. Die Schlitzwände im Westkopf werden bis in dichtende Baugrundsichten herabgeführt, so dass eine horizontale Abdichtung in Form einer Unterwasserbetonsohle hier nicht erforderlich wird. Im östlich anschließenden Regelbereich sowie im gesamten Ostkopf wird zur horizontalen Baugrubenabdichtung eine Unterwasserbetonsohle erforderlich, die rückverankert wird. Diese Systemänderung führt somit auch zu einer Abgrenzung der Baugrube in Längsrichtung mittels Querschotts (Querschlitzwand). Der Baugrubenteil mit Unterwasserbetonsohle erhält zur Abgrenzung verschiedener Bauabschnitte (Docks) ein weiteres Querschott (Querschlitzwand). Die Baugrube ist mehrfach ausgesteift. Die Anordnung der Steifen berücksichtigt den erforderlichen Freiraum für den Durchzug der Schildmaschine.

Nach Einbringen des Baugrubenverbau und bereichsweise Einbau von tiefliegenden Schlitzwandbaretten (unterhalb der Aushubsohle) erfolgt mit parallelem Einbau der Steifenlage der Trockenaushub bis ca. 50 cm über Baugrundwasserstand. Im Baugrubenbereich mit Trockenaushub wird die Baugrube sukzessive in Abhängigkeit der Aushubschritte mit einer Wasserhaltung innerhalb der Baugrube trocken gelegt, die Restwasserhaltung aktiviert und der Trockenaushub bis zum Endaushubniveau ca. +3,4 mNHN durchgeführt.

Im Bereich der Baugrube mit Unterwasserbetonsohle wird nachfolgend die Rückverankerung der Unterwasserbetonsohle von dieser trockenen Arbeitsebene aus hergestellt. Im Anschluss wird die Baugrube bis zum Endaushubniveau ca. +1,63 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 Schild, die gleichzeitig die untere Bauwerkssohle darstellt, und die Schildwiege hergestellt, bevor anschließend der Durchzug der Schildmaschine und die parallele Herstellung der Außenwände erfolgen. Zum Schutz der Schildversorgung im Haltestellenbereich wird eine entsprechende Einhausung eingerichtet, 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.

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

Der bestehende Fußgängertunnel wird im Vorfeld abgebrochen und im Anschluss bis zur Arbeitsebene verfüllt. Im nächsten Schritt erfolgt die Herstellung der Hauptbaugrube.

## 5 Allg. 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 Auesedimente 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 Grundwasserverhältnisse im Planungsgebiet

### 6.1 Hydrogeologische Verhältnisse

Der anstehende Baugrund ist grundwasserführend. Für das Bauvorhaben ist in erster Linie der Grundwasserleiter der Beckensande (qD(2)) relevant. Dieser erstreckt sich über die gesamte Länge der Trasse, wobei die Mächtigkeit und die Tiefenlage deutlich variieren können. Im Bereich Steilshoop liegt die Aquiferbasis in einer Tiefe von ca. 10 m bis 25 m u. GOK. (ca. 10 mNHN bis 0 m NHN). Der Grundwasserleiter ist im Bereich NA Steilshooper Allee gespannt, im Bereich Hst. Steilshoop ungespannt. Im östlichen Teil der geplanten Baugrube Hst. Steilshoop wurde im unteren Bereich außerdem eine etwa 5 m mächtige Sandlinse erkundet. Darunter folgen flächendeckend geringdurchlässige Schichten aus Beckenschluff/-ton und Geschiebemergel (Drenthe-Till).

In einer Tiefe von etwa 40 m-50 m u. GOK (ca. 20 m unterhalb der geplanten Baugrubensohlen) befindet sich ein weiterer Grundwasserleiter (qe). Die Grundwasserverhältnisse sind dort gespannt.

Im System Steilshoop wurde kein Stauwasser erkundet.

### 6.2 Grundwasserstände

Im Vorhabensbereich sind insgesamt 53 Grundwassermessstellen vorhanden. Davon liegen 9 Messstellen im Bereich des Wasserhaltungssystems Steilshoop (Anlage 2).

Die gemessenen Grundwasserstände aller Messstellen im Vorhabensbereich sind in Anlage 5 dokumentiert.

Ein Grundwassergleichenplan mit Stand vom Okt/Nov 2018 ist in Anlage 6 dargestellt. 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 im System Steilshoop etwa zwischen 13,5 mNHN und 14,3 mNHN.

Der 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 9 Grundwassermessstellen entlang der Trasse zur Verfügung. Das Grundwasser der Messstellen wurde jeweils dreimal beprobt.

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 diese 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 untersuchten Grundwasserproben zeigen im Vergleich zu den Richtwerten erhöhte Konzentrationen an Eisen ges. und Eisen (II). Die höchste Konzentration wurde mit 4,8 mg/L in der Messstelle GWM 36/17 (NA Steilshooper Allee) gemessen. Die übrigen Messwerte im Bereich Steilshoop liegen bei durchschnittlich etwa 2 mg/L. Der Richtwert für Eisen (II) für die Einleitung in das Regenwassersiel von 0,5 mg/L wird mit Ausnahme der GWM 5 überall 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 6 von 9 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 an 1 von 9 Messstellen eine knappe Überschreitung des Richtwertes von Chrom (GWM 58/17). Die Richtwerte für die Einleitung in das Schmutzwassersiel werden an keiner Stelle überschritten.

In zwei Messstellen (GWM 36/17 und GWM2 B 62-1/17) wurde jeweils ein leicht erhöhter Wert von 18 mg/L bzw. 28 mg/L für CSB festgestellt. Im Bereich des NA Steilshooper Allee wurden an 3 von 4 Messstellen Überschreitungen des Richtwertes von Sulfat festgestellt. Die Konzentrationen um den NA Steilshooper Allee betragen zwischen 115 mg/L und 285 mg/L. In der Messstelle GWM 59 wurde kurz nach Ende der Bohrarbeiten im Mai 2018 ein Wert von 1.260 mg/L Sulfat gemessen. In den beiden nachfolgenden Messungen betrug die Konzentration jedoch nur 95 mg/L bzw. 84 mg/L. Im übrigen Bereich der Hst. Steilshoop wurden die Richtwerte für Sulfat immer unterschritten.

Der Richtwert für die Kohlenstoffdioxid-Konzentrationen wurde überall eingehalten.

Der Parameter Ammonium-N zeigt in Bezug auf die Einleitrichtwerte für das Regenwassersiel ebenfalls 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 GWM2 B 62-1/17 eine PFC-Konzentration von 16 ng/L festgestellt. Die Chlorid-Konzentration liegt in 8 von 9 Messstellen in einem Bereich zwischen 26 mg/L bis 222 mg/L. In der Messstelle GWM2 B 62-1/17 wurden relativ hohe Konzentrationen bis 1.040 mg/L gemessen. Die DOC-Konzentration liegt im System Steilshoop zwischen ca. 2 mg/L und 4 mg/L. Huminstoffe wurden nur in geringen Konzentrationen bis ca. 2 mg/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.

## 7 Bauzeitliche Grundwasserentnahme im Baustellenbereich der U5 Ost (System Steilshoop)

### 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.

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 in den Baugruben NA Steilshooper Allee und Hst. Steilshoop (nur Dock 2 und 3) der Fall. Dabei wird die ausgehobene und wassererfüllte Baugrube innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraums entwässert. Nur das Dock 1 der Hst. Steilshoop wird ohne Unterwasserbetonsohle ausgeführt.

### 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 bei max.  $6 \text{ m}^3/\text{h}$  (NA Steilshooper Allee) und  $21 \text{ m}^3/\text{h}$  (Hst. Steilshoop) (Tabelle 1). Die gesamte Bauwassermenge aus Leckagen beträgt ca.  $430.000 \text{ m}^3$ .

Weiterhin fällt Wasser beim Lenzen der Baugruben an. Die Lenzwassermenge entspricht dem wassererfüllten Volumen der Baugruben. Die gesamte Lenzwassermenge für die das System Steilshoop beträgt ca.  $50.000 \text{ m}^3$ .

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 Steilshoop **ca.  $480.000 \text{ m}^3$** .

**Tabelle 1:** Bauwassermenge je Baugrube

Baugrube	Leckage- wasser [ $\text{m}^3$ ]	Lenzwasser [ $\text{m}^3$ ]	Leckage [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	Lenzen [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
NA Steilshooper Alle	70.000	12.000	6	80
Hst. Steilshoop	360.000	37.500	7-21	15(*) - 80
<b>Summe</b>	<b>430.000</b>	<b>49.500</b>		

(\*) Grundwasserabsenkung im geschlossenen Trogbauwerk ohne UWBS

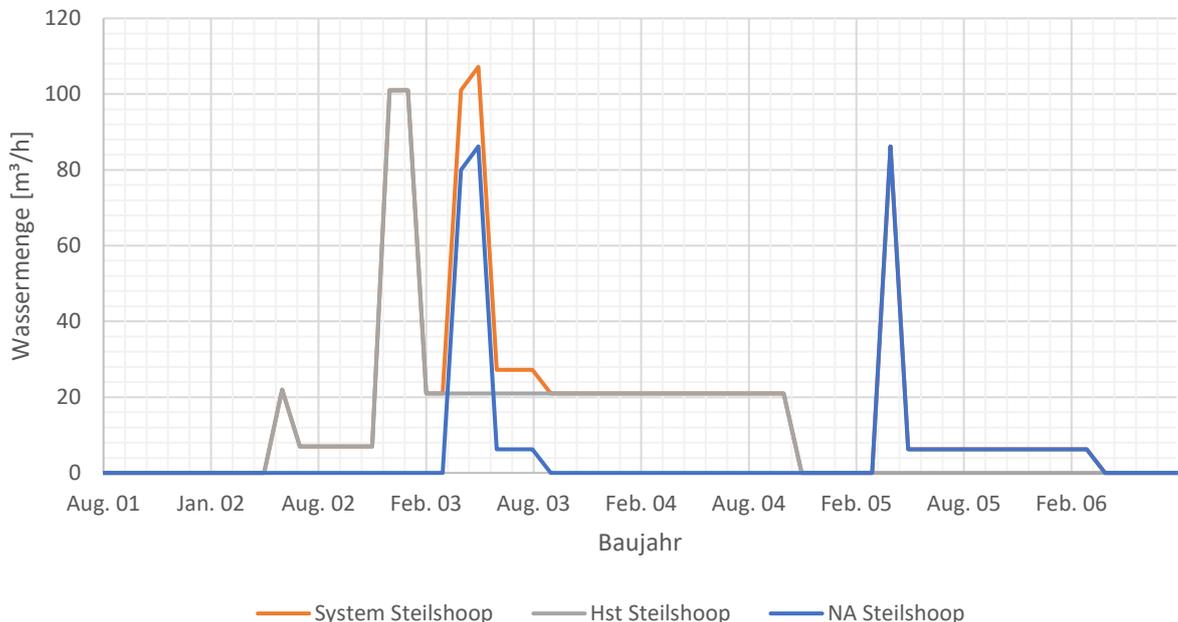
### 7.2.2 Niederschlagswasser

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. **10.000 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>1</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 Zusammenfassung

Insgesamt fällt demnach **ca. 490.000 m<sup>3</sup>** Bauwasser zur Aufbereitung an. Diese Menge setzt sich zusammen aus dem Wasser der Leckagewasserhaltung, Lenzwasser und Niederschlagswasser. Als Sicherheitszuschlag werden zusätzlich noch einmal 20% angesetzt. Dementsprechend ergibt sich eine gesamte Wassermenge von **ca. 600.000 m<sup>3</sup>**.

Der Wasseranfall über den zeitlichen Verlauf der Baumaßnahme ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Wasseranfall über alle Baugruben beträgt bis zu 107 m<sup>3</sup>/h im Maximum. Gemäß Bauzeitenplan beträgt die Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen etwa 4 Jahre, ab Anfang Baujahr 2 bis Anfang Baujahr 6.



**Abbildung 2:** Maximaler Wasseranfall aus Leckagewasser und Lenzvorgängen in jedem Monat

<sup>1</sup> Pasche & Geissler (2003): „Bemessungsregen, Regenreihen der Freien und Hansestadt Hamburg“, Freie und Hansestadt Hamburg – Amt für Bau und Betrieb (Hrsg.).

## 8 Wasseraufbereitung

Zur Aufbereitung des Bauwassers ist eine Enteisenung des nötig. Die geplante Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

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

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 Enteisenung durch Anlagerung an die Eisenflocken ebenfalls entfernt werden.

Die Wasseraufbereitungsanlage für das System Steilshoop soll auf einer BE-Fläche naher der Hst. Steilshoop aufgestellt werden (Anlage 8).

### 8.1 Auswirkungen auf die Grundwasserstände

Da sämtliche Wasserhaltungsmaßnahmen innerhalb der durch Schlitzwände sowie durch eine Unterwasserbetonsohle bzw. geringdurchlässige bindige Lockergesteinschicht abgedichteten Baugrube erfolgen, sind keine Auswirkungen auf die Grundwasserstände zu erwarten.

Baubegleitend werden die Auswirkungen der Wasserhaltung in den vorhandenen Grundwassermessstellen überwacht.

### 8.2 Ableitung des gereinigten Wassers

Das gesammelte und gereinigte Wasser soll in der Nähe der Wasseraufbereitungsanlage nahe der Hst. Steilshoop in das Sielnetz eingeleitet werden. Dabei wird die verfügbare Kapazität des Regenwassersiels (18 m<sup>3</sup>/h) soweit wie möglich ausgeschöpft. Darüber hinausgehende Wassermengen werden in das Schmutzwassersiel eingeleitet. Die vorgesehenen Einleitstellen und -kapazitäten wurden mit der Hamburger Stadtentwässerung (HSE) abgestimmt (Anfrage per E-Mail vom 21.09.2018, Auskunft erhalten am 28.09.2018). Entsprechende Wasserrechtliche Anträge werden hierzu gesondert gestellt

**ARCADIS Germany**

i.V. (Dipl.-Ing. J. Ortmüller)