

Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
22587 Hamburg

Fon 040 6960445-0
Fax 040 6960445-29
Mail hh@kup-geotechnik.de

**Geschäftsführer
und Prokuristen**
Dipl.-Ing. Heiko Vierck
Dr.-Ing. Patrick Becker
Dr. Gregor Overbeck (ppa.)

Partner
Prof. Dr.-Ing. Jan Lüking

Registergericht
Amtsgericht Hamburg
HRB 109428

Ust.-Identnummer
DE264813170

Projekt-Ansprechpartner
Dr.-Ing. Patrick Becker
040 6960445-11
p.becker@kup-geotechnik.de

Arbeitsschwerpunkte
Erkunden
Beraten
Planen
Überwachen
Prüfen
Messen

Kempfert + Partner Gruppe
Hamburg
Kiel
Würzburg
Konstanz

Anerkannte Sachverständige
Dr.-Ing. U. Berner ¹⁾
Prof. Dr.-Ing. H.-G. Kempfert ¹⁾
Dr. Gregor Overbeck ¹⁾
Dr.-Ing. M. Raithe ^{1) 2) 3)}
Dipl.-Ing. H. Vierck ³⁾

Öffentlich bestellt und vereidigt ¹⁾
Prüfsachverständiger ²⁾
Eisenbahn-Bundesamt ³⁾

Information
www.kup-geotechnik.de

Zertifiziert nach ISO 9001:2015

Geotechnischer Bericht

Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen,
Festlegung der charakteristischen Werte und
Gründungsempfehlung

S-Bahnhof HH-Neugraben
Neubau Aufzug und Betonschalhäuser

bearbeitet im Auftrag der
DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement Hamburg
Hachmannplatz 16
20099 Hamburg

Hamburg, den 31.12.2022
Az.: HH 575.2/22

Berichtsstatus

Rev.	Datum	aufgestellt	geprüft	Änderungen
00	31.12.2022	gez. pb / tk	pb	-

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Veranlassung4
2	Unterlagen, Normen und Regelwerke4
3	Bauvorhaben5
4	Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen.....6
4.1	Baugrundaufschlüsse6
4.2	Baugrundsichtung6
4.3	Grund- und Schichtwasser7
4.4	Bodenmechanische Laborversuche - Kornverteilungen7
4.5	Chemische Analysen des Bodens.....8
4.5.1	Allgemeines.....8
4.5.2	Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen.....8
5	Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse.....9
5.1	Charakteristische Bodenkenngößen für geotechnische Berechnungen.....9
5.2	Charakteristische Grund- und Schichtwasserstände10
5.3	Berechnungsmodelle und Berechnungsprofile10
5.4	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche11
6	Empfehlungen und Hinweise zur Bauwerksgründung.....11
6.1	Geotechnische Kategorie11
6.2	Allgemeine Angaben zur Gründung und Gründungsempfehlung11
6.3	Herrichtung der Gründungsebene und Bodenaustausch12
6.4	Bemessung der Gründung und zu erwartende Setzungen.....12
7	Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung14
7.1	Baugrube.....14
7.1.1	Erforderliche Baugrubentiefe14
7.1.2	Baugrubensicherung.....14
7.1.3	Baugrubenverbau15
7.1.4	Bemessung der Verbauwände15

7.1.5	Horizontale Stützung der Verbauwände	16
7.1.6	Trockenhaltung der Baugrube	16
7.2	Trockenhaltung der Gebäudes	16
7.3	Baugrubenabnahmen	17
7.4	Beweissicherung	17
8	Zusammenfassung.....	17

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan der Untergrundaufschlüsse
Anlage 3	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Anlage 4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Kornverteilungen
Anlage 5	Ergebnisse der chemischen Analytik
Anlage 6	Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten
Anlage 7	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes von Streifen- und Einzelfundamenten

1 Veranlassung

Die DB Station & Service AG, Bahnhofsmanagement Hamburg, beabsichtigt im östlichen Bereich der S-Bahnstation Hamburg Neugraben die Errichtung eines Aufzuges sowie die Erneuerung der gesamten Treppenanlage zum Mittelbahnsteig (Bahnsteig 2), um einen barrierefreien Zugang zum Bahnsteig zu ermöglichen. Des Weiteren sollen die bestehenden Betonschalthäuser für technische Einrichtungen der Bahn an Bahnsteig 2 zurückgebaut und an Bahnsteig 1 neu errichtet werden.

Kempfert + Partner Geotechnik wurde von der Deutsche Bahn Station & Service AG, Bahnhofsmanagement Hamburg, beauftragt, den Aufbau, die Beschaffenheit und die Eigenschaften des Baugrunds sowie die Grundwasserverhältnisse in den Planungsbereichen zu erkunden und zu untersuchen, den Baugrund vergleichend zu bewerten und erste Empfehlungen für die Gründung der Anlagen auszuarbeiten. Darüber hinaus soll der Aushubboden mit einer orientierenden Schadstofferkundung auf mögliche umweltrelevante Schadstoffe nach LAGA¹ untersucht werden.

2 Unterlagen, Normen und Regelwerke

Für den Geotechnischen Bericht wurden folgende Unterlagen verwendet:

- U1 DB Station & Service AG, Bahnhofsmanagement Hamburg, Konzept und Vorplanung S-Bahnhof HH Neugraben, übergeben per E-Mail am 12.10.2022
- U2 ZIPP Ingenieure AG, Berlin, Grundriss, Quer- und Längsschnitt des geplanten Aufzuges, M.: 1:50, übergeben per E-Mail am 12.10.2022
- U3 ZIPP Ingenieure AG, Berlin, Grundriss und Querschnitt der Dienstwege am Mittelbahnsteig S-Bahnhof HH-Neugraben, M.: 1:100, übergeben per E-Mail am 03.11.2022
- U4 ZIPP Ingenieure AG, Berlin, Lageplan sowie Längs- und Querschnitt der Betonschalthäuser, M.: 1:100, übergeben per E-Mail am 12.10.2022
- U5 Hamburger Stadtentwässerung AöR, Hamburg, Leitungsbestandspläne im Bereich S-Bahnhof HH-Neugraben, M.: 1:1.000, übergeben per E-Mail am 19.10.2022
- U6 Stromnetz Hamburg GmbH, Hamburg, Leitungsbestandspläne im Bereich S-Bahnhof HH-Neugraben, M.: 1:250, übergeben per E-Mail am 19.10.2022

Im vorliegenden Bericht wird auf fachtechnische Normen und Regelwerke verwiesen. Bei allen nachfolgenden undatierten Verweisen auf Normen und Regelwerke gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Bei allen nachfolgenden datierten Verweisen auf Normen und Regelwerke gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe.

¹ Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln Boden – Stand: 5. November 2004

3 Bauvorhaben

Für die barrierefreie Erschließung des östlichen Bereichs des Bahnhofes Hamburg-Neugraben ist eine neue Aufzugsanlage vorgesehen, welche den Mittelbahnsteig zwischen Gleis 2 und 3 mit den Ausgängen und dem Hauptbahnsteig an Gleis 1 verbindet (s. Abbildung 1).

Ein Übersichtslageplan ist in Anlage 1 dargestellt.

Im Bereich des Bahnhofes HH-Neugraben befinden sich derzeit fünf Gleise, wobei die südlichen Gleise 1-3 von dem S-Bahnverkehr und die nördlichen Gleise als Fernbahngleise genutzt werden. Der Bahnhof verfügt über zwei genutzte Bahnsteige. Einen Hauptbahnsteig an Gleis 1 südlich zur Straße „Am Neugrabener Bahnhof“ sowie einen Mittelbahnsteig zwischen Gleis 2 und 3 (s. Abbildung 1).



Abbildung 1: Übersichtskarte mit Lage der Gleise sowie der Personenüberführung im östlichen Bereich des S-Bahnhofes HH-Neugraben

Der Mittelbahnsteig wird momentan durch eine Personenunterführung (PU) am westlichen Ende sowie einer Personenüberführung (PÜ) am östlichen Ende erschlossen. Die PÜ erstreckt sich über die gesamte Gleisanlage sowie über die südlich des Bahnhofs gelegene Straße „Am Neugrabener Bahnhof“ und ist südlich und nördlich des Bahnhofs über Aufzugsanlagen angeschlossen. Der Mittelbahnsteig verfügt im Osten des Bahnhofs über keine barrierefreie Erschließung, sondern ist lediglich über eine feste Treppe und eine Fahrtreppe über die bestehende PÜ angeschlossen.

Der Mittelbahnsteig hat eine Länge von etwa 200 m, eine Breite von etwa 8,50 m sowie eine Höhe von etwa einem Meter. Im Bereich der geplanten Aufzugsanlage ist der Bahnsteig überdacht. Der Bau der geplanten Aufzugsanlage ist gemäß der Vorzugsvariante 5 (s. Unterlage U1) vorgesehen. Für die Umsetzung der Vorzugsvariante ist der Abbruch der bestehenden Treppenanlage und der darunterliegenden Technikräume vorgesehen. Die Treppenanlage wird durch eine schmale Festtreppe und eine Fahrtreppe ersetzt. Die Technikräume werden durch neue Betonschalthäuser auf der Grünfläche des Hauptbahnsteiges (Gleis 1) ersetzt, welche mithilfe einer Kabelquerung unter Gleis 1 und 2 mit dem Mittelbahnsteig verbunden werden.

Die derzeitige Geländehöhe im Bereich des geplanten Aufzuges beträgt ca. +7,65 mNHN und im Bereich der geplanten Betonschalthäuser ca. +9,10 mNHN. Das Gründungsniveau des geplanten Aufzuges liegt gemäß Unterlage U1 bei etwa +5,50 mNHN. Gemäß Unterlage U4 ist unterhalb der

Betonschalthäuser ein Kriechtunnel für die Kabel geplant, sodass das geplante Gründungsniveau bei etwa +7,85 mNHN liegt.

4 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

4.1 Baugrundaufschlüsse

Der Baugrundaufbau wurde im November und Dezember 2022 mit 4 Kleinrammbohrungen (BS), 2 leichten Rammsondierungen (DPL) und einer schweren Rammsondierung (DPH) erkundet. Die Aufschlüsse wurden von Kempfert + Partner Geotechnik ausgeführt.

Die Bohrungen wurden bis in eine Tiefe von ca. +3,10 mNHN (BS1, BS2, BS3) bzw. +1,60 mNHN (BS4) ausgeführt. Die leichten Rammsondierungen wurden bis in eine Tiefe von ca. +3,10 mNHN und die schwere Rammsondierung bis in eine Tiefe von ca. -0,40 mNHN ausgeführt.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse kann der Anlage 2.1 (Aufzug) und Anlage 2.2 (Betonschalthäuser) entnommen werden.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind im Maßstab 1:100 höhengerecht in Anlage 3 gemäß DIN 4023² aufgetragen.

4.2 Baugrundsichtung

Der Baugrund kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der ausgeführten Untergrundaufschlüsse wie folgt beschrieben werden.

Auffüllung

Nach den Ergebnissen der Kleinrammbohrungen weist der angetroffene Auffüllhorizont im Bereich der geplanten Betonschalthäuser mit einer Unterkante zwischen einem Niveau von etwa +6,00 mNHN (BS1, BS2) und +5,30 mNHN (BS3) eine Mächtigkeit von etwa 3 m (BS1, BS2) bzw. 4 m (BS3) auf. Bei der Auffüllung handelt es sich im Wesentlichen um Mittelsande mit unterschiedlich stark ausgeprägten grobsandigen, feinsandigen, schluffigen und kiesigen Bestandteilen.

Im Bereich des Aufzuges (BS4) weist der angetroffene Auffüllhorizont mit einer Unterkante auf einem Niveau von ca. +6,60 mNHN eine Mächtigkeit von etwa einem Meter auf. Kornanalytisch ist dieser als ein Mittelsand mit unterschiedlich stark ausgeprägten feinsandigen, grobsandigen, kiesigen und schluffigen Bestandteilen anzusprechen. Mit zunehmender Tiefe nimmer der Anteil an feinsandigen Bestandteilen zu.

Die Lagerungsdichte der aufgefüllten Sande kann auf Grundlage der Rammsondierungen als überwiegend locker bezeichnet werden.

² DIN 4023: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen

Mutterboden

Im Bereich des geplanten Aufzuges (BS4) wurde unterhalb der Auffüllung Mutterboden mit einer Mächtigkeit von etwa 0,45 m und mit einer Basis auf einem Niveau von ca. +6,10 mNHN angetroffen. Bei dem Mutterboden handelt es sich im Wesentlichen um Feinsande mit stark mittelsandigen, schwach grobsandigen und kiesigen, schluffigen und humosen Bestandteilen.

Mit den Kleinrammbohrungen BS1, BS2 und BS3 wurde im Bereich der Betonschalthäuser kein Mutterboden angetroffen.

Die Lagerungsdichte des Mutterbodens kann auf Grundlage der schweren Rammsondierung als überwiegend locker bezeichnet werden.

Gewachsene Sande

Unterhalb der Auffüllung stehen im Bereich der geplanten Betonschalthäuser ab einem Niveau zwischen etwa +6,00 mNHN (BS1, BS2) und +5,30 mNHN (BS3) gewachsene Sande an. Kornanalytisch handelt es sich bei den gewachsenen Sanden um Mittelsande mit feinsandigen Bestandteilen.

Im Bereich des Aufzuges (BS4) stehen die gewachsenen Sande unterhalb des Mutterbodens ab einem Niveau von ca. +6,10 mNHN an. Kornanalytisch sind diese als Mittelsande mit unterschiedlich stark ausgeprägten feinsandigen, grobsandigen und kiesigen Bestandteilen anzusprechen.

Die Lagerungsdichte der gewachsenen Sande kann auf Grundlage der Rammsondierungen im Bereich der Betonschalthäuser als überwiegend mitteldicht und im Bereich des Aufzuges als mitteldicht bis dicht bezeichnet werden.

4.3 Grund- und Schichtwasser

Im Bereich des Aufzuges wurde mit der ausgeführten Kleinrammbohrung (BS4) ein Grundwasserstand von etwa +2,45 mNHN mit einer Stichtagsmessung erfasst.

Im Bereich der geplanten Betonschalthäuser (BS1, BS2, BS3) wurde mit den Baugrundaufschlüssen bis in eine Tiefe von ca. +3,10 mNHN kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

4.4 Bodenmechanische Laborversuche - Kornverteilungen

Zur Ergänzung der im Labor durchgeführten Bodenprobenansprache wurden an kennzeichnenden Bodenproben Kornverteilungsanalysen nach DIN EN ISO 17892-4³ durchgeführt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Kornverteilungsanalysen sind in Form von Kornverteilungskurven in der Anlage 4 dokumentiert.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen zusammengefasst:

³ DIN EN ISO 17892-4: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

Tabelle 1: Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen

Bodenart	Aufschluss / Proben Nr.	Tiefe [mNHN]	Zusammen- setzung	Kornkennzahl T / U / S / G [%]
Auffüllung, sandig	BS02, UWP3	+8,00 bis +7,30	S, mg, u', fg'	- / 9 ¹⁾ / 63 / 28
	BS03, UWP4	+7,80 bis +6,60	S, u', fg'	- / 14 ¹⁾ / 80 / 6
Gewachsene Sande	BS04, UWP5	+6,15 bis +5,15	fS, mS	- / 3 ¹⁾ / 97 / 0
	BS04, BP1	+4,45 bis +3,65	mS, fs, gs'	- / 5 ¹⁾ / 93 / 2

¹⁾ Aufgrund des Analyseverfahrens (hier: Nasssiebung) ist keine Differenzierung zwischen den Korngrößen der Tonfraktion (T) und der Schlufffraktion (U) möglich.

4.5 Chemische Analysen des Bodens

4.5.1 Allgemeines

Der im Zuge der Baumaßnahme auszuhebende Boden ist hinsichtlich seiner Weiterverwendung bzw. Verbringung und Entsorgung i. W. auf Grundlage der LAGA-Einstufung bzw. Zuordnung („Z-Werte“) zu beurteilen.

Die Z-Werte gemäß LAGA der Aushubböden führen zu folgenden Konsequenzen hinsichtlich des weitergehenden Einbaus dieser Böden:

Einbauklasse Z 0:	uneingeschränkter Einbau
Einbauklasse Z 1.1:	eingeschränkter offener Einbau
Einbauklasse Z 1.2:	eingeschränkter offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten
Einbauklasse Z 2:	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
Einbauklasse > Z 2:	Einbau in Deponien/Dekontamination des Bodens.

4.5.2 Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen

Zur weiteren Untersuchung, ob mit erhöhten chemischen Belastungen der oberflächennahen Böden zu rechnen ist, wurde eine chemische Untersuchung auf den Komplettumfang nach LAGA (Feststoff und Eluat) durchgeführt. Für die Untersuchungen wurde sowohl aus dem Bereich der geplanten Betonschalthäuser (MP1) als auch aus dem Bereich der geplanten Aufzugsanlage (MP2) von den jeweiligen Kleinrammbohrungen eine Mischprobe des Auffüllungshorizonts, der im Zuge der Baumaßnahmen auszuheben und zu entsorgen sein wird, hergestellt.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Anlage 5.1 und Anlage 5.2 dargestellt sowie in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 2: Übersicht über die Ergebnisse der LAGA-Analytik

Probenbezeichnung	Tiefe bis	Zuordnung gem. LAGA	Bodenart	Probenzusammensetzung	maßgebende Parameter
MP1	1,8 m unter GOK	Z1.2	aufgefüllter Sand, kiesig, schluffig	Auffüllung	pH-Wert
MP 2	2,5 m unter GOK	Z.1	Aufgefüllter Sand, grobsandig, kiesig; Mittelsande, Feinsande	Auffüllung, Mutterboden, Gewachsene Sande	TOC

Mit den durchgeführten Analysen wurde bei der untersuchten Mischprobe MP1 eine Zuordnungs-kategorie Z1.2 festgestellt, wobei als maßgebende Parameter der pH-Wert hervorzuheben ist. Die ermittelten Schadstoffgehalte lassen gem. LAGA einen eingeschränkten offenen Einbau in hydrogeologischen günstigen Gebieten zu. Der Boden ist nur bedingt zur Weiterverwendung geeignet.

Mit den durchgeführten Analysen wurden bei der untersuchten Mischprobe MP2 keine umweltrelevanten Schadstoffgehalte in den aufgefüllten Bodenschichten festgestellt. Auf Grund eines erhöhten Gehaltes des gesamten organischen Kohlenstoffes (TOC-Gehalt) wird die Mischprobe in die Einbauklasse Z1 eingestuft.

Erfahrungsgemäß kann der TOC-Gehalt auf erhöhte organische Anteile im Boden zurückgeführt werden. Aus diesem Grund ist eine Einstufung in einer Zuordnungs-kategorie in der Regel nicht relevant. Dies ist jedoch mit der zuständigen Behörde bzw. dem Deponieanbieter abzustimmen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für eine Weiterverwendung und/oder Deponierung des anfallenden Aushubmaterials chemische Analyseergebnisse von den weiterverarbeitenden Unternehmen verlangt werden, die nicht älter als 6 Monate sind. Es wird daher empfohlen, für die Baumaßnahme eine Deklarationsanalytik entweder nach einer Zwischenlagerung der Böden mit anschließender Haufwerksbeprobung oder mittels Schurfbeprobung vor den Erdarbeiten durchzuführen.

5 Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

5.1 Charakteristische Bodenkenngrößen für geotechnische Berechnungen

Auf Grundlage der Baugrunderkundung sowie unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden werden die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten charakteristischen Bodenkenngrößen angegeben.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkenngößen

Bodenschicht	Wichte	Scherparameter ¹⁾	undränierte Kohäsion	Steifemodul
	γ_k / γ'_k	φ'_k / c'_k	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
	[kN/m ³]	[°] / [kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
S1: Auffüllung, sandig	17 / 9	32,5 / 0	-	20
S2: Mutterboden	16 / 8	Keine bautechnische Eignung		
S3: Sand, mind. mitteldicht ²⁾	19 / 11	35 / 0	-	50

¹⁾ Es kann ein Erddruckneigungswinkel von $\delta_k \leq 2/3 \cdot \varphi'_k$ angesetzt werden.

²⁾ In den pleistozänen Sanden können aufgrund der geologischen Entstehung Steine und Blöcke auftreten, die ein Hindernis bei der Einbringung von Gründungs- und Verbauelementen darstellen können und ggf. eine Hindernisbeseitigung erfordern. Darüber hinaus können diese Schichten aufgrund ihrer Kornzusammensetzung dicht und kompakt gelagert sein und sich somit schwer lösen lassen bzw. schwer zu durchörtern sein.

5.2 Charakteristische Grund- und Schichtwasserstände

Auf Grundlage der gemessenen Wasserstände werden die folgenden für die Bemessung anzusetzenden höchsten und niedrigsten charakteristischen Wasserstände (Bemessungswasserstände) angegeben.

Höchster charakteristischer Grundwasserstand: + 3,50 mNHN

Niedrigster charakteristischer Grundwasserstand: + 0,50 mNHN

5.3 Berechnungsmodelle und Berechnungsprofile

Für erdstatische Berechnungen können auf der sicheren Seite liegend nachfolgende dargestellte Berechnungsprofile verwendet werden.

Tabelle 4: Berechnungsprofile für erdstatische Berechnungen

Bodenschicht	OK / UK [mNHN]	
	Betonschalhäuser	Aufzug
S1: Auffüllung, sandig	GOK / +5,20	GOK / +6,60
S2: Mutterboden	-	+6,60 / +6,10
S3: Gewachsene Sande	ab +5,20	ab +6,10

5.4 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Zur Beschreibung der leistungs- und verfahrenstechnischen Eigenschaften hinsichtlich der Bearbeitbarkeit des Baugrunds erfolgt in der nachfolgenden Tabelle eine Zuordnung der Schichten gem. Abschnitt 5.1 in Homogenbereiche mit für das jeweilige Bauverfahren vergleichbaren Eigenschaften. Die für die einzelnen Schichten kennzeichnenden Parameter können der Anlage 6 zu diesem Bericht entnommen werden.

Tabelle 5: Zuordnung der Schichten in Homogenbereiche mit Bezug auf die VOB, Teil C

Bodenschicht	I	II	III
	DIN 18300	DIN 18301	DIN 18304
	Erdarbeiten	Bohrarbeiten	Ramm-, Rüttel- u. Pressarbeiten
S1: Auffüllung, sandig	I A	II A	III A
S2: Mutterboden			III B
S3: Gewachsene Sande	I B		

6 Empfehlungen und Hinweise zur Bauwerksgründung

6.1 Geotechnische Kategorie

Die Geotechnische Kategorie (GK) nach DIN 1054⁴ ist ein Maß für den Schwierigkeitsgrad des Bauwerks, der Baugrundverhältnisse und der Wechselwirkungen zwischen diesen und der Umgebung.

Für die Einstufung in eine Geotechnische Kategorie ist das Kriterium, welches den höchsten Schwierigkeitsgrad ergibt, maßgebend.

Die Baumaßnahme ist aufgrund der Nähe und der damit einhergehenden Beeinträchtigung der S-Bahnstrecke in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

6.2 Allgemeine Angaben zur Gründung und Gründungsempfehlung

Aufzug

Das Gründungsniveau des geplanten Aufzuges liegt gemäß Unterlage U1 bei ca. +5,50 mNHN.

Auf dem Niveau der Gründungsebene bzw. der Baugrubensohle sind gem. der ausgeführten Baugrunderkundungen mitteldicht bis dicht gelagerte Sande zu erwarten (s. Anlage 3). Die mitteldicht bis dicht gelagerten Sande sind als gut tragfähiger Baugrund zur Realisierung einer Flachgründung anzusehen und zum setzungsarmen Abtrag der Bauwerklasten geeignet.

⁴ DIN 1054:2010-12: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

Betonschalthäuser

Das Gründungsniveau der geplanten Betonschalthäuser liegt gemäß Unterlage U4 bei ca. +7,85 mNHN.

Auf dem Niveau der Gründungsebene sind gem. der ausgeführten Baugrunderkundungen locker gelagerte aufgefüllte Sande zu erwarten (s. Anlage 3). Die aufgefüllten Sande sind für eine Flachgründung als bedingt geeignet zu bewerten und nach den Angaben in Abschnitt 6.3 auszutauschen. Nach Herrichten der Gründungssohle und dem erforderlichen Bodenaustausch können die Betonschalthäuser flach gegründet werden.

6.3 Herrichtung der Gründungsebene und Bodenaustausch

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, sind die auf dem Niveau der Gründungsebene anstehenden aufgefüllten Sande im Bereich der Betonschalthäuser auszutauschen. Der Bodenaustausch sollte bis in einer Tiefe von mindestens 0,50 m unter Gründungsniveau d.h. bis ca. +7,35 mNHN, sowie einem ausreichenden seitlichen Überstand über die Fundamentaßenkanten hinaus erfolgen. Hierbei ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen. Die tatsächlich erforderliche Bodenaustauschtiefe ergibt sich in Abhängigkeit der vor Ort durch die Baugrubensohlabnahme festzustellenden tatsächlichen Baugrundverhältnisse, siehe Abschnitt 7.2.

Für den Bodenaustausch ist die Verwendung schluffarmer, verdichtungsfähiger und frostsicherer Sande und Kiessande (Feinkornanteil ≤ 3 Gew.-% mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u > 3$) zu empfehlen. Das Austauschmaterial ist in Lagen von max. 0,3 m einzubauen und je Lage mit geeigneten Oberflächenrüttlern auf eine mindestens mitteldichte Lagerung (D_{Pr} mind. 100%) zu verdichten.

Der Mutterboden und die aufgefüllten Sande im Bereich des geplanten Aufzuges werden bei der Herstellung des Gründungsniveaus ausgehoben. Wir empfehlen, in Höhe der Gründungsebene die anstehenden Sande in kreuzweisen Übergängen nachzuverdichten, um aushubbedingte Auflockerungen auszugleichen.

6.4 Bemessung der Gründung und zu erwartende Setzungen

Es ist die Einhaltung einer ausreichenden Sicherheit gegen Grundbruch nachzuweisen. Diesbezüglich muss im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) die Bedingung:

$$V_d \leq R_d$$

erfüllt sein. Dabei ist:

V_d : der Bemessungswert der Beanspruchung

R_d : der Bemessungswert des Grundbruchwiderstands

Die Bestimmung des Bemessungswerts der Beanspruchung V_d sollte unter zutreffender Wahl von Lastannahmen sowie Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte für ständige und veränderliche Beanspruchungen erfolgen.

Der Bemessungswert des Grundbruchwiderstands R_d errechnet sich nach Abminderung des charakteristischen Grundbruchwiderstands $R_{n,k}$ mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_{Gr} zu:

$$R_d = R_{n,k} / \gamma_{Gr}$$

In Anlage 7 sind für quadratische Einzelfundamente und für Streifenfundamente Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ zur Ermittlung des Grundbruchwiderstands R_d für unterschiedliche Einbindetiefen und Fundamentbreiten angegeben, die für den Nachweis zu Grunde gelegt werden können. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Als geotechnische Randbedingungen wurden hierbei auf Grundlage der Baugrunduntersuchung zu Grunde gelegt:

- Charakteristischer Reibungswinkel des anstehenden Sandes: $\varphi'_k = 35,0^\circ$
- Charakteristische Wichte des erdfeuchten Bodens: $\gamma'_k = 19,0 \text{ kN/m}^3$
- Kein Grundwasser

Die angegebenen Bemessungswerte gelten für mittig belastete Einzel- und Streifenfundamente. Die Grundbruchsicherheit schräg und exzentrisch belasteter Einzel- und Streifenfundamente ist nach DIN 4017⁵ gesondert nachzuweisen. Hierfür können ebenfalls die Tabellenwerte der Anlage 7 herangezogen werden, wenn für die Berechnung der Fundamentgrundfläche die Fundamentbreiten und -längen entsprechend der Lastexzentrizität reduziert werden. Dabei sind als reduzierte Breite $b' = b - 2e_b$ bzw. reduzierte Länge $a' = a - 2e_a$ (e = Exzentrizität) zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die Nachweise gem. DIN 1054 im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist davon auszugehen, dass die erwartenden Baugrundverformungen und Fundamentsetzungen für Streifen- und Einzelfundamente unter Berücksichtigung der aus Erfahrungen abgeschätzten Bauwerkslasten in einer Größenordnung von

$$0,5 \text{ cm} < s < 1,0 \text{ cm}$$

liegen werden.

Für die Bemessung einer Stahlbetonplatte kann bei Bedarf, unter Einhaltung der Maßnahmen gem. Abschnitt 6.3, ein charakteristischer Bettungsmodul bzw. eine charakteristische Bettungsmodulverteilung angegeben werden. Hierzu sind die zu erwartenden Sohlspannungen aus der Tragwerksplanung an unser Büro zu übermitteln.

⁵ DIN 4017: Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen

7 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung

7.1 Baugrube

7.1.1 Erforderliche Baugrubentiefe

Aufzug

Das Geländeniveau im Gründungsbereich liegt gem. den eingemessenen Aufschlusspunkten bei etwa +7,65 mNHN. Die erforderliche Baugrube wird gem. Unterlage U1 ein erforderliches Sohlniveau von etwa +5,50 mNHN aufweisen. Zur Herstellung des Aufzuges wird daher eine maximale Baugrubentiefe von rund 2,20 m erforderlich.

Betonschalthäuser

Das Geländeniveau im Gründungsbereich liegt gem. den eingemessenen Aufschlusspunkten bei etwa +9,10 mNHN. Die zur Herstellung der Betonschalthäuser erforderliche Baugrube wird gem. Unterlage U4 ein erforderliches Sohlniveau von etwa +7,85 mNHN aufweisen. Zusätzlich wird ein Bodenaustausch gem. Abschnitt 6.3 mit einer Tiefe von 0,50 m empfohlen. Zur Herstellung der Betonschalthäuser wird daher eine maximale Baugrubentiefe von rund 1,80 m erforderlich.

7.1.2 Baugrubensicherung

Für die Herstellung des Aufzuges wird ein Eingriff in den Stützbereich der Gleisanlage gem. Ril 836.2001⁶ erforderlich. Die Anforderungen an die Stützkonstruktion werden dabei in Abhängigkeit des Abstandes zu dem Bahngleis nach Ril 836.4301⁷ festgelegt. Gem. Ril 836.4301, Abschn. 4, Abs. 4a, sind bei Abgrabungen, deren gleisseitiger Fußpunkt innerhalb des äußeren Druckbereiches liegt, wenig nachgiebige Baugrubenwände im Sinne der EAB⁸, EB 76, herzustellen.

Bei Abtragungen außerhalb des Druckbereiches dürfen gem. Ril 836.4301 nicht gestützte oder nachgiebig gestützte Baugrubenwände hergestellt werden, wenn schädliche Auswirkungen auf die Gleise ausgeschlossen werden können.

Unter Berücksichtigung des angenommenen Gründungsniveaus des geplanten Aufzuges auf ca. +5,50 mNHN liegt die Baugrube für den Aufzug innerhalb des äußeren Druckbereiches.

Gem. den Anforderungen der Ril 836 ist daher für die Sicherung der Baugrube eine wenig nachgiebig gestützte Konstruktion erforderlich, um Verformungen am Bahnkörper infolge des Baugrubenaushubs auszuschließen.

Die Herstellung der Baugrube und der Aufzugsgründung ist nach Angaben des Planers⁹ an einem Wochenende mit einer Gleissperrung über einen Zeitraum von 24 h vorgesehen, sodass keine Beeinträchtigungen der Betriebssicherheit durch die Baugrubenherstellung zu erwarten sind.

⁶ Ril 836.2001: Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke – Einwirkungen und Widerstände

⁷ Ril 836.4301: Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke – Stützkonstruktionen und Stützmaßnahmen, Grundsätze

⁸ EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 6. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (Hrsg.) Ernst & Sohne, Berlin, 2021

⁹ Telefonische Besprechung am 28.12.2022 mit Hr. Koltermann, ZIPP Ingenieure Ag, Berlin

Für die Herstellung der Betonschalthäuser wird kein Eingriff in den Stützbereich der Gleisanlage gem. Ril 836.2001 erforderlich. Gem. den Anforderungen der Ril 836 ist daher für die Sicherung der Baugrube eine nicht oder nachgiebig gestützte Konstruktion erforderlich.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherung der Betriebsführung sind im Rahmen der Bauüberwachung mit den örtlich zuständigen betriebsführenden Stellen abzustimmen.

7.1.3 Baugrubenverbau

Für die Baugrubensicherung gelten generell die Vorgaben der DIN 4124¹⁰.

In Abhängigkeit der Platzverhältnisse kann die Baugrubensicherung geböscht ausgeführt werden. Ein maximaler Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ darf nicht überschritten werden. Im Nahbereich bestehender Gebäude sind die Mindestabstände und Böschungsneigungen gemäß DIN 4123¹¹ einzuhalten.

Sofern die Platzverhältnisse für eine Böschung nicht ausreichend sind, wird ein Baugrubenverbau erforderlich. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist bei den gegebenen Verhältnissen die Ausführung eines Trägerbohlverbaus zu empfehlen.

Bei der Herstellung eines Baugrubenverbaus ist grundsätzlich zu beachten, dass im Nahbereich zu Bestandsgebäuden erschütterungsinduzierende und damit potentiell setzungerzeugende Einbringverfahren für Verbauelemente auszuschließen sind, um die Nachbarbebauung sowie auch ggf. erdverlegte Leitungen nicht zu beeinträchtigen. Entsprechend ist bei Ausführung einer Trägerbohlverbau zu empfehlen, die Träger in vorgebohrte Löcher einzustellen und im Einbindebereich unterhalb der Baugrubensohle mit Beton zu verfüllen.

Für die erforderlichen Arbeits- und Seitenraumverfüllungen sind schluffarme, verdichtungsfähige und frostsichere Sande bzw. Kiessande (Feinkornanteil ≤ 3 Gew.-% mit einer Ungleichförmigkeitsgrad $C_u > 3$) zu verwenden.

Um Erosionen durch Niederschlagswasser zu verhindern, sollten die Baugrubenböschungen bei Bedarf mit Baufolie abgedeckt werden.

7.1.4 Bemessung der Verbauwände

Die erdstatische Bemessung der Verbauwände ist auf Grundlage der Angaben in Abschnitt 5 durchzuführen. Bei der Bemessung des Verbaus sind zusätzlich zu den Lasten aus Fahrbahneigengewicht auch Lasten aus Eisenbahnverkehr zu berücksichtigen, sofern keine Gleissperrung vorliegen sollte.

Für die Bemessung des Verbaus, der innerhalb des Stütz- und Druckbereichs gem. Ril 836.2001 liegt, wird empfohlen, zur Verformungsbegrenzung den erhöhten aktiven Erddruck zu Grunde zu legen. Dieser ist als Mittelwert aus Ruhedruck und aktivem Erddruck wie folgt zu ermitteln:

$$e' = \frac{1}{2} \cdot (e_a + e_o) \quad \text{mit} \quad k_0 = 1 - \sin\varphi'$$

¹⁰ DIN 4124: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumarbeiten

¹¹ DIN 4123: Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude

Bei der Bemessung des Verbaus außerhalb des Stütz- und Druckbereichs kann der aktive Erddruck angesetzt werden.

Weiterhin wird empfohlen, auf Grundlage der EAB, EB 14, den Bemessungswiderstand zur Begrenzung der Fußverschiebung generell mit dem Anpassungsfaktor

$$\eta_{R,e} = 0,80$$

abzumindern.

Sofern im Rahmen der Tragwerksplanung nach vorstehenden Berechnungsansätzen die resultierenden Kopfverformungen des Verbaus für im Einflussbereich der Baugrube befindliche Anlagen, wie z.B. Leitungen, Fahrbahnbefestigungen, etc., unverträglich sein sollten, wird empfohlen die Einbidetiefe der Bohlträger zu vergrößern und ggf. ein stärkeres als rechnerisch ermitteltes Profil zu wählen.

7.1.5 Horizontale Stützung der Verbauwände

Aufgrund der Lage der Baugrube des geplanten Aufzuges im äußeren Druckbereich (vgl. Abschnitt 7.1.2) wird eine horizontale Stützung der Verbauwände durch Aussteifungen empfohlen. Die Aussteifungen können mittels entsprechend eingehängter bzw. auf Konsolen aufgelagerter Rahmenkonstruktionen erfolgen. Die Aussteifung ist kraftschlüssig zu verkeilen bzw. in Abhängigkeit der Lage des Fußpunktes mit Bezug zum Druckbereich nach Ril 836.2001 ggf. vorzuspannen.

7.1.6 Trockenhaltung der Baugrube

Für die Bauzeit ist von tiefliegenden Wasserständen gem. Abschnitt 4.2 auszugehen, d.h. dass bei den vorgesehenen Aushubtiefen keine Maßnahme zur Grundwasserabsenkung oder zur Grundwasserentspannung erforderlich werden.

Die anstehenden Sande sind als gut durchlässig zu bezeichnen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Niederschlagswasser bauzeitlich in der Baugrube versickern wird.

7.2 Trockenhaltung der Gebäudes

Der höchste charakteristische Wasserstand (Bemessungswasserstand) ist auf einem Niveau von +3,50 mNHN anzunehmen.

Das Gründungsniveau des Aufzuges liegt auf einem Niveau von ca. +5,50 mNHN und das der Betonschalhäuser auf ca. +7,85 mNHN.

Die Gebäudesohle kann gemäß DIN 18533-1¹² entsprechend der Wassereinwirkklasse W1.1-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden) abgedichtet werden, wenn sich die Unterkante der Abdichtungsebene mindestens 0,5 m über dem

¹² DIN 18533-1: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

Bemessungswasserstand befindet und das Verfüllmaterial der Arbeitsräume sowie der Baugrund unterhalb der Abdichtungsebene aus stark durchlässigem Material ($k > 10^{-4}$ m/s nach DIN 18130-1) besteht.

Sollte entweder der Mindestabstand zum Bemessungswasserstand und / oder die Durchlässigkeit des Bodens nicht gegeben sein, ist eine Abdichtung gemäß W2.1-E (Mäßige Einwirkungen von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe) erforderlich.

Details hierzu sind der DIN 18533-1 zu entnehmen.

7.3 Baugrubenabnahmen

Es wird empfohlen, die Baugrubensohle vor Herstellung des geplanten Aufzuges sowie der Betonschalthäuser durch unserer Büro abnehmen zu lassen.

Für die Herrichtung der Gründungsebene der Betonschalthäuser ist nach Abschnitt 6.3 ein Bodenaustausch der aufgefüllten Sande bis in eine Tiefe von ca. 0,5 m unter Gründungsniveau erforderlich. Zur Festlegung der tatsächlich erforderlichen Bodenaustauschtiefe ist ebenfalls eine Baugrubenabnahme durch unser Büro einzuplanen.

7.4 Beweissicherung

Für den Neubau des Aufzuges und der Betonschalthäuser sind keine Grundwasserabsenkungen und keine wesentlichen erschütterungsintensiven Verdichtungsarbeiten zu erwarten. Daher ist nach derzeitigem Planungsstand voraussichtlich keine Beweissicherung an umliegenden Gebäuden notwendig.

Aufgrund des Anschlusses des Aufzuges an das bauherreneigene Gebäude, ist zu prüfen, ob hier ggf. eine Beweissicherung erforderlich ist.

Darüber hinaus wird aber empfohlen, die Gleislage vor Baugrubenherstellung festzuhalten und während der Bauausführung mit einem Gleislagenmonitoring zu überwachen. Es wird darauf hingewiesen, dass generell erschütterungsinduzierende Baumaßnahmen im Nahbereich bestehender Bebauung auszuschließen sind.

8 Zusammenfassung

Im S-Bahnhof Hamburg Neugraben soll für eine barrierefreie Erschließung im östlichen Bereichs des Bahnhofes eine neue Aufzugsanlage errichtet werden. Weiterhin sollen für die Herstellung der Aufzugsanlage die bestehenden Betonschalthäuser für technische Einrichtungen der Bahn zurückgebaut und an Bahnsteig 1 neu errichtet werden.

Der Baugrund wurde mit vier Kleinrammbohrungen, zwei leichten Rammsondierungen und einer schweren Rammsondierung erkundet, siehe auch Abschnitt 4. Die Baugrundsichtung ergab

Mutterboden sowie lockere bis mitteldichte sandige Auffüllungen, die von mitteldicht bis dicht gelagerten gewachsenen Sanden unterlagert werden.

Die charakteristischen Bodenkenngößen sind in Abschnitt 5.1 und Angaben zu den charakteristischen Wasserständen in Abschnitt 5.2 enthalten.

Angaben zu den verfahrenstechnischen Eigenschaften der Böden mit Einteilung in Homogenbereiche sind in Abschnitt 5.3 und in der Anlage 6 zu finden.

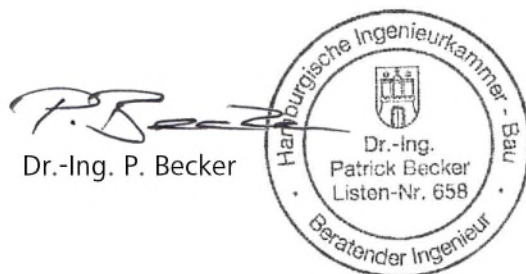
Die Gründung des geplanten Bauwerks kann auf dem anstehenden Boden erfolgen, wobei eine Herrichtung der Gründungsebene mit einem lokal erforderlichen Bodenaustausch gem. den Angaben in Abschnitt 6.3 auszuführen ist. Angaben zur Bemessung der Gründung sowie der zu erwartenden Setzungen sind in Abschnitt 6.4 enthalten.

Aufgrund der Nähe zu den Gleisen und der Bestandsbebauung und den damit eingeschränkten Platzverhältnissen wird ein Baugrubenverbau empfohlen, siehe auch Abschnitt 7.1.

Angaben zur Trockenhaltung des Gebäudes sind in Abschnitt 7.2 zusammengestellt.

In Abschnitt 7.3 werden Baugrubenabnahmen empfohlen und in Abschnitt 7.4 erforderliche Beweissicherungsmaßnahmen erörtert.

Kempfert Geotechnik GmbH

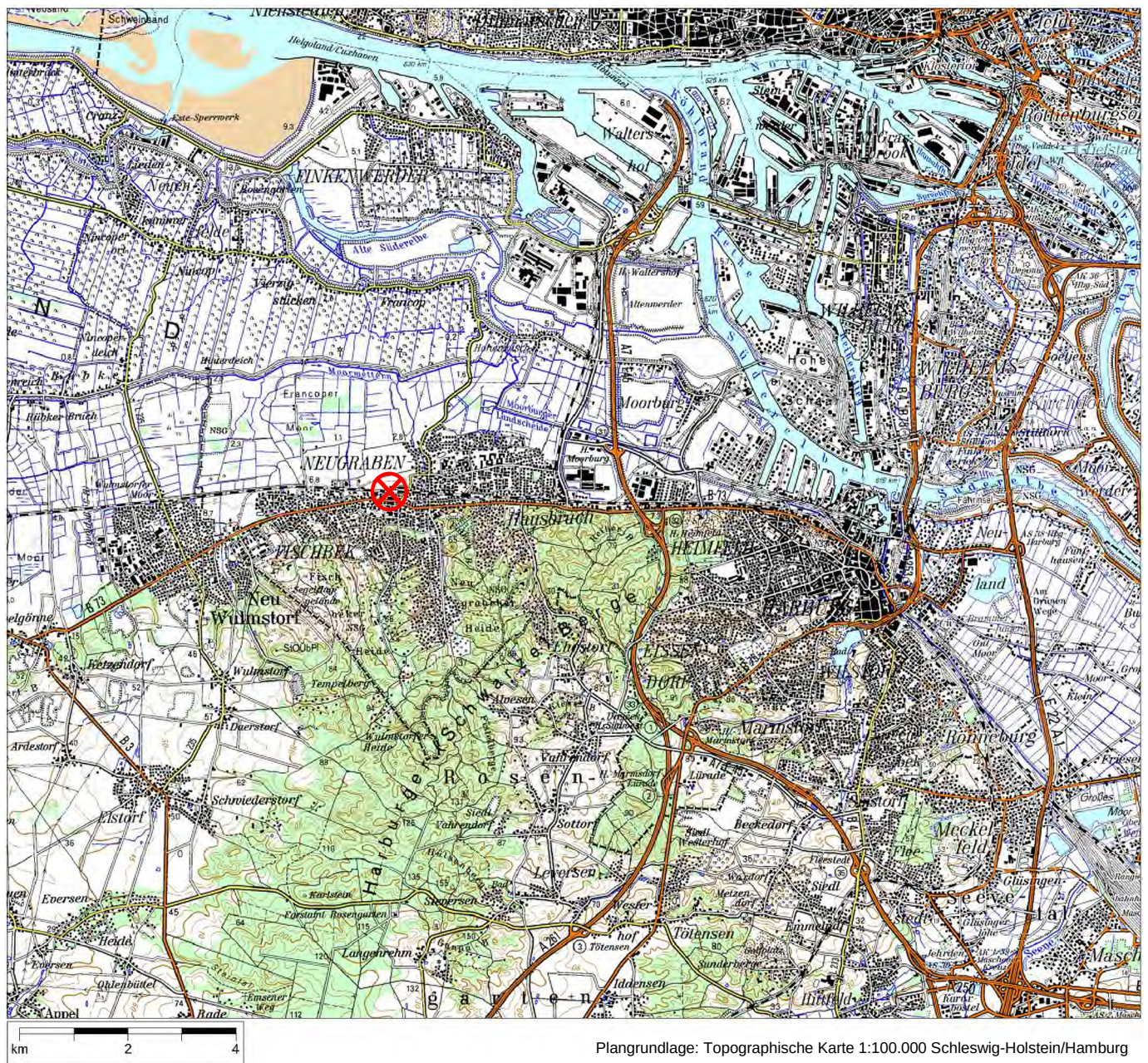


i. A. *T. Knauer*

M. Sc. T. Knauer

Anlage 1

Übersichtslageplan



Legende:

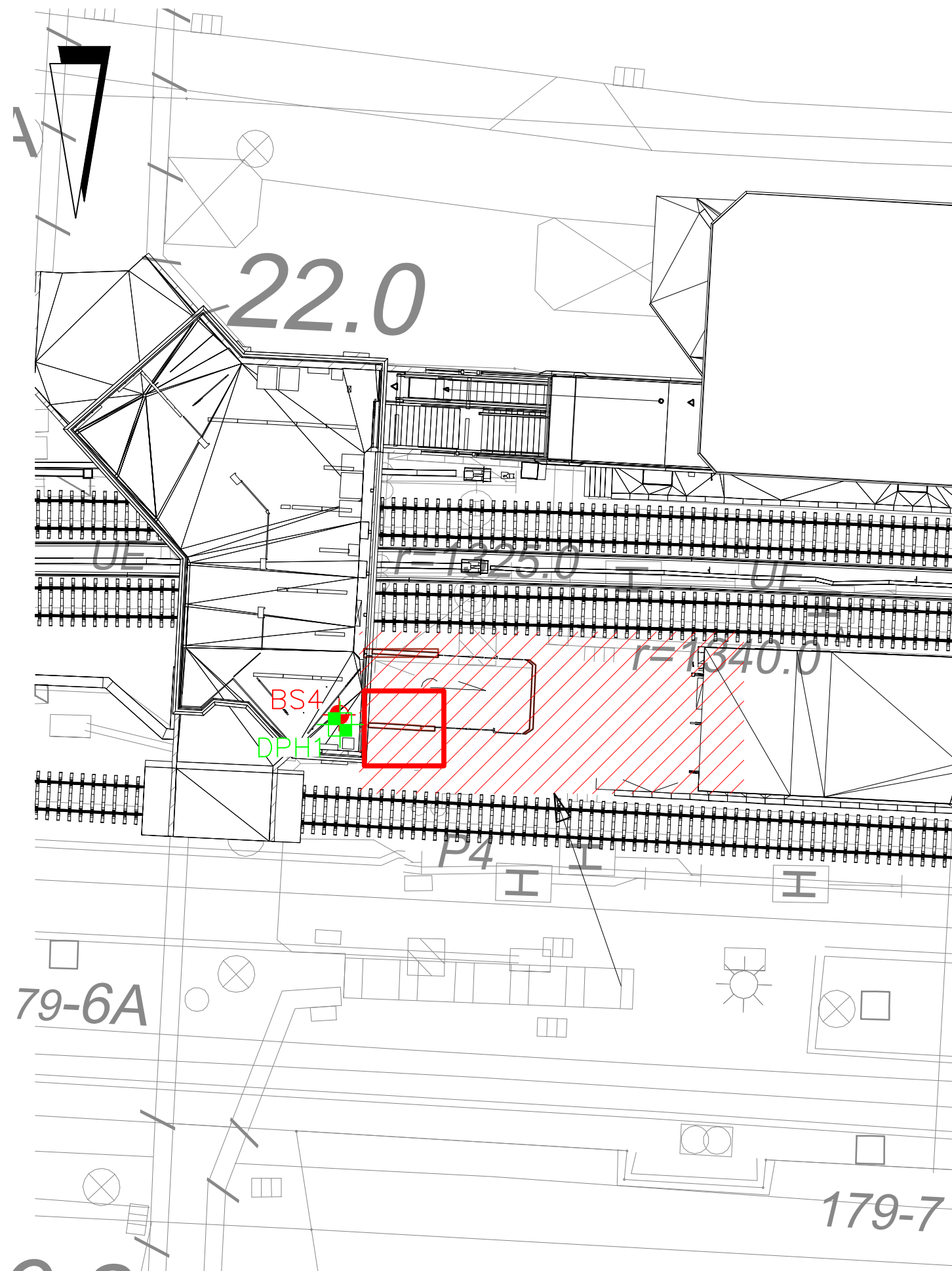


Untersuchungsgebiet

S-Bahnhof HH-Neu-Graben, Neubau Aufzug und Betonschalthäuser
Geotechnischer Bericht
Übersichtslageplan

Anlage 2

Lageplan der Untergrundaufschlüsse



Legende Baugrundaufschluss:

-  **BS** Kleinrammbohrung
-  **DPH** Schwere Rammsondierung
-  Neue Treppenanlage
-  Lage Aufzug

Plangrundlage: ZPP Ingenieure AG, Berlin, Vorabzug Lageplan, EP Betonschalthäuser, Plannr.: 8.1.6, 10.10.2022

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber



DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement Hamburg
Hachmannplatz 16
20099 Hamburg

Auftragnehmer



Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
D-22587 Hamburg
www.kup-geotechnik.de

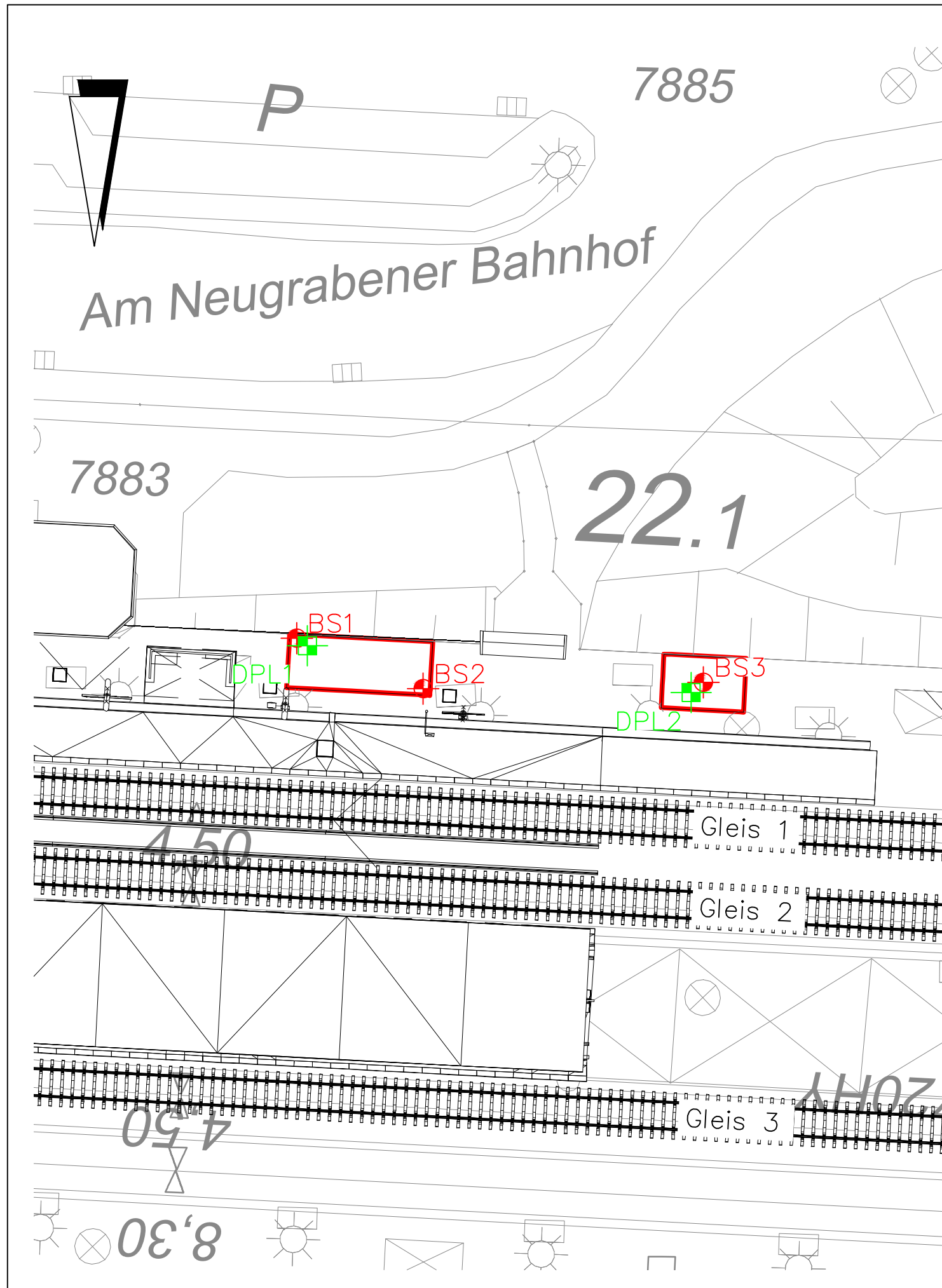
Projekt

S-Bahnhof HH-Neugraben, Neubau Aufzug und Betonschalthäuser
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Lageplan der Untergrundaufschlüsse - Aufzug

Az.	HH 575.2/22	Bearbeiter	fk / pb	Datum:	10.11.2022
Maßstab	1 : 250	Blattformat	420 x 297	Anlagen Nr.	2.1



Legende Baugrundaufschluss:

-  BS Kleinrammbohrung
-  DPL Leichte Rammsondierung
-  Geplante Betonschalthäuser

Plangrundlage: ZPP Ingenieure AG, Berlin, Vorabzug Lageplan, EP Betonschalthäuser, Plannr.: 8.1.6, 10.10.2022

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber



DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement Hamburg
Hachmannplatz 16
20099 Hamburg

Auftragnehmer



Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
D-22587 Hamburg
www.kup-geotechnik.de

Projekt

S-Bahnhof HH-Neugraben, Neubau Aufzug und Betonschalthäuser
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

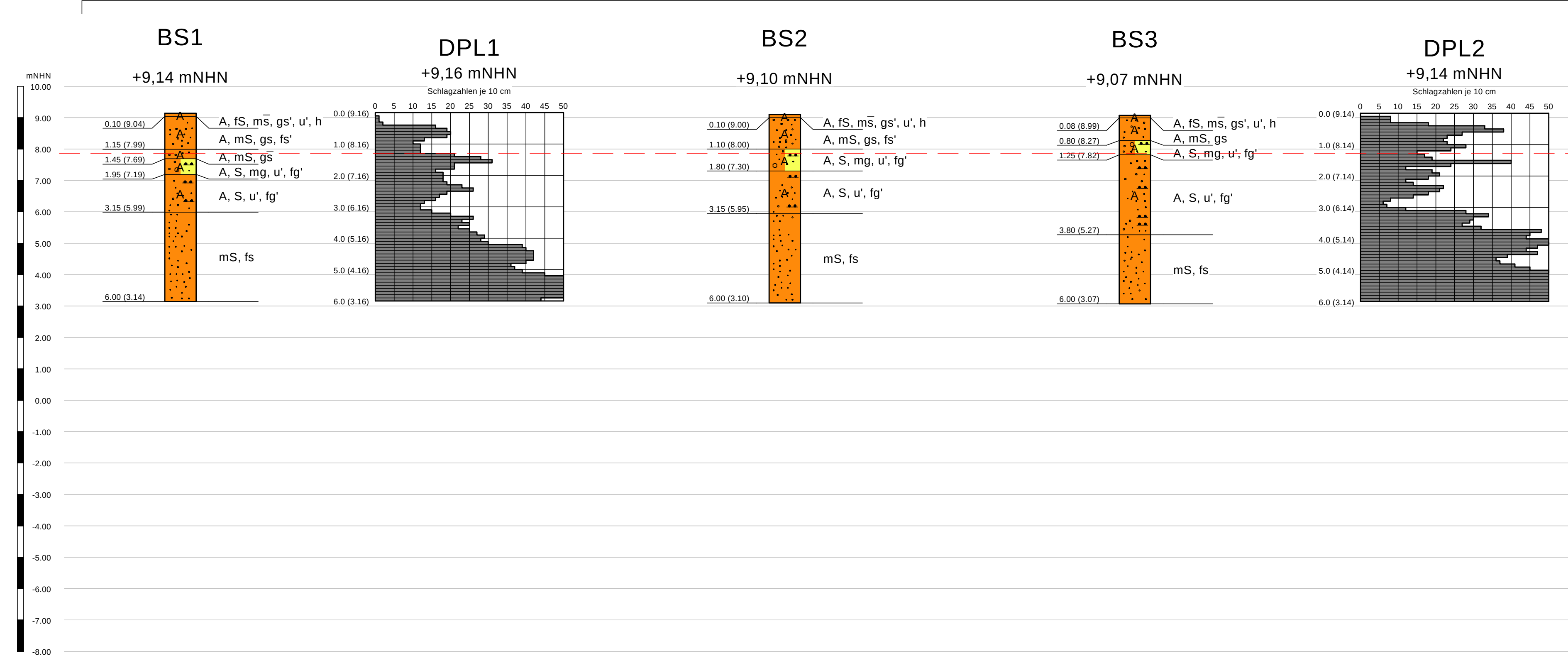
Lageplan der Untergrundaufschlüsse - Betonschalthäuser

Az.	HH 575.2/22	Bearbeiter	fk / pb	Datum:	19.10.2022
Maßstab	1 : 250	Blattformat	420 x 297	Anlagen Nr.	2.2

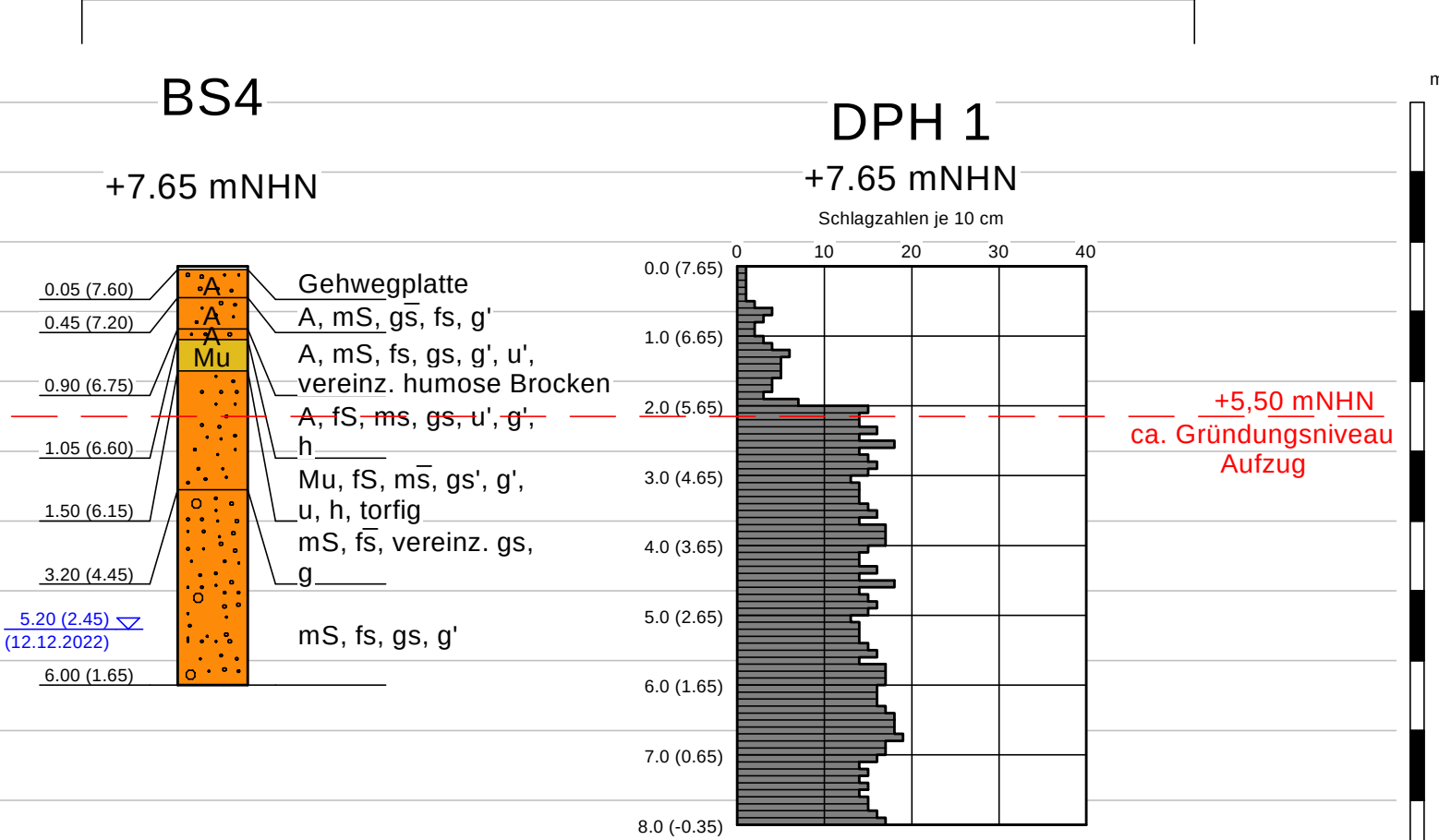
Anlage 3

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse

Betonschalthäuser



Aufzug



Bodenart

A	Auffüllung (A)		Geschiebeblehm (Lg)
Mu	Mutterboden (Mu)		Geschiebemergel (Mg)
	Torf/humos (H/h)		Klei (KI)
	Kies/kiesig (G/g)		Schlack (SL)
	Sand/sandig (S/s)		Asphalt / Bauschutt
	Schluff/schluffig (U/u)		
	Ton/tonig (T/t)		

Konsistenz

	klüftig
	fest
	halbfest - fest
	halbfest
	steif - halbfest
	steif
	weich - steif
	weich
	breiig - weich
	breiig
	naß

Wasserstände

	GW Ruhe
	GW Bohrende
	GW angebohrt
	GW versickert
	GW angestiegen

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber

DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement Hamburg
Hachmannplatz 16
20099 Hamburg

Auftragnehmer

Kempfert + Partner Geotechnik
Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
D-22587 Hamburg
www.kup-geotechnik.de

Projekt

S-Bahnhof HH-Neugraben, Neubau Aufzug und Betonschalthäuser
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Betonschalthäuser und Aufzug

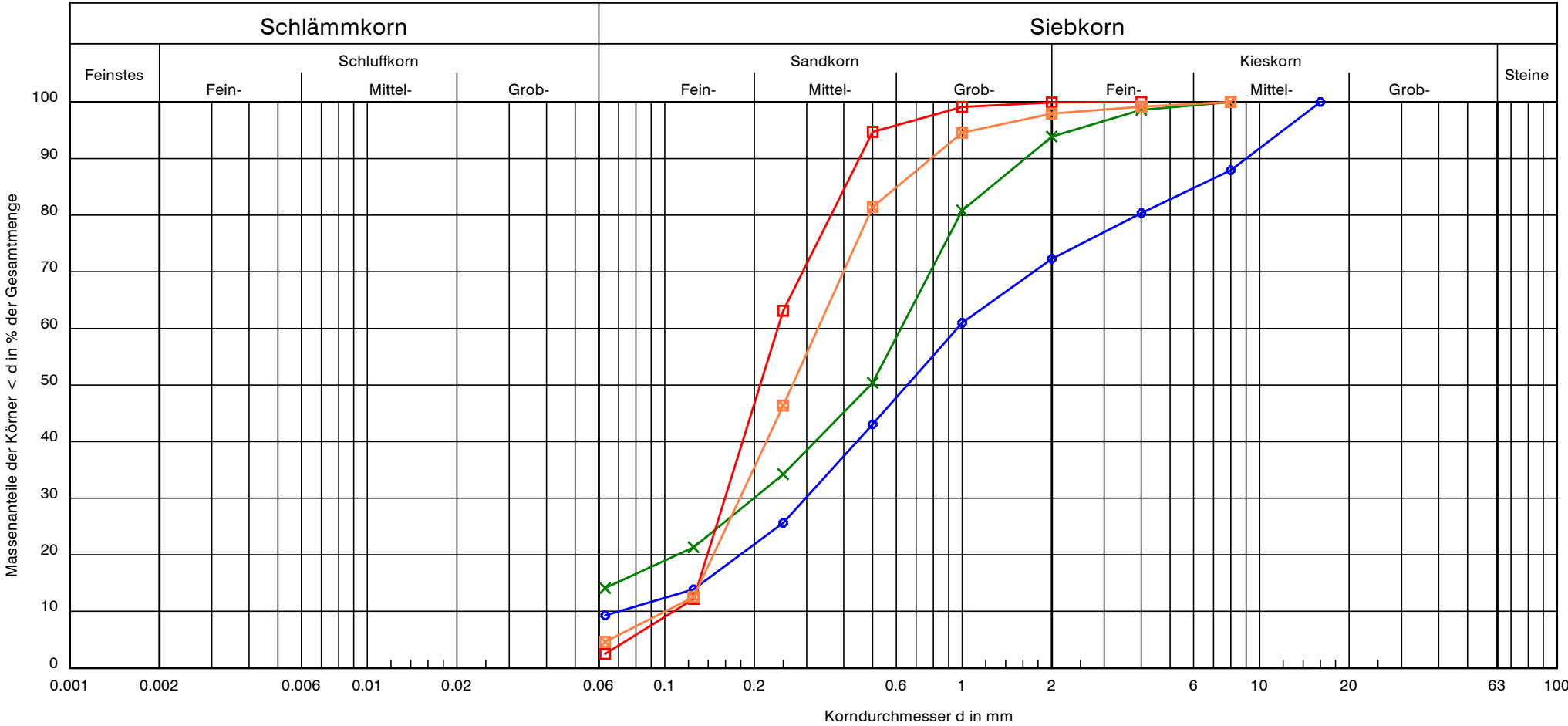
Az.	HH 575.2/22	Bearbeiter	fk / pb	Datum:	19.12.2022
Maßstab	1:100	Blattformat	960 x 297 mm	Anlagen Nr.	3

Anlage 4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Korngrößenverteilung
S-Bahn Neugraben
DIN EN ISO 17892-4

Projekt Nr.: HH 575.2/22
Datum: 04.11.2022
Bearbeiter: fk
Anlagen Nr.: 4.1 / Blatt 01



Signatur:				
Entnahmestelle:	BS2, UWP3	BS3, UWP4	BS4, UWP5	BS4, BP1
Tiefe:	+7,90 bis +7,20 mNHN	+7,75 bis +6,50 mNHN	+6,15 bis +5,15 mNHN	+4,45 bis +3,65 mNHN
Bodenart:	S, mg, u', fg'	S, u', fg'	fS, mS	mS, fs, gs'
Cu/Cc:	13.7/1.3	-/-	2.2/1.0	3.3/1.0
T/U/S/G [%]:	- /9.3/63.0/27.7	- /14.1/79.8/6.1	- /2.5/97.4/0.1	- /4.6/93.3/2.1

Bemerkungen:

Anlage 5

Ergebnisse der chemischen Analysen

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Kempfert Geotechnik GmbH
Beratende Ingenieure
Herr Kröckel



Hasenhöhe 128

22587 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2022P528449/ 1

Auftraggeber	Kempfert Geotechnik GmbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	09.11.2022
Projekt	BV S-Bahnhof HH-Neugraben
Material	Boden
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 260 g
Auftragsnummer	22520229
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	09.11.2022 - 18.11.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 18.11.2022



i. A. Dr. S. Braun
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P528449/ 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Ole Borchert,
Alexander Kleinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2022P528449/ 1
BV S-Bahnhof HH-Neugraben
Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)

Auftrag		22520229	
Probe-Nr.		001	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		MP1	
Probemenge		ca. 260 g	
Probeneingang		09.11.2022	
Zuordnung gemäß		Sand	
Trockenrückstand	Masse-%	94,3	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n.	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	3,6	Z0
Blei	mg/kg TM	3,1	Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10	Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	4,6	Z0
Kupfer	mg/kg TM	6,1	Z0
Nickel	mg/kg TM	6,5	Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30	Z0
Zink	mg/kg TM	14	Z0
TOC	Masse-% TM	<0,050	Z0
Eluat		---	---
pH-Wert		9,7	Z1.2
Leitfähigkeit	µS/cm	77	Z0
Chlorid	mg/L	<0,60	Z0
Sulfat	mg/L	<1,0	Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	1,4	Z0
Blei	µg/L	5,1	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0	Z0
Kupfer	µg/L	<1,0	Z0
Nickel	µg/L	<1,0	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0
Zink	µg/L	<10	Z0

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Prüfbericht-Nr.: 2022P528449/ 1
BV S-Bahnhof HH-Neugraben
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.) ^a 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Kempfert Geotechnik GmbH
Beratende Ingenieure

Hasenhöhe 128

22587 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2022P531220 / 1

Auftraggeber	Kempfert Geotechnik GmbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	16.12.2022
Projekt	BV S-Bahnhof HH-Neugraben
Material	Boden
Auftrag	HH 575.2/22
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 600 g
Auftragsnummer	22522400
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	16.12.2022 - 23.12.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 23.12.2022



i. A. L. Repenning

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P531220 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Ole Borchert,
Alexander Kleinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2022P531220 / 1
BV S-Bahnhof HH-Neugraben
Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)

Auftrag		22522400	
Probe-Nr.		001	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		MP 2	
Probemenge		ca. 600 g	
Probeneingang		16.12.2022	
Zuordnung gemäß		Sand	
Trockenrückstand	Masse-%	93,7	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n.	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	1,5	Z0
Blei	mg/kg TM	2,9	Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10	Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	3,2	Z0
Kupfer	mg/kg TM	2,5	Z0
Nickel	mg/kg TM	3,3	Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30	Z0
Zink	mg/kg TM	7,7	Z0
TOC	Masse-% TM	0,80	Z1 (Z0)
Eluat 10:1		---	---
pH-Wert		7,8	Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	70	Z0
Chlorid	mg/L	2,8	Z0
Sulfat	mg/L	3,1	Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	1,6	Z0
Blei	µg/L	1,6	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	1,8	Z0
Kupfer	µg/L	2,8	Z0
Nickel	µg/L	2,6	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0
Zink	µg/L	21	Z0

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Prüfbericht-Nr.: 2022P531220 / 1
BV S-Bahnhof HH-Neugraben
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.) ^a 5
Eluat 10:1			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

Anlage 6

Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten

Geotechnischer Bericht

Erforderliche Kennwerte für Homogenbereiche in Abhängigkeit der jeweiligen VOB Normen

Nr.	Kennwert / Parameter	DIN 18300, GK2,3 Erdarbeiten	DIN 18301 Bohrarbeiten	DIN 18304 Ramm-, Rüttel-, Pressarbeiten
1a	Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G *	X	X	X
1b	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern			
2a	Massenanteil an Steinen nach DIN EN ISO 14688-2 *	X	X	X
2b	Massenanteil Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2 *	X	X	X
2c	Massenanteil große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2 *	X	X	X
3	Mineralog. Zusammensetzung der Steine u. Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1	-	-	-
4	Wichte [kN/m ³], errechnet aus der Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	X	-	-
5	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 [%]	X	X	X
6	Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12 I _p [%]	X	X	X
7	Plastizität nach DIN EN ISO 14688-1	-	-	-
8	Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12 I _c [-]	X	X	X
9	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-	-	-
10	Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130-2 und DIN EN ISO 17892-11	-	-	-
11	Undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 und -8 [kN/m ²]	X	X	-
12	Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und -10 [kN/m ²]	-	X	-
13	Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	X	X	X
14	Sensitivität nach DIN 4094-4	-	-	-
15	Organischer Anteil nach DIN 18128 [%]	X	-	-
16	Benennung und Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1	-	-	-
17	Kalkgehalt nach DIN 18129	-	-	-
18	Sulfatgehalt (wasserlöslich) nach DIN EN 1997-2 [mg/kg]	-	-	-
19	Abrasivität nach NF P18-579	-	X	-
20	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	X	X	X
21	Bodengruppe nach DIN 18196	X	X	X

* Erfahrungswert

Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten

Nr.	Kennwert / Parameter	Bodenschicht	Bodenschicht	Bodenschicht
		S1	S2	S3
	ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, sandig	Mutterboden	Sand, mitteldicht
1a	Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G *	0-10 / 0-20 / 50-90 / 0-30	0-15 / 0-50 / 50-95 / 0-10	- / 0-5 / 85-100 / 0-10
1b	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	k.A.	k.A.	k.A.
2a	Massenanteil an Steinen nach DIN EN ISO 14688-2 *	gering-mittel	gering	gering-mittel
2b	Massenanteil Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2 *	gering	gering	gering
2c	Massenanteil große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2*	gering	gering	gering
3	Mineralog. Zusammensetzung der Steine u. Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1	k.A.	k.A.	k.A.
4	Wichte [kN/m ³], errechnet aus der Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	16 - 18	15-17	18 - 20
5	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 [%]	k.A.	k.A.	k.A.
6	Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12 I _p [%]	k.A.	k.A.	k.A.
7	Plastizität nach DIN EN ISO 14688-1	k.A.	k.A.	k.A.
8	Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12 I _c [-]	k.A.	k.A.	k.A.
9	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	k.A.	k.A.	k.A.
10	Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130-2 und DIN EN ISO 17892-11	k.A.	k.A.	k.A.
11	Undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 und -8 [kN/m ²]	k.A.	k.A.	k.A.
12	Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und -10 [kN/m ²]	k.A.	k.A.	k.A.
13	Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	locker	locker	mitteldicht
14	Sensitivität nach DIN 4094-4	k.A.	k.A.	k.A.
15	Organischer Anteil nach DIN 18128 [%]	0 - 2	3-10	0 - 2
16	Benennung und Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1	k.A.	k.A.	k.A.
17	Kalkgehalt nach DIN 18129	k.A.	k.A.	k.A.
18	Sulfatgehalt (wasserlöslich) nach DIN EN 1997-2 [mg/kg]	k.A.	k.A.	k.A.
19	Abrasivität nach NF P18-579	abrasiv bis stark abrasiv	k.A.	abrasiv bis stark abrasiv
20	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	F1 - F2	F1 - F3	F1 - F2
21	Bodengruppe nach DIN 18196	SI	Mu [OH, SE]	SE

k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert

* Erfahrungswert

Anlage 7

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes
zentrisch belasteter Streifen- und Einzelfundamente

Zulässige Sohlwiderstände zentrisch belasteter quadratischer Einzelfundamente für vereinfachte Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Charakteristische geotechnische Kenngrößen:

Wichte über UK Fundament	$\gamma_1 =$	19	[kN/m ³]
Wichte unter UK Fundament	$\gamma_2 =$	19	[kN/m ³]
Reibungswinkel	$\varphi_k =$	35	[°]
Kohäsion	$c_k =$	0	[kN/m ²]

Randbedingungen:

1. quadratisches Einzelfundament
2. zentrische Belastung
3. ebenes Gelände
4. keine Sohlneigung

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes (Bodenpressung) $\sigma_{R,d}$ in kN/m²

Nachweis: $\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$

Einbindetiefe	Seitenlänge [m]							
[m]	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
1,25	953	975	996	1017	1039	1060	1082	972
1,50	1131	1152	1174	1195	1217	1179	1058	972
1,75	1309	1330	1351	1373	1329	1179	1058	972
2,00	1486	1508	1529	1551	1344	1179	1058	972
2,25	1664	1685	1707	1565	1344	1179	1058	972
2,50	1842	1863	1859	1565	1344	1179	1058	972

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden

Zulässige Sohlwiderstände zentrisch belasteter Streifenfundamente für vereinfachte Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Charakteristische geotechnische Kenngrößen:

Wichte über UK Fundament	$\gamma_1 =$	19	[kN/m ³]
Wichte unter UK Fundament	$\gamma_2 =$	19	[kN/m ³]
Reibungswinkel	$\varphi_k =$	35	[°]
Kohäsion	$c_k =$	0	[kN/m ²]

Randbedingungen:

1. Streifenfundament
2. zentrische Belastung
3. ebenes Gelände
4. keine Sohlneigung

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes (Bodenpressung) $\sigma_{R,d}$ in kN/m²

Nachweis: $\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$

Einbindetiefe [m]	Fundamentbreite [m]			
	0,20	0,30	0,40	0,50
1,25	614	644	674	704
1,50	724	754	784	772
1,75	835	865	865	772
2,00	946	976	865	772
2,25	1056	1086	865	772
2,50	1167	1086	865	772

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden