

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

---

**Anlage 15.06.3 Genehmigungsantrag**  
nach § 11a Hamburgisches Abwassergesetz  
für die bauzeitlich befristete Einleitung  
von Baugrubenwasser in das Schmutzwassersiel  
für das System Bramfeld  
(Rev01)

---

Träger des Vorhabens:



**gez. Holk**

Hamburg, den 03.04.2019

Unterschrift

---

Aufgestellt im Auftrag der HOCHBAHN durch:



**gez. i.V. Ortmüller**

**gez. i.V. Karpa**

Hamburg, den 03.04.2019

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	Haltestelle Bramfeld (BD) .....	7
4.3	Zielschacht .....	9
<b>5</b>	<b>Allgemeine Baugrundverhältnisse im Planungsgebiet</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Wasserverhältnisse im Planungsgebiet</b>	<b>13</b>
6.1	Hydrogeologische Verhältnisse .....	13
6.2	Grundwasserstände .....	13
6.3	Wasserschutzgebiet .....	13
6.4	Grundwasseruntersuchungen .....	13
<b>7</b>	<b>Bauzeitlich befristete Einleitung von Baugrubenwasser in das Regenwassersiel</b>	<b>16</b>
7.1	Grundsätzliches .....	16
7.2	Wassermengen und Dauer der Wasserhaltung .....	16
7.3	Wasseraufbereitung .....	18
7.4	Ableitung des gereinigten Wassers .....	19

**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 (System Bramfeld)
Anlage 5	Messung der Grundwasserstände
Anlage 6	Grundwassergleichenplan, Okt./Nov. 2018
Anlage 7	Geologischer Profilschnitt
Anlage 8	Lageplan Einleitpunkt
Anlage 9	Lageplan System Bramfeld

## 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 Schmutzwassersiel.**

## 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.

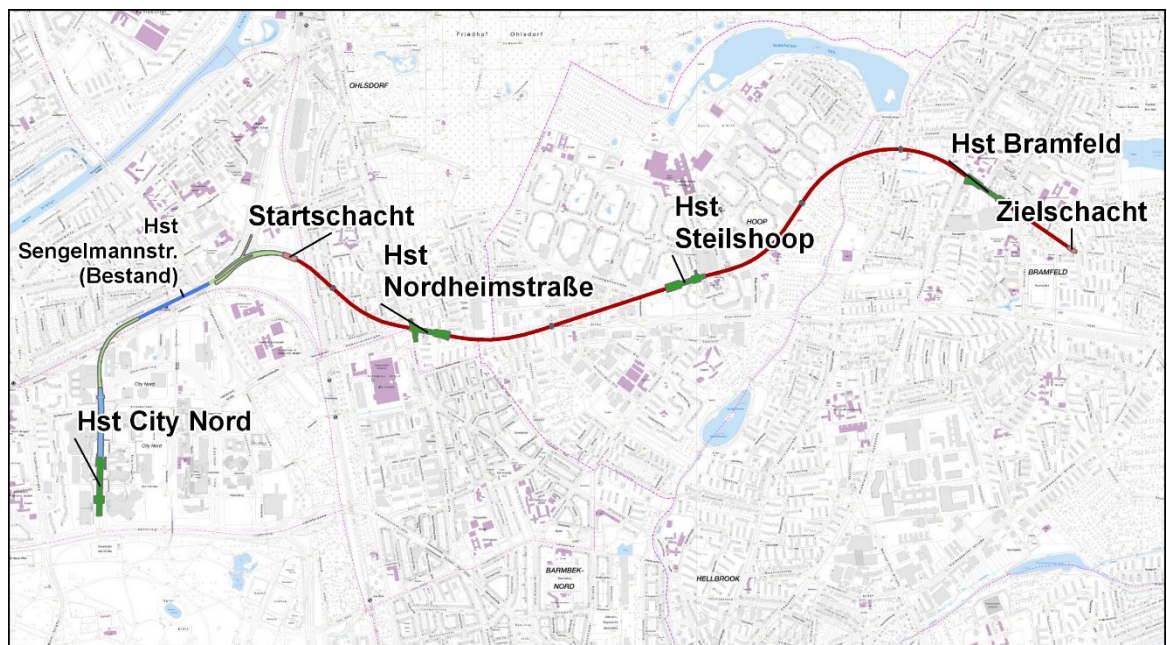


Abbildung 1: Geplante Trasse der U5 – City Nord bis Bramfeld

### 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 Sengelmanstraße 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 Bramfeld** bestehend aus den Teilbaugruben Hst. Bramfeld und Zielschacht.

## 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 Haltestelle Bramfeld (BD)

#### 4.2.1 Allgemeines

Bei der Haltestelle Bramfeld handelt es sich um eine Endhaltestelle mit Seitenbahnsteig, die in West-Ost-Richtung ausgerichtet ist. Das Tunnelbauwerk, welches als WU-Beton-Konstruktion hergestellt wird, hat eine Längenausdehnung von ca. 300 m. Die Bauwerksbreite im Bahnsteigbereich beträgt ca. 16 m und im Bereich der Treppenaufgänge von der Bahnsteigebene zur Schalterhalle 30 m.

Die Geländeoberkanten liegen im Bereich der Haltestelle zwischen ca. 22,00 mNHN und 21,00 mNHN (West-Ost- Gefälle), somit ergibt sich eine Überdeckung der Haltestelle von ca. 2,0 m bis 2,5 m.

#### 4.2.2 Baukonstruktion

Der Querschnitt der Haltestelle Bramfeld 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 Unterzügen ausgebildet. Der Fußgängertunnel auf der Haltestellenwestseite wird ebenfalls als Stahlbetonrahmen ausgeführt. Die Haltestellenabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gemäß RUR sowie den Haltestellenanforderungen gemäß RUHst. Die Bauteildicken der Haltestellenwände, -stützen, Unterzügen, -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. Unterhalb der Bauwerkssohle wird eine Sauberkeitsschicht mit einer 2 – lagigen 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.

#### 4.2.3 Bauverfahren

Auf Grund der sehr heterogenen geologischen Baugrundverhältnisse wird die Haltestelle mit einer rückverankerten Unterwasserbetonsohle als vertikale Abdichtung der Baugrubensohle in offener Bauweise hergestellt. Die seitliche Abdichtung und Abschirmung der Baugrube erfolgt mittels massiver Schlitzwände. Die Schlitzwände werden bis ca. -26,0 mNHN bzw. ca. -15 mNHN herabgeführt, so dass ein Trockenaushub bis ca. +3,00 mNHN erfolgen kann. Die endgültige Bauwerkssohle liegt in der Regel bei ca. +2,0 mNHN, nur im Westkopf liegt die Baugrubensohle aufgrund der Gradienten bei ca. +0,5 mNHN. Für den Durchzug der Schildmaschine sind im West- und Ostbereich der Haltestellenbaugrube 0,80 m dicke Arbeitssohlen erforderlich. Des Weiteren muss in der gesamten Haltestellenbaugrube ausreichend Raum für die Schildwiegenkonstruktion vorhanden sein. Aus diesen Randbedingungen sowie der Lage der Schienenoberkante und abfallender Gradienten am Westkopf ergibt sich die Aushubtiefe für die Haltestellenbaugrube. Die Baugrube erhält zur Abgrenzung verschiedener Bauabschnitte (Docks) Querschotts (Querschlitzwände). Die Baugrube ist mehrfach ausgesteift und rückverankert. Die Anordnung der Steifen berücksichtigt den erforderlichen Freiraum für den Durchzug der Schildmaschine.

Nach Einbringen des Baugrubenverbaus und Einbau von tiefliegenden Aussteifungen als Düsenstrahlkörperrost sowie Herstellung der Rückverankerung der Unterwasserbetonsohle erfolgt mit parallelem Einbau der Steifen- und Ankerlagen der Trockenaushub bis +3,00 mNHN. Im Baugrubenbereich wird die Baugrube sukzessive in Abhängigkeit der Aushubschritte mit einer Wasserhaltung innerhalb der Baugrube trocken gelegt, die Restwasserhaltung aktiviert und der Trockenaushub bis zum Zwischenaushubniveau ca. +3,00 mNHN durchgeführt. Im Anschluss wird die Baugrube bis +9,00 mNHN geflutet und der restliche Nassaushub bis zur Endaushubtiefe unterhalb der Unterwasserbetonsohle getätigt.

Um die Auswirkungen auf die Anlieger und die Verkehrssituation zu minimieren, wird die Baugrube unter Berücksichtigung von Andienungsöffnungen nach dem Unterwasseraushub komplett provisorisch mit einer Fahrbahnabdeckung abgedeckt, diese wird im Zuge der Überschüttung und Herstellung der Oberfläche zurückgebaut. Nach Fertigstellung der provisorischen Fahrbahnabdeckung wird 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 Schildmaschine sowie Schildwiege hergestellt, bevor anschließend der Durchzug der Schildmaschine erfolgt. Nach Durchzug der Schildmaschine, dem Ende des Schildvortriebes, dem Rückbau der Schildvortriebseinrichtung sowie der Räumung des Schildtunnels wird der Rohbau Haltestelle Bramfeld hergestellt.



Die Herstellung der Schlitzwände erfolgt in Nord-Süd-Richtung zweigeteilt, im ersten Schritt werden entsprechend der provisorischen Verkehrsführung die Schlitzwände und die 1. Steifenlage inkl. Voraushub bis UK Steife auf der Südseite hergestellt, im zweiten Schritt erfolgt die Herstellung der nördlichen Baugrubenseite. Um unter den beengten Platzverhältnissen die Baugrube insbesondere im Regelbereich Bahnsteig herstellen zu können, kann die Straße Bramfelder Dorfplatz nur noch als Anliegerstraße und Baustellenzufahrt als Einbahnstraße Richtung Westen genutzt werden, da dann geringe Fahrbahnbreiten realisiert werden können, um ausreichend Baufeldbreite zu erreichen. In dieser Bauphase findet kein Busverkehr statt, dieser wird entsprechend umgeleitet. Zur Aufrechterhaltung zwingend erforderlicher querender Straßenverkehre sowie der Zuwegungen zu den benachbarten Gebäuden und zu den Tiefgaragenzufahrten werden zusätzlich provisorische Fahrbahnabdeckungen bzw. provisorische Brücken eingebaut (s. hierzu auch Planunterlagen provisorische Verkehrsführung während der Bauphase).

Nach Herstellung des Stahlbetonhaltestellenbauwerkes wird das Bauwerk vollständig verfüllt/ überschüttet, die Schlitzwand im Bereich der oberen 2 m unter GOK sowie die provisorischen Fahrbahnabdeckungen zurückgebaut und die Geländeoberkante mit dem entsprechenden Straßenaufbau gemäß der endgültigen Straßenplanung wiederhergestellt. Dies erfolgt ebenfalls mit Unterteilung des Baufeldes in Nord-Süd, damit der Anlieger- und Baustellenverkehr aufrechterhalten bleiben kann.

### 4.3 Zielschacht

Der Zielschacht (Notausgang Heukoppel) liegt unter der Straße Heukoppel auf Höhe der Hausnummern 37 bis 39 auf der nördlichen Seite und der Hausnummern 32 bis 34 auf der südlichen Seite. Das endgültige Bauwerk befindet sich im Bereich öffentlicher und privater Flächen. Das Ausgangsbauwerk liegt im Bereich des derzeitigen Fußgängerweges auf der nördlichen Straßenseite. Der Fußgängerweg wird dauerhaft auf das private Grundstück umgelegt.

Die Endlage des Notausgangs sowie die gleichzeitige Funktion als Zielschacht für die TVM führen zu einer von den anderen Notausgängen abweichenden Form der Baugrube.

Über das parallel zur Tunnelachse angeordnete Treppenhaus gelangt man zunächst in die Verteilerebene, auf der sich 2 Betriebsräume befinden. Im Anschluss gelangt man über das Treppenhaus direkt auf die Fahrebene. Am Fuß des Treppenhauses gelangt man durch eine 2,0 m x 2,0 m große Öffnung, die mit einer Gittertür gesichert ist, in den Tunnel. Da der Zugang zum Treppenhaus auf der Stirnseite hinter beiden Gleisen liegt, ist es von den Rettungswegen beider Gleise zugänglich.

Das Zugangs- bzw. Ausgangsbauwerk befindet sich auf +21,8 mNHN, die Öffnungen zum Tunnel befinden sich auf +5,1 mNHN. Die UK Bauwerk liegt bei +1,0 mNHN. Die Aushubtiefe ergibt sich bei UK UWB-Sohle -3,4 mNHN zu ca. 25 m.

Die Bauwerksabmessungen des NA Heukoppel/Zielschacht betragen in Tunnellängsrichtung ca. 22,0 m und in Querrichtung ca. 15,0 m. Des Weiteren werden zwischen Notausgangsbauwerk und Tübbingtunnel zwei einzellige Blöcke mit rechteckigem Querschnitt gebaut. Die 8,6 m hohen Blöcke haben Abmessungen von jeweils ca. 10,0 m x 11,3 m.

#### 4.3.1 Baukonstruktion

Das System der Notausgänge ist ein monolithisches Tragwerk aus Stahlbeton. Die Notausgangabmessungen entsprechen den Anforderungen aus dem Regelquerschnitt gem. RUR sowie den Anforderungen an Notausgänge gemäß TrStrab. In Abstimmung

mit der Feuerwehr sowie im Einklang mit der RUR wurde jedoch die Breite der Treppenhänge auf 2 m zwischen den Handläufen festgelegt und auf einen separaten Feuerwehrangegriffsweg verzichtet, weil sich in der Kehr- und Abstellanlage regelmäßig keine Fahrgäste aufhalten werden, die den Notausgang nutzen müssten. Die Bauteildicken der Haltestellenwände, -decken und -sohlen ergeben sich aus den statisch-konstruktiven Erfordernissen. Die Bauwerke werden aus wasserundurchlässigem Beton in Anlehnung an die ZTV-Ing. hergestellt.

Die lichte Breite der Notausgänge beträgt ca. 7,70 m und die Länge ca. 19,20 m. Die Bauwerksgesamthöhen ergeben sich unter Berücksichtigung des Lichtraumprofils und der raumbildenden Ausbildung sowie der jeweiligen Geländeoberkante zwischen 23,0 m und 34,0 m. Der Höhenunterschied zwischen Rettungsweg im Tunnel und Austritt an der Geländeoberfläche liegt in allen Fällen unter 30 m, daher waren keine Feuerwehraufzüge anzuordnen.

Das Stahlbetonbauwerk wird in offener Bauweise in einer trockenen Baugrube ohne Arbeitsraum errichtet. Die endgültige Bauwerkskonstruktion wird getrennt von den Baubehelfen hergestellt, so dass die Notausgangsbauwerke statisch unabhängig von der Baugrubenkonstruktion sind und bemessen werden können. 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 Bauwerk im Bereich des Zielschachtes wird infolge der größeren Baugrube, die zur Demontage der Schildmaschine erforderlich ist, in drei Blöcke unterteilt. Das Bauwerk setzt sich aus 2 Blöcken mit einzelligem Rahmenquerschnitt inkl. Übergangskonstruktion zum Schildtunnel und dem Notausgangsbauwerk zusammen.

#### 4.3.2 Bauverfahren

Die Notausgänge werden in offener Bauweise mit massiven Schlitzwänden als vertikaler Baugrubenverbau realisiert. aufgrund der vorhandenen Grundwasserstände sind bei allen Notausgängen wasserdichte Baugruben inklusive einer künstlichen horizontalen Abdichtung gegen Grundwasser (rückverankerte UWB-Sohle) erforderlich. Aus statisch-konstruktiven Gründen sind Schlitzwandlängen zwischen ca. 40,0 m und ca. 50,0 m vorgesehen.

Der obere Teil des Baugrubenverbaus (bis 2,0 m unter GOK) ist zur Sicherung der Baufreiheit für Leitungen wieder zurückzubauen.

Nach Einbringen des Baugrubenverbaus erfolgt mit parallelem Einbau der Steifenlagen der Trockenaushub bzw. nach Erreichen des Grundwasserspiegels der Nassaushub. Temporäre Steifenlagen im Bereich des späteren Tunnelvortriebs werden nach Einbau der UWB-Sohle wieder rückgebaut, um die Durchfahrt der Schildmaschine zu ermöglichen.

Nach erfolgtem Aushub wird die Rückverankerung der UWB-Sohle hergestellt und die UWB-Sohle eingebracht. Nach anschließender Dichtigkeitsprüfung der Baugrube wird im Durchfahrtsbereich der Schildmaschine ein geeignetes Material zur Ballstrierung und Stützung aufgefüllt. Die Baugrube und die Oberfläche werden auf die Durchfahrt der Schildmaschine vorbereitet.

Im Anschluss an die Schildfahrt wird die Baugrube gelenzt und erneut ausgehoben. Nach Abbruch der Tübbings im Bereich der Notausgänge wird eine Sauberkeits- und Entwässerungsschicht eingebracht und mit den Rohbauarbeiten begonnen. Die Bauwerke erhalten eine Übergangskonstruktion zum Tunnelbauwerk, um die Wasserdichtig-

keit sicherzustellen.

Die Aushubtiefen der Notausgänge liegen zwischen etwa 33 m und 36 m (Zielschacht bei 25 m) unter der Geländeoberkante.

Nach Einbau der Sohlplatten werden die Außen- und Innenwände sowie die Zwischen- und Bauwerksdecken hergestellt.

Die Ausgangsbauwerke liegen zum Teil außerhalb der eigentlichen Baugruben oder im Bereich der Schlitzwände. Die Ausgangsbaugruben werden z.B. mit Trägerbohlverbau oder Spundwänden ausgeführt, teilweise muss die Schlitzwand in diesen Bereich abgebrochen werden.

Nach Herstellung der Stahlbetonbauwerke erfolgt die vollständige Verfüllung bzw. Überschüttung. Der Verbau im Bereich der oberen 2,0 m unter GOK wird zurückgebaut und die Geländeoberkante mit dem entsprechenden Straßenaufbau gemäß der end-gültigen Straßenplanung wiederhergestellt.

Da die Baugruben im beengten öffentlichen Straßenraum liegen, sind zum Teil temporäre Abdeckungen der Baugruben erforderlich, um die Aufrechterhaltung der Verkehrswege sicherzustellen.

## 5 Allgemeine 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. 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 Bramfeld liegt die Aquiferbasis in einer Tiefe von ca. 10 m bis 15 m u GOK. (ca. 5 mNHN bis 15 m NHN). Der Grundwasserleiter ist auf Grund der heterogenen Geologie teilweise gespannt und teilweise ungespannt. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters variiert in diesem Bereich relativ stark und liegt etwa zwischen 1 m und 15 m.

In etwa 20 m bis 25 m Tiefe, d.h. im Sohlbereich des geplanten Bauwerks, wurde ein weiterer Grundwasserleiter aus Schmelzwassersanden (qD(1)) erkundet. Die Grundwasserhältnisse sind dort gespannt.

Die beiden Grundwasserleiter sind von einer etwa 5 m bis 10 m mächtigen geringdurchlässigen Schicht aus Geschiebemergel getrennt.

Im System Bramfeld wurde kein Stauwasser erkundet.

### 6.2 Grundwasserstände

Im Vorhabensbereich sind insgesamt 53 Grundwassermessstellen vorhanden. Davon liegen 10 Messstellen im Bereich des Wasserhaltungssystems Bramfeld (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.

Die Grundwasserfließrichtung ist nach Nord-Westen in Richtung des Alstersystems gerichtet. Die Grundwasserstände liegen im System Bramfeld etwa zwischen 15,4 mNHN und 17,9 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 Bramfeld stehen 10 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 Mess-

stellen un plausible 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 un plausiblen 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 22 mg/L in der Messstelle GWM 8 (Zielschacht) gemessen. Die übrigen Messwerte im Bereich Bramfeld liegen bei durchschnittlich etwa 5,4 mg/L. Das Eisen liegt fast vollständig als Eisen (II) vor. Der Richtwert für die Einleitung in das Regenwassersiel wird in allen Messstellen 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 7 von 10 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 sich nur noch an 3 von 10 Messstellen geringe Überschreitungen der Richtwerte. Dies betrifft vor allem die Metalle Kupfer, Nickel und Zink. Die Richtwerte für die Einleitung in das Schmutzwassersiel werden an keiner Stelle überschritten.

Die CSB-Konzentrationen liegen in einem Bereich zwischen <15 mg/L und 62 mg/L. In 6 Messstellen wurden die Richtwerte zur Einleitung in das Regenwassersiel knapp überschritten. Die Richtwerte für Sulfat wurden mit Ausnahme der Messstelle GWM 89/17 (unten) überall eingehalten. In der GWM 89/17 wurde in der ersten Beprobung ein Wert für Sulfat von 381 mg/L gemessen. Die darauffolgenden Analysen ergaben Konzentrationen von 88 mg/L bis 127 mg/L. Letztere liegen in einem vergleichbaren Bereich wie auch die Ergebnisse der übrigen Messstellen der Umgebung.

In drei Messstellen wurden Überschreitungen der Kohlenstoffdioxid-Konzentrationen festgestellt. Die Werte liegen in einem Bereich zwischen <5 und 130 mg/L.

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. Nur in den Messstellen GWM 74-1/17 und GWM 7 wurden geringe Konzentrationen PFC in Höhe von 27 ng/L bis 93 ng/L festgestellt. Die Chlorid-Konzentrationen liegen in einem Bereich von 8 mg/L bis 671 mg/L. Die höchsten Werte wurden in der Messstellen GWM 77/17 gemessen. In den übrigen Messstellen betragen die Konzentra-

tionen max. 150 mg/L. Die DOC-Konzentration liegt im System Bramfeld bei durchschnittlich etwa 6 mg/L. Huminstoffe wurden in Konzentrationen bis ca. 28 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 Bauzeitlich befristete Einleitung von Baugrubenwasser in das Regenwassersiel

### 7.1 Grundsätzliches

Zur bauzeitlichen Trockenhaltung der Baugruben fällt Grundwasser aus offenen Wasserhaltungen (Restwasserhaltung) sowie 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. Dabei wird die ausgehobene und wassererfüllte Baugrube innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraums entwässert.

Neben den Baugruben zur Herstellung des Zielschachtes und der Haltestelle Bramfeld wird außerdem ein Arbeitsschacht für Gebäudesicherungsmaßnahmen (Compensation-Grouting-Verfahren, CGV) erstellt. Dort fällt ebenfalls Leckage- und Lenzwasser an.

### 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 max.  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  (Arbeitsschacht CGV) und  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  (Hst. Bramfeld) (Tabelle 1). Die gesamte Bauwassermenge aus Leckagen beträgt ca.  $1.500.000 \text{ m}^3$ .

Weiterhin fällt Wasser beim Lenzen der Baugruben an. Die Lenzwassermenge entspricht dem wassererfüllten Volumen der Baugruben. Die gesamte Lenzwassermenge für die das System Bramfeld beträgt ca.  $95.000 \text{ m}^3$ . Die Lenzvorgänge werden jeweils auf einen Volumenstrom von  $80 \text{ m}^3/\text{h}$  begrenzt.

Die Lenz- und Leckagewassermenge beträgt damit über den gesamten Bauzeitraum im System Bramfeld **ca.  $1.600.000 \text{ m}^3$** .



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. Bramfeld	1.370.000	81.000	60	80
CGV Arbeitsschacht Heukoppel	10.000	250	0,5	80
Zielschacht	120.000	14.000	9	80
<b>Summe</b>	<b>1.500.000</b>	<b>95.250</b>		

### 7.2.2 Niederschlagswasser

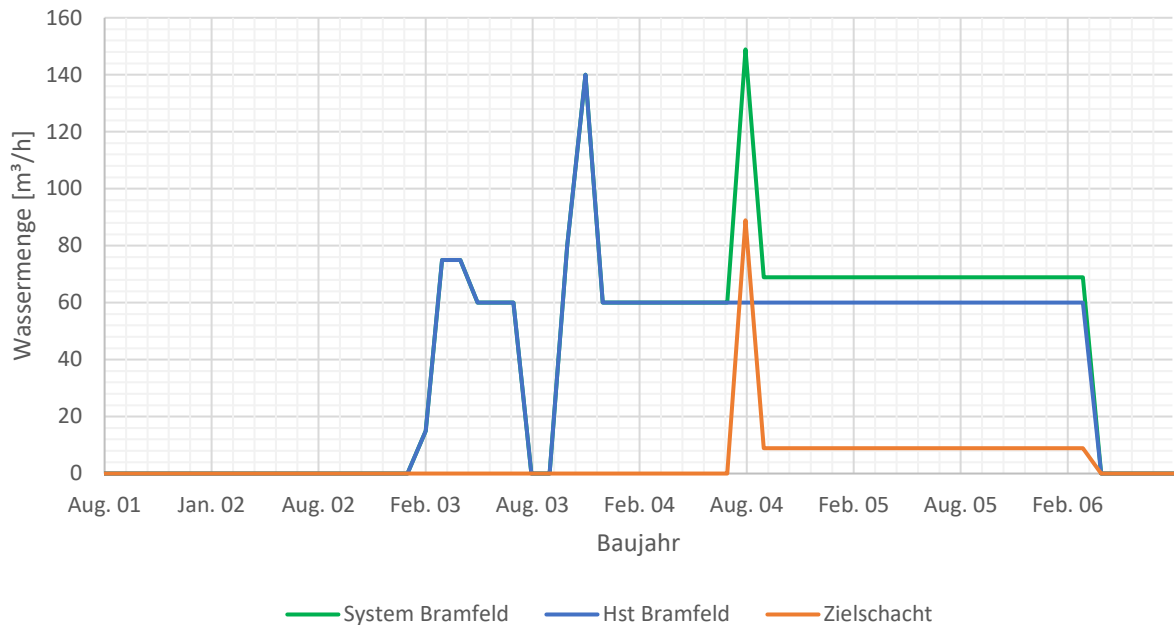
Das in die offenen Baugruben fallende Niederschlagswasser wird ebenfalls über die offene Wasserhaltung abgeführt. Die Menge beträgt bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 800 mm pro Jahr ca. **18.000 m<sup>3</sup>** über die gesamte Bauzeit. Auf Grund der vergleichsweise geringen Menge wurde 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. 1.620.000 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. 1.950.000 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 149 m<sup>3</sup>/h im Maximum. Gemäß Bauzeitenplan beträgt die Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen etwa 3,5 Jahre, ab Anfang Baujahr 3 bis Anfang/Mitte Baujahr 6.

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



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

### 7.3 Wasseraufbereitung

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

- 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 Sedimentati-

on 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 Schwermetallkonzentrationen 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.

Die Wasseraufbereitungsanlage für das System Bramfeld soll auf einer BE-Fläche naher des Zielschachtes aufgestellt werden (Anlage 9). Der Flächenbedarf wurde mit etwa 1.200 m<sup>2</sup> abgeschätzt.

#### 7.4 Ableitung des gereinigten Wassers

Das gesammelte und gereinigte Wasser soll im Regelfall in das Regenwassersiel „Im Soll“ eingeleitet werden. Hierzu wird ein gesonderter Antrag gestellt.

Weiterhin soll im Fall einer Störung, die eine Einleitung in das Regenwassersiel verhindern, das Wasser in das Schmutzwassersiel (Schacht-Nr. 71421047) eingeleitet werden. Die vorgesehenen Einleitkapazitäten wurden mit der Hamburger Stadtentwässerung (HSE) abgestimmt (Anfrage per E-Mail vom 29.01.2019, Auskunft erhalten am 13.02.2019). Demnach beträgt die max. Kapazität des Schmutzwassersiels an dieser Stelle 20 L/s (ca. 72 m<sup>3</sup>/h). Dies ist ausreichend, um das anfallende Leckagewasser im Falle einer Störung weiterhin abzuleiten. Falls gleichzeitig Lenzvorgänge durchgeführt werden sollen, müssen diese entsprechend gedrosselt werden. Die Einleitmenge wird über einen Wassermengenzähler gezählt und in einer Fortschreibungstabelle dokumentiert.

Die Einleitstelle ist in Anlage 8 dargestellt. In Absprache mit der HSE kann ggf. ein nahe gelegener Schacht des gleichen Siels genutzt werden.

**ARCADIS Germany**

i.V. (Dipl.-Ing. J. Ortmüller)