

Projekt Nr.: 11009-027

Sielbaumaßnahme U5 Ost Haltestelle City Nord

Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Auftraggeber:



Hamburger Stadtentwässerung AöR

Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Aufgestellt von:



iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG

Kajen 12, 20457 Hamburg
Tel.: 040-369854-0, Fax: 040-369854-99

Hamburg, den 25.11.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Bauvorhaben	4
3	Baugrund	5
3.1	Baugrunderkundung	5
3.2	Baugrundsichtung	5
3.3	Wasser im Boden	6
4	Charakteristische Bodenkennwerte (Teilsicherheitskonzept)	7
5	Homogenbereiche nach VOB, Teil C	7
6	Bemessungsbodenprofile	9
7	Gründungsbeurteilung	9
7.1	Setzungen	9
8	Hinweise zur Bauausführung	10
8.1	Grabenverfüllung, Bodenaustausch	10
8.2	Herstellung der Baugruben und Baugrubensicherung	10
8.3	Bemessung des Baugrubenverbaus	11
8.4	Herstellung der Schachtbauwerke	12
8.5	Offene Wasserhaltung	12
8.6	Bodenaushub und Entsorgung	12
9	Zusammenfassung	13

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan der Untergrundaufschlüsse
Anlage 2	Darstellung der Untergrundaufschlüsse
Anlage 2.1	Leitungsbereich A
Anlage 2.2	Leitungsbereich B
Anlage 2.3	Leitungsbereich C
Anlage 2.4	Leitungsbereich D
Anlage 2.5	Leitungsbereich E
Anlage 3	Bemessungsbodenprofile
Anlage 3.1	Leitungsbereich A
Anlage 3.2	Leitungsbereich B
Anlage 3.3	Leitungsbereich C
Anlage 3.4	Leitungsbereich D
Anlage 3.5	Leitungsbereich E

Verzeichnis der Unterlagen

Bei der Bearbeitung stehen uns die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geotechnisches und hydrogeologisches Gutachten, U-Bahnlinie U5 Ost City Nord bis Bramfeld, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner Beratende Ingenieure mbB, 20.02.2019
- [2] Lageplan Provisorium + Schnitte Provisorium, Sielumbau U5 Ost, WTM Engineers GmbH, 20.05.2019
- [3] Altaufschlüsse aus dem Archiv des Geologischen Landesamts Hamburg; BUE

1 Veranlassung

Im Zuge der Neubaumaßnahme der U-Bahn-Linie U5 Ost zwischen den Stadtteilen City Nord und Bramfeld sind u.a. Sielbaumaßnahmen erforderlich. Für die neu herzustellenden Siele und die provisorische Verlegung der Siele während der Herstellung der neuen U5 Ost wurden wir von der Hamburger Stadtentwässerung AöR mit der Durchführung ergänzender Baugrunduntersuchungen und der Erstellung von geotechnischen Berichten beauftragt.

2 Bauvorhaben

Für den Bau der neuen U5 Ost sind insgesamt 4 Haltestellen City Nord, Nordheimstraße, Steilshoop und Bramfeld sowie 4 Notausstiege Rübenkamp, Steilshooper Allee, Gründgenstraße, Fabriciusstraße und der Zielschacht Heukoppel geplant, in denen neu herzustellenden Leitungen bzw. Sielverlegungen erforderlich werden. Es liegt uns ein geotechnisches und hydrogeologisches Gutachten [1] vor, welches für die geplante Sielbaumaßnahmen verwendet wird.

In dieser Baugrund- und Gründungsbeurteilung werden die Leitungstrassen im Bereich der Haltestelle City Nord betrachtet. Die Leitungen liegen großräumig zwischen dem Jahnring im Süden und der Sydneysstraße im Norden. Der Übersicht halber werden die verschiedenen Leitungen in Leitungsbereiche A bis E unterteilt, siehe Anlage 1.

Es sind die folgenden Leitungen nach den uns vorliegenden Unterlagen [2] vorgesehen:

- Leitungsbereich A: Regenwassersiel (R-Siel) DN 700 und Schmutzwassersiel (S-Siel) DN 200
- Leitungsbereich B: Regenwasser-Heberleitung DN 1000 und Schmutzwasser-Druckleitung DRL 100
- Leitungsbereich C: R-Siel DN 400, DN 500, DN 600 und S-Siel DN 250
- Leitungsbereich D: R-Siel DN 300, DN 400 und S-Siel DN 250, DN 300
- Leitungsbereich E: R-Siel DN 400

Die jeweiligen aktuellen Geländehöhen der Leitungsbereiche und die Rohrsohlen der geplanten Leitungen gemäß [2] sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

	Gelände [mNHN]	Sohle R-Siel [mNHN]	Sohle S-Siel [mNHN]
Leitungsbereich A	ca. + 14,6	+ 9,92 bis + 11,13	+ 9,61 bis + 10,35
Leitungsbereich B	ca. + 14,4	+ 7,61 bis + 11,59 ¹⁾	+ 7,55 bis + 11,6 ²⁾
Leitungsbereich C	+ 13,1 bis + 14,0	+ 10,5 bis + 11,57	+ 9,82 bis + 10,67
Leitungsbereich D	ca. + 13,1	+ 10,49 bis + 10,9	+ 10,27 bis + 10,71
Leitungsbereich E	ca. + 13,5	+ 9,99 bis + 10,17	-

¹⁾ Regenwasser-Heberleitung ²⁾ Schmutzwasser-Druckleitung

Tabelle 1: Leitungsbereiche mit Geländehöhen und Rohrsohlen der Leitungen

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Zur Bewertung des Baugrundes liegen uns aus dem Untersuchungsbereich acht Altaufschlüsse in Form von Kleinrammbohrungen und Bohrungen und zwei Drucksondierungen von Steinfeld und Partner vor, die 2016 bis 2018 durchgeführt wurden, vgl. [1]. Zusätzlich wurden 22 Altaufschlüsse aus dem Geologischen Landesamt (GLA) für die Baugrundbeschreibung verwendet. Die Altaufschlüsse wurden in Jahren 1951, 1965, 1966, 1972 und 1983 ausgeführt, vgl. [3].

Die Lage der Altaufschlüsse ist im Lageplan der Untergrundaufschlüsse in der Anlage 1 dargestellt. Die Altaufschlüsse sind als Schichtenprofile im Maßstab 1:200 höhengerecht in den Anlagen 2.1 bis 2.5 aufgetragen.

3.2 Baugrundsichtung

Im gesamten Bereich der Haltestelle City Nord ist die Oberfläche überwiegend mit Pflastersteinen und Asphalt befestigt. Bereichsweise ist die Fläche mit Rasen bewachsen. Um die unterschiedlichen Baugrundaufschichtung beschreiben zu können, werden sie in den Leitungsbereichen A bis E unterteilt.

Leitungsbereich A

Im südlichen Teil der Haltestelle City Nord (Leitungsbereich A) werden unter der Oberflächenbefestigung **Auffüllungsböden** aus Sanden und Geschiebemergelbrocken mit anthropogenen Beimengungen in Form von Asphalt, Beton, Ziegelbruch und Glas angetroffen. Der Auffüllungshorizont reicht bis zu einer Höhenkote von + 9,11 mNHN und weist eine Mächtigkeit von bis zu 5,5 m auf (B1/17). Unterhalb der Auffüllungsböden werden vollflächig gewachsenen **Feinsande** bis **Mittelsande** erkundet. Innerhalb der Sande werden bereichsweise (B164, B230) eingelagerte **Geschiebelehme** angetroffen, die eine Mächtigkeit zwischen 0,8 m bis 1,3 m aufweisen. Lediglich bei der Bohrung B1/17 wird in einer Tiefe von 7,8 m unter Gelände bzw. + 6,81 mNHN eine 30 cm mächtige Torfschicht erkundet. Unterhalb der eingelagerten Torfschicht werden Sande mit Torfstreifen erkundet.

Leitungsbereich B

Im Leitungsbereich B werden unter der Oberflächenbefestigung **Auffüllungsböden** aus Sanden und Geschiebeböden mit Pflanzenresten angetroffen. Der Auffüllungshorizont reicht bis zu einer Höhenkote von + 9,69 mNHN und weist eine Mächtigkeit von 4,7 m auf. Unterhalb der Auffüllungsböden wird gebietstypischer **Geschiebelehm** erkundet. Der Geschiebeboden setzt sich aus einem schluffigen Sand mit unterschiedlichen Beimengungen aus Ton und Kies zusammen. Der Geschiebelehm weist eine steifplastische bis halbfeste Konsistenz auf, mit einem Wassergehalt von 13,5 Gew.-%. Im Bereich der Bohrung B47 wird unterhalb des Geschiebelehms **Geschiebemergel** unterlagert.

Leitungsbereich C

Im mittleren Bereich der Haltestelle City Nord (Leitungsbereich C) werden unter der Oberflächenbefestigung sandige **Auffüllungsböden** aus überwiegend Füllsand angetroffen. Der Auffüllungshorizont reicht bis zu einer Tiefe von + 9,6 mNHN und weist eine Mächtigkeit von 4,2 m auf. Unterhalb der Auffüllungsböden wird gebietstypischer **Geschiebelehm** erkundet. Der Geschiebeboden setzt sich aus einem schluffigen Sand mit unterschiedlichen Beimengungen aus Ton und Kies zusammen. Der Geschiebelehm weist eine steifplastische Konsistenz auf, mit einem Wassergehalt zwischen 13,1 Gew.-% und 14,9 Gew.-%. Unterhalb des Geschiebelehms wird überwiegend gewachsener **Sand** erkundet.

Leitungsbereich D und E

Im nördlichen Bereich der Haltestelle City Nord (Leitungsbereiche D und E) werden unter der Oberflächenbefestigung ebenfalls sandige **Auffüllungsböden** aus Füllsand angetroffen. Die Auffüllungen reichen bis zu einer Absoluthöhe zwischen + 11,5 mNHN und + 11,9 mNHN. Unterhalb der Auffüllungsböden werden gebietstypische Geschiebeböden erkundet, die in ihrer natürlichen Schichtenfolge des oberliegenden **Geschiebelehms** und des unterlagernden **Geschiebemergels** anstehen. Der Geschiebeboden setzt sich aus einem schluffigen Sand mit unterschiedlichen Beimengungen aus Ton und Kies zusammen. Der Geschiebelehm weist eine steifplastische Konsistenz mit einem Wassergehalt zwischen 12,4 Gew.-% und 15,2 Gew.-% auf. Der Geschiebemergel weist eine steifplastische bis halbfeste Konsistenz auf. Die natürlichen Wassergehalte des Geschiebemergels werden mit Werten zwischen 12,2 Gew.-% und 18,3 Gew.-% bestimmt. Unterhalb des Geschiebebodens wird überwiegend gewachsener **Sand** erkundet. Im Leitungsbereich D und E wird vermehrt in den Bohrungen B19(4421), B8/17, B155 und B13 unterhalb des Geschiebebodens **Beckenschluff** bzw. Schluff erkundet.

3.3 Wasser im Boden

Die während der Durchführung der Baugrunduntersuchungen angebohrten und nach Beendigung der Arbeiten eingemessenen Wasserstände sind neben den Schichtenprofilen in den Anlagen 2.1 bis 2.5 dargestellt. Es wurde Wasser in Tiefen zwischen 6,5 m (B 32, Leitungsbereich E) und 10 m (B3/17, Leitungsbereich C Süd) unter den jeweiligen Ansatzpunkten eingemessen. Dies entspricht einer Absoluthöhe zwischen + 6,5 mNHN und + 4,0 mNHN, im Mittel bei + 5,5 mNHN.

Bei den festgestellten Wasserständen handelt es sich um den zusammenhängenden **Grundwasserspiegel** des obersten Grundwasserstockwerkes. Die Messwerte stehen in Übereinstimmung mit den Angaben im veröffentlichten Gleichenplan der Grundwasserstände, in dem ein zwischen + 5 mNHN und + 6 mNHN liegender Grundwasserspiegel bzw. eine entsprechende Druckhöhe des Grundwassers angegeben ist.

Es ist davon auszugehen, dass sich in niederschlagsreichen Zeiten auch in Abhängigkeit der Vorflutverhältnisse auf dem Geschiebeboden Stauwasser bilden kann. Wir empfehlen davon auszugehen, dass sich der Stauwasserstand in niederschlagsreichen Jahreszeiten kurzzeitig bis nahe unter die Geländeoberfläche ausbilden kann.

Aufgrund des ausreichenden Flurabstandes der Baugrubensohle zur Druckhöhe des Grundwassers sind keine grundwasserbedingte Beeinflussungen für die Leitungen zu erwarten. Die für die Trockenhaltung der Baugrube vorzusehenden Maßnahmen aufgrund von Stau- und Sickerwasser werden in Kapitel 8.4 erläutert.

Ausgehend von den Ergebnissen der Wasserstandsmessungen der eingerichteten Grundwassermessstellen werden die folgenden **Bemessungswasserstände** festgelegt:

Bemessungswasserstand im Bauzustand + 6,5 mNHN

Bemessungswasserstand im Endzustand + 7,5 mNHN

4 Charakteristische Bodenkennwerte (Teilsicherheitskonzept)

Auf der Grundlage unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und gemäß den Unterlagen [1] haben wir die nachfolgenden charakteristischen Bodenkennwerte für die Berechnung nach dem Teilsicherheitskonzept, s. DIN 1054:2010-12, bzw. EC 7, ermittelt:

Bodenart	Kürzel	Wichte	charakteristische Scherfestigkeit	Steifezahl
		γ_k/γ_k' [kN/m ³]	φ_k'/c_k [°]/[kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Auffüllung, sandig	A (s)	18 / 10	30 / 0	20 - 40
Geschiebelehm (mind. steife Konsistenz)	Lg	21 / 11	30 / 5	30 - 60
Geschiebemergel * (steif bis halbfest)	Mg	21 / 12	30 / 10	30 - 60
Geschiebemergel * (halbfeste Konsistenz)	Mg	22 / 12	30 / 10	40 - 80
Beckenschluff	BU	20 / 10	25 / 10	20 - 40
Sand mit Torfstreifen	S, H-Streifen	18 / 10	30 / 0	20 - 40
Sand				
Sande / Füllsand (mind. mitteldichte Lagerung)	S	19 / 11	35 / 0	50 - 120

* Im Geschiebemergel können aufgrund der geologischen Entstehung Kiese, Steine und Blöcke auftreten.

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Teilsicherheitskonzept)

5 Homogenbereiche nach VOB, Teil C

Entsprechend den VOB-Normen Erdarbeiten (DIN 18300), Bohrarbeiten (DIN 18301), der Ramm-Rüttel-Pressarbeiten (DIN 18304), der Rohrvortriebsarbeiten (DIN 18319) und der Horizontal-spülbohrarbeiten (DIN 18324) kann der Baugrund im Untersuchungsgebiet in die folgenden Homogenbereiche eingeteilt werden:

Parameter	Für die Bauausführung relevante Homogenbereiche Erdarbeiten DIN 18300:2019, Bohrarbeiten DIN 18301:2019, Ramm-Rüttel-Pressarbeiten DIN 18304:2019, Rohrvortriebsarbeiten DIN 18319:2019 und Horizontalspülbohrarbeiten DIN 18324:2019			
	A	B	C	D
	Auffüllung sandig	Bindiger Boden	Sand, gewachsen	Bindiger Boden
Tiefenbereich/ Mächtigkeit ¹⁾	bis max. +9,7mNHN / max. 5,5m	zw. +10,1mNHN (max.OK Lg) bis +3,5mNHN (max.UK Lg) / max. 4,5m	zw. +9,9mNHN bis max. +3,5mNHN (OK Sand)	zw. +10,2mNHN (max.OK Mg) bis +3,1mNHN (max.UK Mg) / max. 4,8m
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Geschiebelehm	Sand	Geschiebemergel
Bodengruppe	SE, SW, SI, SU, SU*	UL, UM, TL, ST	SE, SW, SI	UL, UM
Korngrößen- verteilung	siehe [1]	siehe [1]	siehe [1]	siehe [1]
Stein- und Blockanteile	kann vereinzelt Steine enthalten	kann vereinzelt Steine enthalten	nicht relevant (gering)	kann vereinzelt Steine enthalten
Lagerungs- dichte	locker - mitteldicht	-	mitteldicht - dicht	-
Plastizitätszahl	-	12 % - 15 %	-	4 % - 12 % ²⁾
Konsistenz ³⁾	-	weich bis steif	-	steif bis halbfest
Konsistenzzahl ³⁾	-	0,5 bis 1,0	-	0,5 bis >1,0
Wassergehalt ²⁾	-	8 % - 24 %	-	7 % - 27 %
Undrainierte Scherfestigkeit	-	15 kN/m ² - 100 kN/m ²	-	25 kN/m ² - 300 kN/m ²
Dichte	1,8 g/cm ³	2,1 g/cm ³	1,9 g/cm ³	2,1 g/cm ³
Organische Anteile ²⁾	0 % - 3 %	0 %	0 %	0 %

¹⁾ Schichttiefe und Mächtigkeit ergeben sich aus den Bohrprofilen und den Drucksondierungen, vgl. Anlage 2.1 bis 2.5

²⁾ gem. Laborversuche, vgl. [1]

³⁾ gem. Bodenansprache, vgl. [1]

Tabelle 3: Homogenbereiche

6 Bemessungsbodenprofile

Die Bemessungsbodenprofile für die jeweiligen Leitungsbereiche A bis E sind in der Anlage 3.1 bis 3.5 zusammengestellt. Sie können auf der sicheren Seite liegend für erdstatische Berechnungen angesetzt werden.

7 Gründungsbeurteilung

Nach den vorliegenden Entwurfsunterlagen liegen die geplanten Regenwasser- und Schmutzwassersiele zwischen etwa 2,4 m und 6,9 m unter Gelände bzw. zwischen + 10,85 mNHN und + 7,5 mNHN. In der nachfolgenden Tabelle sind für die jeweiligen Leitungsbereiche A bis E die Leitungssohlen unter Gelände und der erkundete Baugrund im Bereich der Leitungen zusammengefasst.

	Sohle R + S-Siel [m unter GOK]	Baugrund im Bereich der Leitungen
Leitungsbereich A	ca. 4,3 bis 5,0	A / S
Leitungsbereich B	ca. 2,8 bis 6,9	A / Lg / S, $\bar{u}$
Leitungsbereich C	ca. 2,4 bis 3,4	A / Lg / S
Leitungsbereich D	ca. 2,4 bis 2,8	Lg
Leitungsbereich E	ca. 3,3 bis 3,5	Lg / S

Tabelle 4: Baugrund im Bereich der Leitungen

Demnach liegen die Leitungen überwiegend im Geschiebelehm, im gewachsenen Sand und bereichsweise innerhalb der sandigen Auffüllungen (Leitungsbereich A, B und C). Grundsätzlich sind die weichplastischen bis halbfesten Geschiebeböden für die Abtragung der Leitungstrasse geeignet. Die Sielleitungen sollten jedoch nicht unmittelbar auf dem Geschiebeboden abgesetzt werden. Es ist zunächst ein lastverteilendes Sandpolster von 30 cm mit einem entsprechenden Überstand einzubauen. Bei einem mitteldicht gelagerten Sandpolster können die Leitungen flach gegründet werden. In Teilbereichen in dem die Leitungen in den sandigen Auffüllungen einbinden, sind diese nachzuverdichten bis eine mitteldichte Lagerung erreicht wird. In Bereichen mit stark schluffigen Sanden (Leitungsbereich B) bzw. schluffigen Auffüllungen sind diese ebenfalls bis 30 cm auszubauen und durch Füllsand zu ersetzen.

7.1 Setzungen

Die Setzungen der Leitungen werden nach unserer Abschätzung ca. 0 cm bis 1 cm betragen. Es ist nicht zu erwarten, dass der kritische Wert der Winkelverdrehungen von 1:500 überschritten wird. Im Übergang zwischen Schacht und Sielleitung ist mit möglichen Setzungsdifferenzen von ca. $\Delta s \leq 1$ cm zu rechnen.

8 Hinweise zur Bauausführung

8.1 Grabenverfüllung, Bodenaustausch

Als Füllboden innerhalb der Leitungszone und der Hauptverfüllung sind gem. ZTV Siele Hamburg Sande mit den nachfolgenden Anforderungen geeignet und lagenweise verdichtet (Lagenstärke < 30 cm) einzubauen:

- Materialeigenschaften: Verdichtbarkeitsklasse V1, Schluffgehalt < 15%, gebrochener Kornanteil max. 30%
- Verdichtungsanforderungen für Leitungszone und Hauptverfüllung: Dynamische Lastplatte: $E_{vd} = 30 \text{ MN/m}^2$ oder Leichte Rammsonde DPL-5: $N_{10} \geq 11$ Schläge / 10 cm für Tiefe 1 - 2 m

Für den Bereich oberhalb der Leitungszone werden Schlagzahlen der DPL-5 von $N_{10} \geq 11$ Schlägen gefordert. Der Prüfumfang ist gemäß ZTVE-StB 09 festzulegen. Als Austauschmaterial in der Gründungsschicht empfehlen wir einen Mittelsand mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U \geq 3$ und einem Feinkornanteil von weniger als 5 % lagenweise in Schichtdicken < 30 cm einzubringen. Es ist zu gewährleisten, dass die Tiefenwirkung der Verdichterplatte (Erregerfrequenz) auf die Sandschicht begrenzt wird und die Konsistenz des Geschiebebodens darunter nicht verschlechtert wird. Der Bodenaustausch muss generell auf der gesamten Grabenbreite erfolgen. Eine Begleitung der Aushubarbeiten durch einen Baugrundsachverständigen wird empfohlen.

8.2 Herstellung der Baugruben und Baugrubensicherung

Nach Angaben des Planungsbüros werden die Regenwasser- und Schmutzwassersiele in offener Bauweise hergestellt. Nach dem aktuellen Planungsstand steht die Art der Sicherung für die Baugruben nicht fest.

Unabhängig von der Tiefe der Baugrube und von der Art des Baugrubenverbau sind bei der Planung und Ausführung der Baugrubenwände oder von Böschungen die Forderungen der DIN 4123 und der DIN 4124 zwingend zu beachten. Erddruckansätze und Nachweise sind unter Berücksichtigung der "Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben" EAB vorzunehmen. Alle Verbauungen sind statisch nachzuweisen, es sind die in Abschnitt 4 genannten Bodenkennwerte zu berücksichtigen. Es wird angeraten, unabhängig von dem jeweils gewählten Verfahren der Bauwerks- und Baugrubensicherung rechtzeitig vor Baubeginn im Wege der Beweissicherung den aktuellen Zustand der nachbarlichen Bauwerke und Grundstücke durch einen geeigneten Sachverständigen aufnehmen zu lassen, um möglichen späteren ungerechtfertigten Ansprüchen entgegenzutreten zu können. Die Beweissicherung sollte auch für Bäume, Leitungen, Siele, Schächte, Zäune o. ä. erfolgen.

Im vorliegenden Fall können die Baugruben der Leitungstrassen aufgrund der beengten Platzverhältnisse und in Abhängigkeit der Baugrubentiefe nicht als geböschte Baugruben ausgeführt werden. Hier muss die Baugrube durch eine Verbauwand gesichert werden. Für die Herstellung vertikaler Verbaumaßnahmen sind unterschiedliche Bauverfahren denkbar. Die Verbauwände können z. B. in Form von Trägerbohlwänden, Kanaldiehlenverbau, Bohrpfehlwänden, gepressten

Spundwänden, Schlitzwänden o. ä. hergestellt werden, die erforderlichenfalls ausgesteift oder rückverankert werden müssen.

Für die Herstellung der Leitungstrassen im Leitungsbereich C, D und E wird eine 2,7 m bis 3,8 m tiefe Baugrube erforderlich sein. Wir empfehlen hier einen Baugrubenverbau in Form einer Trägerbohlwand, da sich diese Baugrubenbereiche nicht im Einflussbereich von nachbarlichen Gebäuden befinden. Im Leitungsbereich A und insbesondere im Leitungsbereich B sind tiefere Baugruben zwischen 4,7 m bis maximal 7,2 m unter Gelände vorgesehen. Hier ist ein Baugrubenverbau in Form einer Schlitzwand denkbar. Alternativ ist die Herstellung der Leitungen im Bereich A und B im Horizontalbohrverfahren als gesteuerter Mikrotunnel möglich. Bei der Wahl des Verfahrens stehen wir zur ergänzenden Beratung zur Verfügung. In der folgenden Tabelle sind die Sohlunterkanten der Leitungen und die Aushubebene der Baugrube zusammengefasst:

	Sohle R + S-Siel [m unter GOK]	Baugrubenrohsohle [m unter GOK]
Leitungsbereich A	ca. 4,3 bis 5,0	ca. 4,7 bis 5,3
Leitungsbereich B	ca. 2,8 bis 6,9	ca. 3,1 bis 7,2
Leitungsbereich C	ca. 2,4 bis 3,4	ca. 2,7 bis 3,7
Leitungsbereich D	ca. 2,4 bis 2,8	ca. 2,7 bis 3,1
Leitungsbereich E	ca. 3,3 bis 3,5	ca. 3,7 bis 3,8

Tabelle 5: Sohlunterkanten der Leitungen und Aushubebene

Bei der Ausführung des Verbaus ist darauf zu achten, dass nachbarlicher Bestand nicht beschädigt wird. Rammungen oder Rüttelverfahren zum Einbringen von Verbauträgern sind zu vermeiden, die Träger sind in verrohrten Bohrungen abzusetzen.

8.3 Bemessung des Baugrubenverbaus

Für die Bemessung des Baugrubenverbaus kann der Wandreibungswinkel der Verbauwände nach EAB, EB 89 für nichtbindige Böden und Geschiebemergel mit $\delta_a = +2/3 \varphi_k'$ bzw. $\delta_p = -2/3 \varphi_k'$ angesetzt werden. In bindigen Böden (Beckenschluff) ist der Wandreibungswinkel mit $\delta_a = +1/2 \varphi_k'$ bzw. $\delta_p = -1/2 \varphi_k'$ anzusetzen.

Liegen setzungsempfindliche Bauteile im Wirkungsbereich des Verbaus, empfehlen wir den Verbau für den aktiven erhöhten Erddruck mit

$$e' = 0,5 (e_a + e_0)$$

zu bemessen. Soweit keine setzungsempfindlichen Leitungen oder andere Bauteile im Einflussbereich der Verbauwände liegen, kann der aktive Erddruck als Bemessungsgrundlage angesetzt werden.

Die Bemessung des Baugrubenverbaus kann gemäß den Vorgaben der EAB, EB 102 nach dem Bettungsmodulverfahren (BMV) durchgeführt werden. Dabei sollte die charakteristische Normalspannung $\sigma_{s,k}$ zwischen Verbauwand und Boden kleiner als die charakteristische Erdwiderstandsspannung $e_{ph,k}$ sein. Für den Nachweis der ausreichenden äußeren vertikalen Tragfähigkeit der Verbauwände sind gemäß Handbuch EC 7, Band 1 zu berücksichtigen.

8.4 Herstellung der Schachtbauwerke

Die Herstellung der Start- und Endschächte können in offener Bauweise mittels konventionellen Bauverfahren, wie z. B. den im Abschnitt 8.2 beschriebenen Trägerbohl- und Spundbohlenverbau, ausgehoben werden. Alternativ können auch Bauverfahren, wie z. B. Senkkästen, ausgeführt werden.

8.5 Offene Wasserhaltung

Während der Erdarbeiten für die Herstellung der Leitungsgräben sind zufließende Tagwässer sowie auftretende Stau- und Sickerwässer schnellstmöglich abzuführen. Der Zustrom von Oberflächenwasser aus unbefestigten Seitenbereichen ist zu vermeiden. Wasser in der Baugrubensohle wäre nach Erfordernis durch eine offene Wasserhaltung in Zusammenwirken mit einer Bauhilfsdrainage abzuführen. Die auftretenden Wassermengen hängen im Wesentlichen vom Niederschlagsgeschehen ab. Bei sehr zügiger Durchführung der Leitungsarbeiten kann der Aufwand für Wasserfassungen erfahrungsgemäß deutlich reduziert werden.

Eine Fassung und Einleitung von Baugrubenwasser ist genehmigungspflichtig. Die dementsprechenden Anträge sind rechtzeitig bei den zuständigen Hamburger Behörden zu stellen.

8.6 Bodenaushub und Entsorgung

Für den Bodenaushub der Leitungsgräben und die Entsorgung der auszuhebenden Böden sind deklarierende Schadstoffuntersuchungen erforderlich. Die Böden können im Zuge der Aushubarbeiten, sofern Platz vorhanden ist seitlich gelagert werden und anschließend analysiert werden. Wenn das Ergebnis der Deklarationsanalyse ein Zuordnungswert von $> Z0$ zeigt, sind mit Mehrkosten bei der Entsorgung zu rechnen. Die Prüfzeugnisse haben in Abhängigkeit der Parameter wegen der freien Bewitterung und Zugänglichkeit eine Gültigkeitsdauer von etwa einem halben Jahr.

9 Zusammenfassung

Im vorliegenden Baugrund- und Gründungsgutachten wird der Baugrund im Bereich der neu herzustellenden Siele und der provisorischen Verlegung der Siele der Haltestelle City Nord beschrieben und bewertet. Nach den Ergebnissen der Untergrundaufschlüsse stehen zunächst sandige Auffüllungen, die von gebietstypischen gewachsenen Geschiebeeböden aus Geschiebelehm und Geschiebemergel mit eingelagerten Sandschichten unterlagert werden.

Der Sielbaumaßnahme kann nach ordnungsgemäßer Ausführung der vorbereitenden Erdarbeiten flach gegründet werden. In Bereichen in dem die Leitungen in den gewachsenen Geschiebeeböden oder in stark schluffigen Sanden bzw. schluffigen Auffüllungen einbinden, ist zunächst ein lastverteilendes Sandpolster von 30 cm einzubauen. In Bereichen mit sandigen Auffüllungen sind diese nachzuverdichten bis eine mitteldichte Lagerung erreicht wird.

Angaben zur Bauausführung, insbesondere zur Grabenverfüllung und der Baugrubensicherung werden in Abschnitt 8 gegeben.

iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Fiedler'.

(i.V. Dipl.-Ing. Holger Fiedler)



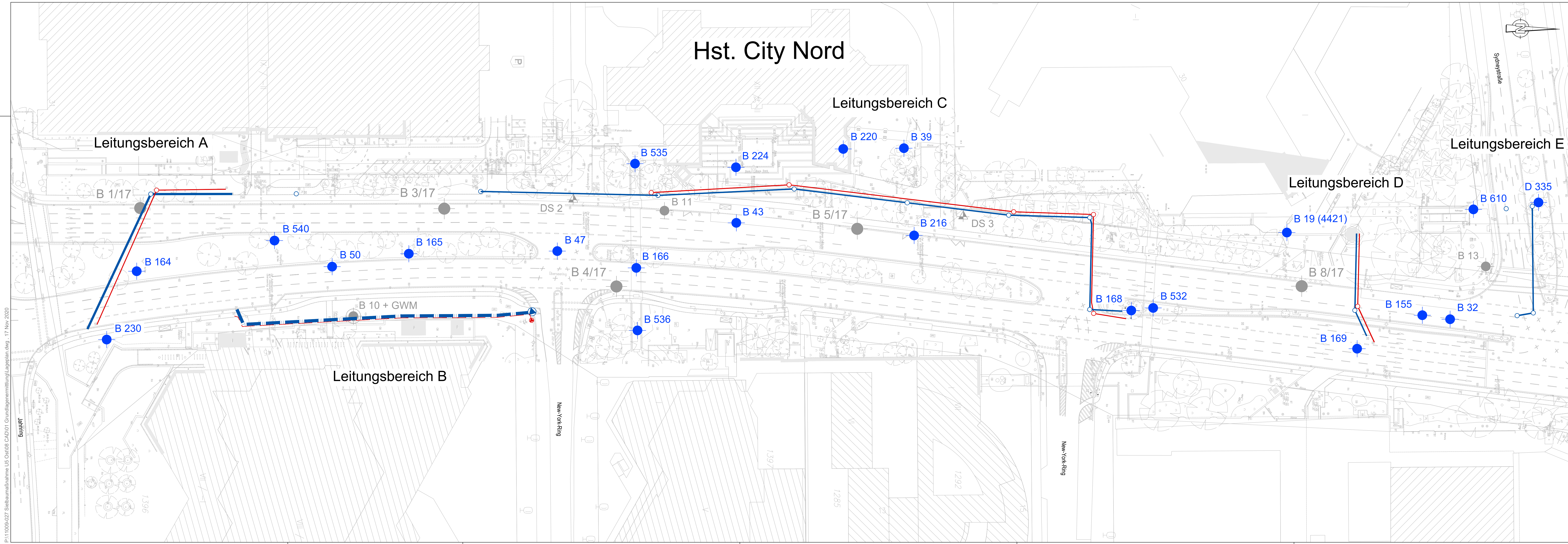
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Y. Zammar'.

(i.A. Dipl.-Ing. Yasmin Zammar)

Anlage 1

Lageplan der Untergrundaufschlüsse

P:\11009-027 Sielbaumaßnahme U5 Ost\03 CAD\01 Grundlagenermittlung\Lageplan.dwg 17. Nov. 2020



Legende:

neu herzustellende Leitungen

- Regenwassersiel
- Schmutzwassersiel
- Regenwasser-Heberleitung
- Schmutzwasser-Druckleitung

Altaufschlüsse

- B 1/17: Altaufschluss von Steinfeld + Partner
- DS 2: Drucksondierung von Steinfeld + Partner
- B 230: Altaufschluss aus dem Archiv des GLA Hamburg

Index	Änderungen und Ergänzungen	Name	Datum

Auftraggeber:

Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:

iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwbi@iwbi-ingenieure.de
W http://www.iwb-ingenieure.de

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

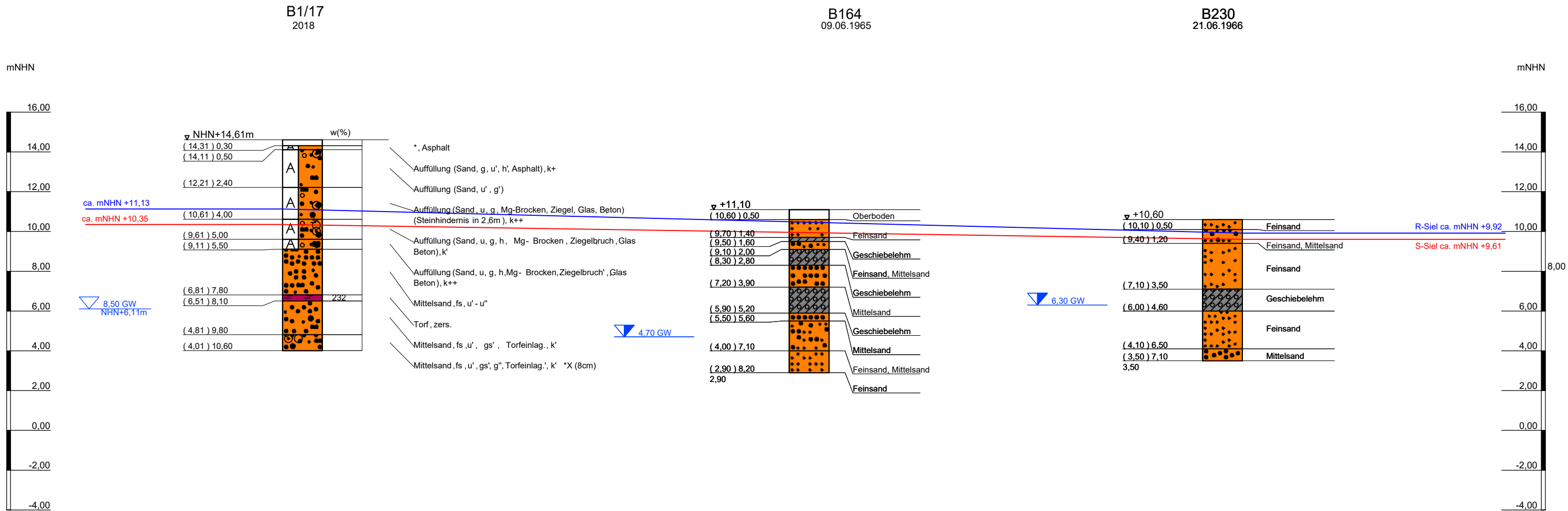
Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Lageplan der Untergrundaufschlüsse

Zeichnung-Nr.: Anlage 1	Maßstab: 1: 500 Blattgröße: 1280 x 380	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: LS320	Geprüft: 17.11.2020 / HFI

Anlage 2

Darstellung der Untergrundaufschlüsse



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER
Proben-Güteklasse nach DIN 4021 - Tab. 1
▽ Grundwasser angebohrt
▽ Grundwasser nach Bohrende
w Wassergehalt

BODENARTEN
Auffüllung
Geschiebelehm
Geschiebemergel
Mutterboden
Sand
Schluff

A
Lg
Mg
Mu
S
U

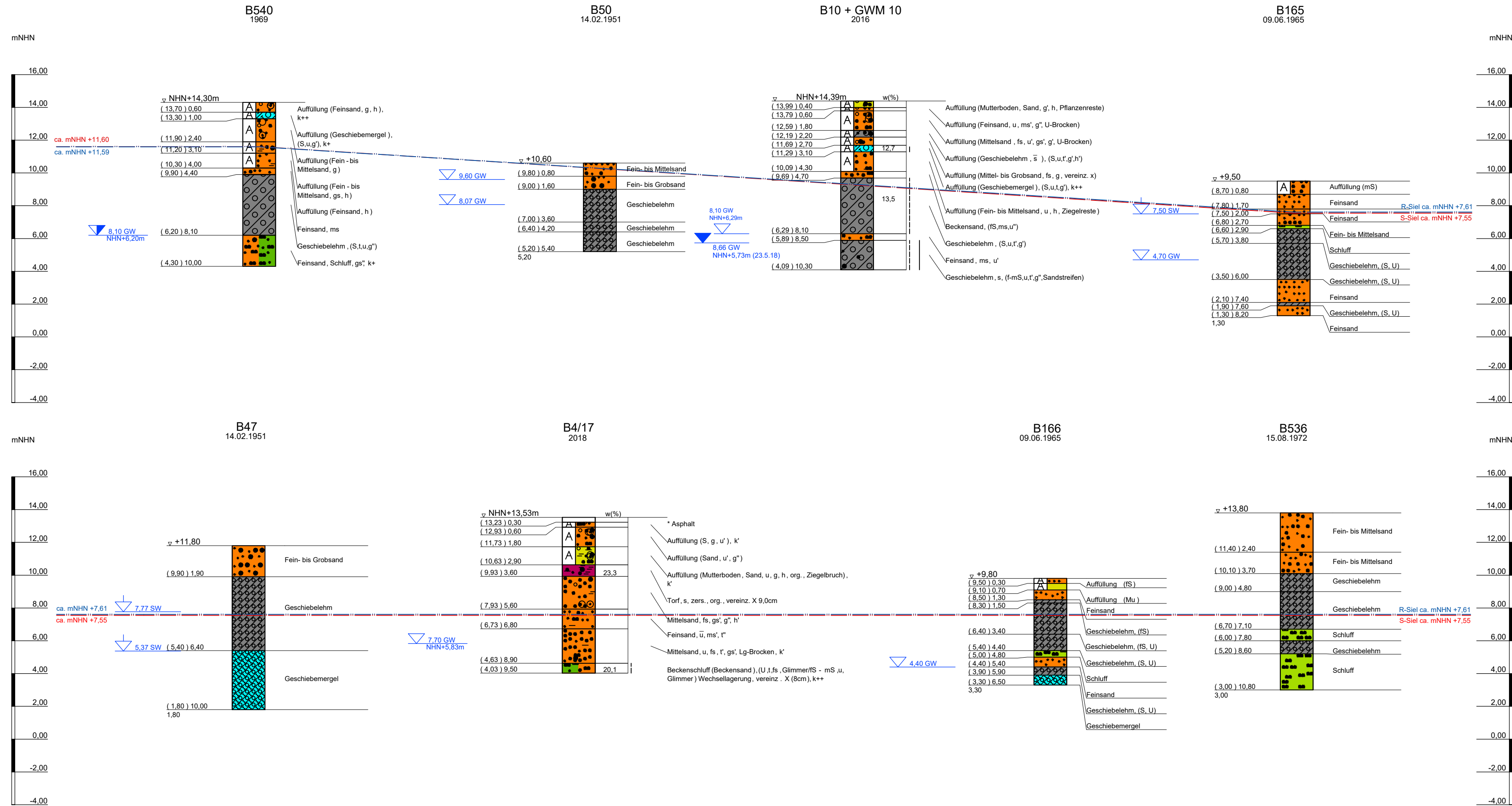
KORNGRÖßENBEREICH
f fein
m mittel
g grob

NEBENANTEILE
' schwach (< 15 %)
- stark (ca. 30-40 %)
" sehr schwach; = sehr stark

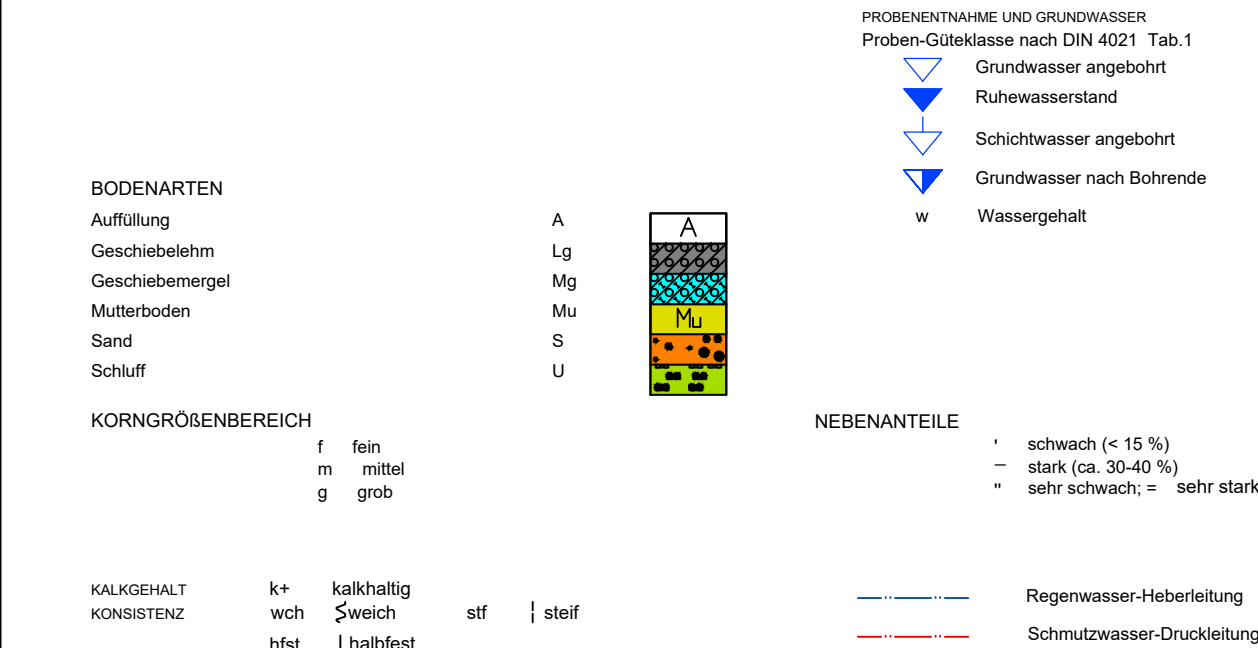
KALKGEHALT
k+ kalkhaltig

Regenwassersiel
Schmutzwassersiel

Auftraggeber:			
		Hamburger Stadtentwässerung AöR Billhorner Deich 2 20539 Hamburg	
Planverfasser:			
		iwbl Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG Kajen 12 20459 Hamburg T +49 (0)40 36 98 54 - 0 F +49 (0)40 36 98 54 - 99 E iwbl@iwbl-ingenieure.de W http://www.iwbl-ingenieure.de	
Projekt:		Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord	
Phase:		Baugrund- und Gründungsbeurteilung	
Planinhalt:		Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Leitungsbereich A	
Zeichnung-Nr.:		Maßstab: 1: 200	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
Anlage 2.1		Blattgröße: 640 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027		Lagestatus: LS320	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

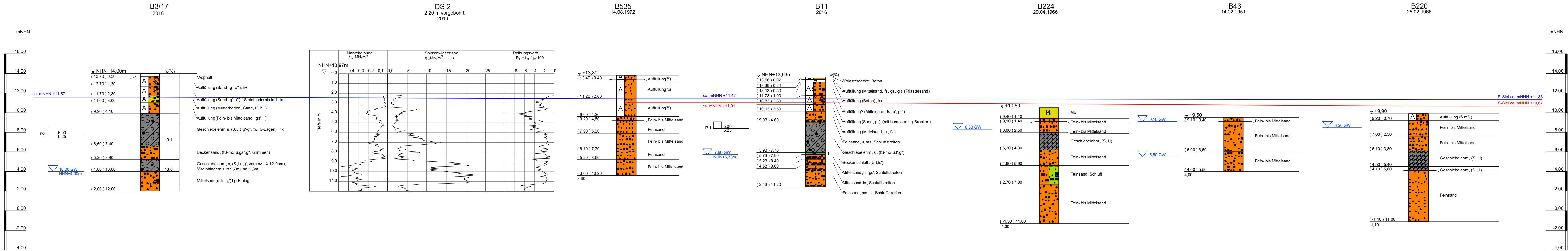


ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

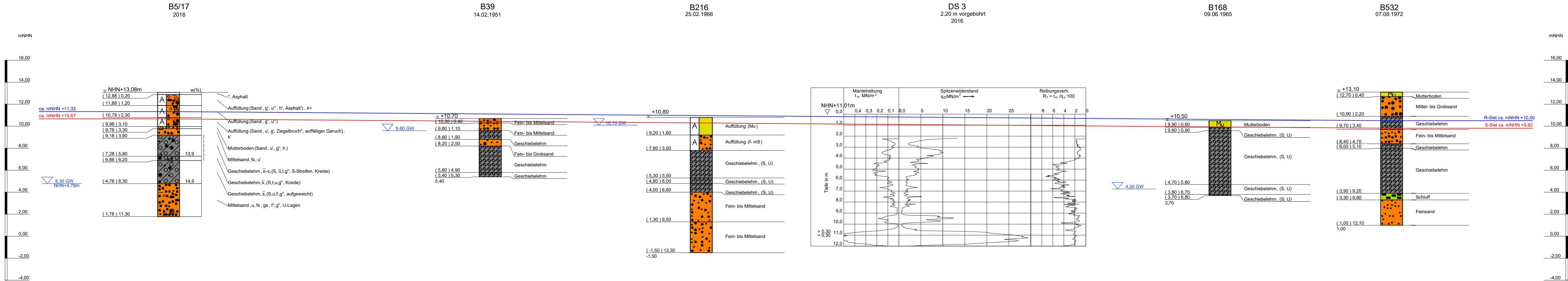
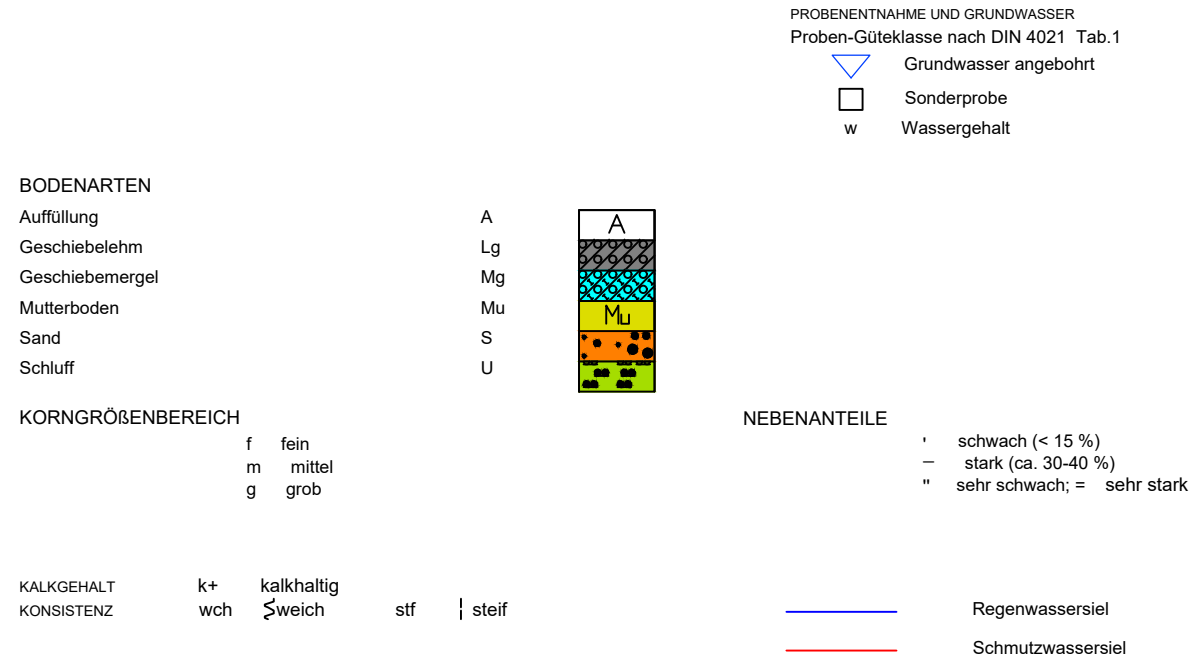


Index	Änderungen und Ergänzungen	Name	Datum

Auftraggeber:		
 Hamburger Stadtentwässerung AöR Billhorner Deich 2 20539 Hamburg		
Planverfasser:		
 iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG Kajen 12 20459 Hamburg T +49 (0)40 36 98 54 - 0 F +49 (0)40 36 98 54 - 99 E iwb@iwb-ingenieure.de W http://www.iwb-ingenieure.de		
Projekt: Stielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord		
Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung		
Planinhalt: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Leitungsbereich B		
Zeichnung-Nr.: Anlage 2.2	Maßstab: 1: 200 Blattgröße: 840 x 297	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: LS320	Geprüft: 17.11.2020/ HFi



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)



Index	Änderungen und Ergänzungen	Name Datum
Auftraggeber:		
 Hamburger Stadtlentwässerung AöR Billhomer Deich 2 20539 Hamburg		
Planverfasser:		
 iwB Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG Kajen 12 20459 Hamburg T +49 (0)40 36 98 54 - 0 F +49 (0)40 36 98 54 - 99 E iwB@iwB-ingenieure.de W http://www.iwB-ingenieure.de		
Projekt: Siebbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord		
Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung		
Planinhalt: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Leitungsbereich C		
Zeichnung-Nr.: Anlage 2.3	Maßstab: 1: 200 Blattgröße: 1080 x 360	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: LS320	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER
 Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrend
w	Wassergehalt

- Auffüllung
- Geschiebelehm
- Geschiebemergel
- Mutterboden
- Sand
- Schluff

A stratigraphic column of the Grand Canyon. The layers are labeled on the left and right. From top to bottom: A (white), Lg (grey with diagonal lines), Mg (blue with circles), Mu (yellow with black dots), S (orange with black dots), and U (green with black dots). The Mu layer is labeled 'Mu' on the right side.

1
2
3

- ' schwach (< 15 %)
- stark (ca. 30-40 %)
- " sehr schwach; = sehr stark

KALKGEHALT
KONSISTENZ

k+	kalkhaltig		
wch	Σweich	stf	steif

— Regenwassersiel
— Schmutzwassersiel

Index	Änderungen und Ergänzungen	Name	Datum

Auftraggeber:



Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:



iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG

Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwb@iwb-ingenieure.de
W <http://www.iwb-ingenieure.de>

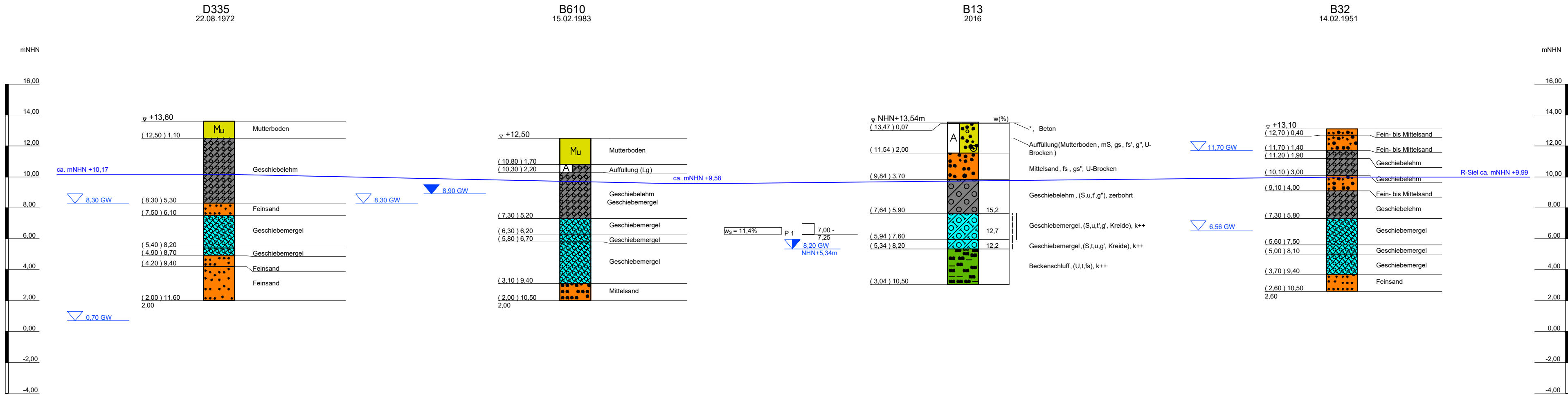
Projekt:	Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord
----------	---

Phase:	Baugrund- und Gründungsbeurteilung
--------	------------------------------------

Planinhalt:	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Leitungsbereich D
-------------	--

Zeichnung-Nr.:	Maßstab: 1: 200	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
Anlage 2.4	Blattgröße: 780 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: LS320	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

P:\11009-027 Sielbaumaßnahme U5 Ost\08 CAD\01 Grundlagen\ermittlung\Bohrprofile Hst. City-Nord.dwg , 17 Nov 2020



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

BODENARTEN

Auffüllung	A
Geschiebelehm	Lg
Geschiebemergel	Mg
Mutterboden	Mu
Sand	S
Schluff	U

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KALKGEHALT

k+	kalkhaltig
hst	halbfest

KONSISTENZ

stf	steif
-----	-------

NEBENANTEILE

·	schwach (< 15 %)
-	stark (ca. 30-40 %)
"	sehr schwach; = sehr stark

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

▽	Grundwasser angebohrt
▽	Ruhewasserstand
▽	Grundwasser nach Bohrende
□	Sonderprobe
w	Wassergehalt

Regenwassersiel

Index	Änderungen und Ergänzungen	Name	Datum

Auftraggeber:



Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:



iwbi Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwbi@iwbi-ingenieure.de
W http://www.iwb-ingenieure.de

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Leitungsbereich E

Zeichnung-Nr.: Anlage 2.5	Maßstab: 1: 200	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
Projekt-Nr.: 11009-027	Blattgröße: 780 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
	Lagestatus: LS320	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

Anlage 3

Bemessungsbodenprofile

BBP1				
Leitungsbereich A				
NHN m				
GOK ca.+14,60			ϕ'/c' [°]/[kN/m²]	γ/γ' [kN/m³]
+9,10	A	A(S)	30 / 0	18 / 10
	A			
	A			
	A			
	A			
+6,80		S	35 / 0	19 / 11
+4,00		S mit Torfstreifen	30 / 0	18 / 10

Auftraggeber:



Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhomer Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:



iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwb@iwb-ingenieure.de
W <http://www.iwb-ingenieure.de>

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Bemessungsbodenprofil 1
Leitungsbereich A

Zeichnung-Nr.: Anlage 3.1	Maßstab: 1:100	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
	Blattgröße: 210 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: -	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

BBP2				
Leitungsbereich B				
NHN m				
GOK ca. +14,40			φ'/c' [°]/[kN/m²]	γ/γ' [kN/m³]
+10,10 +9,70	A	A(S)	30 / 0	18 / 10
		S	35 / 0	19 / 11
+4,10		Lg	30 / 5	21 / 11

Auftraggeber:


Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhomer Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:


iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwb@iwb-ingenieure.de
W <http://www.iwb-ingenieure.de>

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Bemessungsbodenprofil 2
Leitungsbereich B

Zeichnung-Nr.: Anlage 3.2	Maßstab: 1:100	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
	Blattgröße: 210 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: -	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

BBP3				
Leitungsbereich C				
NHN m				
GOK ca. +14,00			φ'/c' [°]/[kN/m ²]	γ/γ' [kN/m ³]
+9,80	A	A(S)	30 / 0	18 / 10
	A			
	A			
+9,20		S	35 / 0	19 / 11
+4,80		Lg	30 / 5	21 / 11
+1,70		S	35 / 0	19 / 11

Auftraggeber:


Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhomer Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:


iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwb@iwb-ingenieure.de
W <http://www.iwb-ingenieure.de>

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Bemessungsbodenprofil 3
Leitungsbereich C

Zeichnung-Nr.: Anlage 3.3	Maßstab: 1:100	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
	Blattgröße: 210 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: -	Geprüft: 17.11.2020 / HFi

BBP4				
Leitungsbereich D				
NHN m				
GOK ca.+13,10			φ'/c' [°]/[kN/m²]	γ/γ' [kN/m³]
+11,80		A(S)	30 / 0	18 / 10
+10,40		S	35 / 0	19 / 11
+6,50		Lg	30 / 5	21 / 11
+5,30		Mg	30 / 10	21 / 12
+4,10		BU	25 / 10	20 / 10
+0,10		S	35 / 0	19 / 11

Auftraggeber:


Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhomer Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:


iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwb@iwb-ingenieure.de
W <http://www.iwb-ingenieure.de>

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Bemessungsbodenprofil 4
Leitungsbereich D

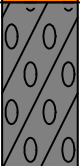
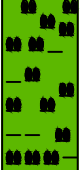
Zeichnung-Nr.:
Anlage 3.4

Maßstab: 1:100
Blattgröße: 210 x 297

Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Geprüft: 17.11.2020 / HFi

Projekt-Nr.: 11009-027

Lagestatus: -

BBP5				
Leitungsbereich E				
NHN m				
GOK ca.+13,50			φ'/c' [°]/[kN/m²]	γ/γ' [kN/m³]
+11,50		A(S)	30 / 0	18 / 10
+9,80		S	35 / 0	19 / 11
+7,60		Lg	30 / 5	21 / 11
+5,30		Mg	30 / 10	21 / 12
+3,00		BU	25 / 10	20 / 10

Auftraggeber:


Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhomer Deich 2
20539 Hamburg

Planverfasser:


iwb Ingenieure Infrastruktur GmbH & Co. KG
Kajen 12 20459 Hamburg
T +49 (0)40 36 98 54 - 0
F +49 (0)40 36 98 54 - 99
E iwb@iwb-ingenieure.de
W <http://www.iwb-ingenieure.de>

Projekt: Sielbaumaßnahme U5 Ost: Haltestelle City Nord

Phase: Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Planinhalt: Bemessungsbodenprofil 5
Leitungsbereich E

Zeichnung-Nr.: Anlage 3.5	Maßstab: 1:100	Gezeichnet: 17.11.2020 / MHR
	Blattgröße: 210 x 297	Bearbeitet: 17.11.2020 / YZa
Projekt-Nr.: 11009-027	Lagestatus: -	Geprüft: 17.11.2020 / HFi