



Geotechnischer Untersuchungsbericht

Bauvorhaben: Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow –
Pankower Tor – **Hauptfläche** –
Berliner Straße bis Prenzlauer Promenade
13187 Berlin

Auftraggeber: Krieger Handel SE
Am Rondell 1
12539 Schönefeld

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Uwe Reimer

Datum: 5. Mai 2023

Textseiten: 30
Anlagen: 6
Bearbeitungsnummer: 2282

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	Vorgang	1
2	Unterlagen	1
3	Geologie und Hydrogeologie.....	3
4	Topografie	3
5	Planerische Grundlagen und Randbedingungen	4
5.1	Erdbebenzone	4
5.2	Einordnung in die Geotechnische Kategorie.....	4
6	Altlastensituation.....	4
7	Beschreibung des Bauvorhabens	5
8	Ausgeführte Untersuchungen.....	5
8.1	Feldarbeiten	5
8.1.1	Aufschlussarbeiten	5
8.1.2	Vermessungsarbeiten.....	8
8.1.3	Kampfmittelerkundung	8
8.2	Laboruntersuchungen	9
8.2.1	Bodenmechanische Untersuchungen.....	9
8.2.2	Orientierende umwelttechnische Untersuchungen des Bodens.....	9
8.2.3	Untersuchungen an Grundwasserproben.....	10
9	Ergebnisse der Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen.....	10
9.1	Schichtenbeschreibung.....	10
9.1.1	Allgemeines.....	10
9.1.2	Auffüllungen	11
9.1.3	Sande	11
9.1.4	Geschiebelehm / -mergel.....	12
9.1.5	Beckensedimente / Weichschichten	13
9.2	Grundwasserverhältnisse.....	13
9.2.1	Grundwasserstände.....	13
9.2.2	Höchster zu erwartenden Grundwasserstand (zeHGW).....	15
9.2.3	Bemessungswasserstand.....	15
9.2.4	Versickerung von Niederschlagswasser.....	15
9.2.5	Betonaggressivität des Grundwassers	16
10	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche.....	16
10.1	Bodengruppen und charakteristische Bodenkennwerte	16
10.2	Homogenbereiche.....	18
11	Baugrundmodell	19

12	Bautechnische Hinweise zu Baugrund und Gründung.....	20
12.1	Vorbemerkungen	20
12.2	Hinweise zum Erdbau	20
12.2.1	Ausschachtungswinkel.....	20
12.2.2	Herstellen von Baugrubensohlen.....	21
12.2.3	Hinterfüllung von Bauteilen.....	22
12.2.4	Baugrubenerstellung.....	22
12.2.5	Herstellung von Leitungsgräben	23
12.2.6	Verfüllung der Leitungsgräben	24
13	Gründung der Gebäude.....	24
13.1	Gründungsart und Gründungstiefe	24
13.2	Lage der Gründungssohle von Bauteilen	25
13.3	Qualitative Bewertung möglicher Setzungen.....	25
13.4	Gründung über Streifen- oder Einzelfundamente	25
13.5	Plattengründung.....	26
13.6	Abdichtung der Bauwerke.....	26
14	Hinweise zu erforderlichen Grundwasserhaltungen	26
15	Hinweise zur Qualitätssicherung	27
15.1	Prüfung der Dichtigkeit von Baugrubentrögen	27
15.2	Grundwasserförderung	28
16	Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen.....	28
16.1	Frosteinwirkungszone	28
16.2	Beurteilung der Frostempfindlichkeit	28
16.3	Belastungsklasse.....	28
16.4	Dicke des frostsicheren Aufbaus.....	29
17	Weitere Hinweise und Empfehlungen	29

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 12.500**
- Anlage 2: Lage- und Aufschlussplan Maßstab 1 : 2.500**
- Anlage 3: Schichtenverzeichnisse nach DIN 4023**
Anlage 3.1: Schichtenverzeichnisse Aufschlüsse BFM 2022
Anlage 3.2: Schichtenverzeichnisse Aufschlüsse BFM 2023
Anlage 3.3: Schichtenverzeichnisse CDM Smith [1]
- Anlage 4: Bohrprofilдарstellungen und Drucksondierungsdiagramme**
Anlage 4.1: Bohrprofilдарstellungen BFM 2022
Anlage 4.2: Bohrprofilдарstellungen BFM 2023
Anlage 4.3: Bohrprofilдарstellungen CDM Smith 2018 [1]
Anlage 4.4: Bohrprofilдарstellungen Altaufschlüsse [9]
Anlage 4.5: Drucksondierungsdiagramme CDM Smith 2018 [1]
- Anlage 5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**
Anlage 5.1: Ergebnisse BFM 2022
Anlage 5.2: Ergebnisse BFM 2023
Anlage 5.3: Zusammenstellung der Ergebnisse der bodenmechanischen
 Laboruntersuchungen (BFM 2022+2023)
Anlage 5.4: Ergebnisse CDM Smith 2018 [1]
- Anlage 6: Freigabeprotokolle der kampfmitteltechnischen Messungen**

1 Vorgang

Auf der Fläche des ehemaligen Rangier- und Güterbahnhofs Berlin-Pankow zwischen dem S-Bahnhof Pankow und dem S-Bahnhof Pankow-Heinersdorf (Hauptfläche) sowie südwestlich des S-Bahnhofs Pankow (Westfläche) plant die Krieger Projektentwicklung GmbH die Entwicklung des Quartiers „Pankower Tor“. Dabei sollen auf der Fläche u. a. ein Möbelhaus, eine Grundschule, Mehrfamilienhäuser mit etwa 2000 Wohnungen, Parkanlagen und Gemeinschaftsflächen entstehen.

Im Zuge der Erkundung der Baugrund- und insbesondere der Altlastensituation auf diesem Grundstück wurden im Zeitraum von 1995 bis 2018 bereits zahlreiche Untersuchungen durchgeführt.

Die Baugrundinstitut Franke-Meißner Berlin-Brandenburg GmbH (BFM) wurde durch die Krieger Handel SE Schönefeld mit der Erstellung einer die Datengrundlage erweiternden sowie zusammenfassenden Geotechnischen Untersuchungsberichts für die Hauptfläche beauftragt.

Der mit dieser Unterlage vorliegende Geotechnische Untersuchungsbericht beschreibt die Erkundungsergebnisse der Untersuchungen im Bereich der Hauptfläche von 2018 [1] und der ergänzenden Aufschlussarbeiten von 2022 und 2023, bewertet diese Unterlagen und gibt Hinweise, Empfehlungen und Festlegungen für die künftige Bebauung des Geländes.

Die bereits aus vorangegangenen Untersuchungen vorliegenden sowie die an den entnommenen Bodenproben der ergänzenden Erkundungskampagnen durchgeführten umwelttechnischen Laboruntersuchungen und deren Beurteilung sind indes Inhalt eines durch uns im März 2023 erstellten separaten Umwelttechnischen Gutachtens auf das hier verwiesen werden soll.

2 Unterlagen

- [1] Masterplan zur Bebauung Pankower Tor, Maßstab 1:1.000. Nöfer Gesellschaft von Architekten mbH, Berlin am 05.09.2022, aktualisiert mit Stand vom 07.11.2022.
- [2] Auskünfte zu auf dem Gelände vorhandenen Bestandsleitungen, Stand 26.03.2019, übermittelt durch die Bauherrin am 08.09.2022.
- [3] Ergebnisbericht zur orientierenden Erkundung der Baugrund- und Altlastensituation, CDM Smith Consult GmbH, 09.04.2019
- [4] Auswertung von umwelttechnischen Altunterlagen – Ableitung des weiteren Untersuchungsbedarfs, Pankower Tor, Baugrundinstitut Franke-Meißner Berlin-Brandenburg GmbH, Berlin, 14.11.2022.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

- [5] Umwelttechnischer Untersuchungsbericht, Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor, Berliner Straße bis Prenzlauer Promenade, 13187 Berlin, Baugrundinstitut Franke-Meißner Berlin-Brandenburg GmbH, 03.05.2023.
- [6] FIS-Broker, Kartenanzeige Grundwassergleichen 2020 (Geologischer Atlas), Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, Zugriff: 25.01.2023.
- [7] FIS-Broker, Wasserschutzgebiete 2009, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, Zugriff: 11.05.2022.
- [8] FIS-Broker, Kartenanzeige Geologische Karte 1:25.000, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, Zugriff: 25.01.2023.
- [9] FIS-Broker, Kartenanzeige Geologische Bohrdaten, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, Zugriff: 22.02.2023.
- [10] FIS-Broker, Kartenanzeige Zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHGW), Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, Zugriff: 22.02.2023
- [11] 2019 Google LLC, Google Earth Pro (7.3.2.5776). Stand: 31.05.2021.
- [12] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung [Hrsg.] (2005): Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in Berlin (Berliner Liste 2005) AB1. Nr. 35 / 22.07.2005, S. 2683–2692.
- [13] DIN EN 1998-1/A1:2013-05 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau, Normenausschuss im Bauwesen (NA-Bau) im DIN – Mai 2013, Berlin.
- [14] ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, 2017.
- [15] ZTV A-StB 97, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, FGSV, 1997, Fassung 2006.
- [16] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12), Ausgabe 2012.
- [17] Borchert, K.-M. & Große, A. (2016): Veränderung der Boden- und Felsklassen in der VOB, Teil C (2015). Geotechnik 39, Heft 3, S. 195–204.
- [18] Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – April 2005; Stand: korrigierte Fassung März 2006.
- [19] EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben. Hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Ernst & Sohn, 6. Aufl., 296 S., Berlin 2021.

3 Geologie und Hydrogeologie

Großräumig betrachtet, liegt das Grundstück auf der Barnim-Hochfläche, einer weichselkaltzeitlichen Geschiebemergel-Hochfläche. In die Hochfläche hat sich im Zuge der abtauenden Gletscher der letzten großen Vereisung (Weichselkaltzeit) das heutige Panketal eingeschnitten, welches mit Schmelzwassersedimenten gefüllt ist und in dem als oberste Schicht überwiegend sogenannte Talsande anstehen. Am südwestlichen Rand der Hauptfläche des Pankower Tors erfolgt der Übergang zum Geschiebekomplex der Barnim-Hochfläche, welcher ebenso als Hauptbodenart die Westfläche des Pankower Tors prägt.

Die weichselkaltzeitlichen Böden werden im Liegenden von saalekaltzeitlichen Sedimenten unterlagert.

Auf der Hauptfläche wurden im Rahmen der Erkundungen im Jahr 2018 [1] Grundwasserstände zwischen 43,4 m ü. NHN im Südwesten und 44,8 m ü. NHN im Nordosten gemessen; das entspricht in Abhängigkeit von der ausgeprägten Oberflächenmorphologie Grundwasserflurabständen zwischen 0,65 und 5,80 m. Die Grundwasserfließrichtung ist Westen.

4 Topografie

Die Hauptfläche zwischen der Berliner Straße und der Prenzlauer Promenade erstreckt sich entlang der von Südwest nach Nordost verlaufenden Bahntrasse zwischen dem U-Bf. Pankow und dem S-Bf. Pankow-Heinersdorf und wird im Südosten von der Granitzstraße begrenzt. Die Fläche ist etwa 150 m lang; die Breite beträgt zwischen etwa 100 m im Südwesten und etwa 300 m im Nordosten.

In weiten Bereichen ist die Fläche des ehemaligen Güterbahnhofs nutzungsbedingt eben bzw. flachwellig; die Geländehöhen betragen zwischen 45 m ü. NHN und 46 m ü. NHN, wobei im Südwesten, bedingt durch die Anrampung des Geländes zum Brückenbauwerk über die Berliner Straße das Gelände bis auf ca. 49,5 m ü. NHN ansteigt.

Die Fläche weist zwischenzeitlich einen lockeren Ruderalbewuchs mit Rasenflächen und vereinzeltem Buschwerk auf; randlich zur Granitzstraße stehen auch größere Bäume.

Über die Fläche verteilt sind einzelne Bodenhauferke mit mineralischen Fremdbestandteilen vorhanden (siehe hierzu Darstellung auf dem Lage- und Aufschlussplan Anlage 2); selten sind Reste der ehemaligen Bahnanlagen (Mastfundamente u. ä.) anzutreffen.

Im südwestlichsten Bereich, am Fuß der Lärmschutzwand zur Bahntrasse, ist ein betonbefestigter Fahrweg vorhanden.

5 Planerische Grundlagen und Randbedingungen

5.1 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998-1/A1:2013-05 [13] befindet sich das Baufeld nicht in einer Erdbebenzone, sodass beim Entwurf des Bauwerkes keine Bemessung auf Sicherheit gegen Erdbeben erforderlich ist.

5.2 Einordnung in die Geotechnische Kategorie

Abhängig von Art und Weise der geplanten Bebauung, wird diese nach DIN 1054:2021-04 bzw. DIN EN 1997-1: 2014-03 mindestens der Geotechnischen Kategorie GK 2 zuzuordnen sein; im Falle von umfangreichen Unterkellerungen oder der Herstellung von Bauwerken im Spezialtiefbau (wasserdichte Baugrube, Verankerungen, Bohrpfähle) folgt die Einordnung in die GK 3.

6 Altlastensituation

Das Grundstück wurde mehr als 100 Jahre lang durch unterschiedliche Eisenbahnbetriebe genutzt. Die ca. 26 ha große Hauptfläche zwischen der Berliner Straße und der Prenzlauer Promenade war Teil des ehemaligen Rangier- und Güterbahnhofs Pankow, der 1997 stillgelegt wurde. Die Gleise und weitere Bahnanlagen sind bis 2007 zurückgebaut bzw. entfernt worden, so dass das Grundstück seitdem brach liegt.

Der Boden und das Grundwasser können nutzungsspezifisch durch folgende Stoffe und Handlungen mit Schadstoffen belastet sein:

- Schmiermittel,
- Betriebsstoffe (Tropfverluste, unsachgemäße Lagerung, Handhabungsverluste, u. ä.),
- Havarien mit unterschiedlichsten Schadstoffen,
- Abrieb aus dem Rad-Schiene-System (Metalle, Bremsstäube),
- Ladungsverluste aus Güterwagen.

Darüber hinaus sind, unabhängig von der Nutzung, Kontaminationen der oberflächennahen aufgefüllten Böden möglich.

Es sind Belastungen vor allem durch Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Schwermetalle, Arsen und Herbizide zu erwarten. Darüber hinaus sind lokal Belastungen durch leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) und Phenole möglich.

Eine umfangreiche Auflistung und Darstellung der auf dem Projektgebiet vorhandenen Kontaminationen und Bodenverunreinigungen enthält unsere Unterlage zur Auswertung von umwelttechnischen Altunterlagen [4] vom 14.11.2022. Weiterhin wurde durch unser Büro ein aktueller umwelttechnischer Untersuchungsbericht erarbeitet, welcher die jüngsten umwelttechnischen Erkenntnisse zusammenfasst [5].

7 Beschreibung des Bauvorhabens

Die nachfolgenden Angaben zur geplanten Bebauung wurde im Wesentlichen dem durch Nöfer Gesellschaft für Architekten erstellten Masterplan bzw. dessen Beschreibung entnommen.

Auf dem über 2 km langen Areal der Hauptfläche soll ein modernes Stadtquartier mit ca. 2.000 Wohnungen und einer breiten Mischnutzung entstehen. Am S-Bahnhof Pankow entstehen Wohn- und Geschäftshäuser mit einer Ladenzeile im Erdgeschoss und modernen Wohnungen sowie Microapartments in den Obergeschossen. Entlang der Granitzstraße ist eine Blockrandbebauung mit 5–7-geschossigen Wohngebäuden geplant, die die dahinter liegenden Wohnbereiche vom Straßenlärm abschotten.

Parallel zur Fernbahntrasse und der geplanten Radschnellverbindung „Panke-Trail“ entstehen zwei Landschaftsparks. Am nordöstlichen Ende des neuen Wohngebietes, an der Prenzlauer Promenade, sind ein Möbelfachmarkt sowie zwei Hochhäuser geplant. Die Dachlandschaft der 5–7-geschossigen Häuser wird intensiv für Dachterrassen und Gärten mit ökologischem Wert genutzt.

Das geplante Wohngebiet soll u. a. durch eine neue Straßenbahntrasse erschlossen werden.

Für das neue Wohngebiet ist eine anspruchsvolle Regenwasserbewirtschaftung geplant. So sollen neben Retentionsdächern und Parkanlagen Rückhalte- und Versickeranlagen geplant werden, um das Regenwasser möglichst vollständig auf der Fläche zu versickern.

Angaben zur höhenmäßigen Einordnung der auf der Fläche zu errichtenden Gebäude und baulichen Anlagen liegen derzeit noch nicht vor; diese Einordnung wird u. a. in enger Abhängigkeit vom Regenwasserbewirtschaftungskonzept erfolgen müssen.

8 Ausgeführte Untersuchungen

8.1 Feldarbeiten

8.1.1 Aufschlussarbeiten

Für die Erkundung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse wurden als Bestandteil einer früheren Untersuchungskampagne durch das Ingenieurbüros CDM Smith (2018) [3] auf der Hauptfläche bereits 35 Bohrsondierungen abgeteuft und 36 Drucksondierungen ausgeführt. Dabei wurden auch drei temporäre Grundwassermessstellen errichtet.

Da diese Untersuchungen jedoch für die Festlegung behördlich gewünschter eindeutiger Bemessungswasserstände auf dem Baufeld keine ausreichende Datenbasis darstellten, erfolgte im November/Dezember 2022 die Ausführung von 25 ergänzenden Aufschlüssen mittels Hohlbohrschnecke (BS, Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1:2022-02). Die Aufschlüsse dienten zunächst der Verdichtung des vorliegenden Aufschlussrasters und somit einem weiteren Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Baugrund-, Gründungs- und hydrologischen Verhältnisse.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Die Aufschlusstiefe wurde in Abhängigkeit von den zu erwartenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen zunächst mit 10 m Teufe festgelegt.

Nur selten konnten die Aufschlüsse bis zur Solltiefe von 10 m abgeteuft werden. Aufgrund der Auslastung des Bohrgeräts und dem damit verbundenen ausbleibendem Bohrfortschritt, wurde die überwiegende Anzahl der Bohrsondierungen zwischen 5,6 und 9,0 m unter GOK im halbfesten bis festen Geschiebemergel abgebrochen.

Im Zuge weiterführender umwelttechnischer Untersuchungen bzw. zur Eingrenzung von aus Altunterlagen zu vermutenden Altlastenverdachtsflächen wurden im Februar und März 2023 weitere Aufschlüsse mit einer Tiefe von 5 m abgeteuft. Die Aufschlüsse der zweiten Phase wurden hauptsächlich in den Altlastenverdachtsbereichen verortet. Zusätzlich wurden im Rahmen des Regenwasserbewirtschaftungsgrobkonzeptes die Bohrungen BS-13/23 bis BS-18/23 zur Untersuchung der Versickerungsfähigkeit und Bodenbelastungen in den Versickerungsbereichen in den Grünflächen ausgeführt. Die Lage dieser Aufschlüsse wurden durch das Büro Landschaft planen + bauen Berlin GmbH festgelegt.

Nachfolgende Tabelle enthält die Daten der 2022 und 2023 ausgeführten Bohrsondierungen.

Bezeichnung		Rechtswert (X)	Hochwert (Y)	GOK [m ü. NHN]	Endtiefe [m]
<i>Kampagne 2022</i>					
BS/GWM-01	/22	26637.8	27670.2	46,30	10,00
BS-02	/22	26574.2	27599.2	46,00	8,00
BS-03	/22	26661.0	27559.6	46,70	8,00
BS/GWM-04	/22	26611.8	27498.7	47,30	8,00
BS-05	/22	26483.5	27472.5	45,50	9,00
BS-06	/22	26599.3	27441.0	47,20	1,20
BS/GWM-07	/22	26331.9	27415.8	45,50	6,00
BS/GWM-08	/22	26560.7	27378.2	47,30	9,00
BS-09	/22	26436.5	27343.0	45,70	8,00
BS-10	/22	26232.2	27317.1	45,60	8,00
BS-11	/22	26349.2	27286.2	45,50	5,00
BS/GWM-12	/22	26132.6	27240.1	45,50	7,00
BS/GWM-13	/22	26279.9	27214.4	45,50	7,00
BS-14	/22	26107.0	27151.7	45,80	5,00
BS-15	/22	26238.3	27135.4	45,50	6,00
BS-16	/22	26031.7	27072.3	46,00	6,00
BS/GWM-17	/22	26127.6	27049.5	46,00	6,00
BS-18	/22	25927.7	26994.8	45,80	6,00
BS-19	/22	26026.0	26987.1	46,50	6,00
BS-20	/22	25904.8	26934.8	46,60	7,20
BS-21	/22	25807.4	26922.6	45,80	8,00
BS/GWM-22	/22	25828.2	26866.3	46,80	9,00
BS-23	/22	25746.2	26798.1	47,50	9,00
BS/GWM-24	/22	25682.7	26742.4	48,40	9,00
BS-25	/22	25602.0	26681.6	49,10	9,00

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Bezeichnung		Rechtswert (X)	Hochwert (Y)	GOK [m ü. NHN]	Endtiefe [m]
<i>Kampagne 2023</i>					
B-13	/23	25586.9	26662.2	49,60	8,00
B-14	/23	25963.5	27039.4	45,90	5,00
B-15	/23	26025.4	27080.5	45,80	5,00
B-16	/23	26049.2	27036.1	46,20	5,00
B-17	/23	26224.3	27159.5	45,50	5,00
B-18	/23	26313.1	27373.0	45,50	5,00

Die Beprobung des Bodens erfolgte schichtenweise, mindestens aber jeden Meter, in Kunststoffbehälter. Die aus den Bohrsondierungen entnommenen Bodenproben entsprechen der Entnahmekategorie C bzw. den Merkmalen der Güteklasse 5 nach DIN EN ISO 22475-1:2022-02. Das Bohrgut wurde durch den Bohrmeister/Geräteleiter nach DIN EN ISO 14688-1:2020-11 aufgenommen und beprobt. Die durchgeführte Bodenansprache wurde durch den Gutachter an den übergebenen Proben überprüft und ergänzt.

Schichtenverzeichnisse und Bohrprofilardarstellungen sind in den Anlagen 3 und 4 enthalten. Auf den Bohrprofilardarstellungen sind die ermittelten Geländehöhen der Ansatzpunkte angegeben.

In Abstimmung mit der Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK), Abteilung Integrativer Umweltschutz (II), Regenwassermanagement (II B 26), wurden zehn der abgeteufte Bohrsondierungen zu Grundwassermessstellen (DN 50) ausgebaut und mit automatischen Datenloggern versehen. Über diese erfolgt die stündliche Auslesung und Übermittlung der Grundwasserstände an BFM. Im Ergebnis des mit einer Dauer von einem Jahr vorgesehenen Grundwassermonitorings soll seitens der Behörde die Festlegung eines Bemessungswasserstandes erfolgen, der fundamentaler Bestandteil der weiteren Planungen hinsichtlich der Regenwasserbewirtschaftung wird.

Nachfolgende Tabelle enthält die Daten zu den ausgebauten Grundwassermessstellen.

Tabelle 8-1: Daten zu den ausgebauten Grundwassermessstellen.

Bezeichnung	Rechtswert (X)	Hochwert (Y)	Geländehöhe DHHN92 (m ü. NHN)	ROK	Bohrlänge [m]	Filter m u. GOK	
						von	bis
BS/GWM-01 /22	26637.8	27670.2	46,30	47,20	10,00	2,00	5,00
BS/GWM-04 /22	26611.8	27498.7	47,30	48,40	8,00	2,00	6,00
BS/GWM-07 /22	26331.9	27415.5	45,40	45,90	6,00	0,50	2,50
BS/GWM-08 /22	26560.7	27378.2	47,30	48,60	9,00	1,80	7,80
BS/GWM-12 /22	26132.6	27240.1	45,53	46,10	7,00	0,50	2,50
BS/GWM-13 /22	26279.9	27214.4	45,50	46,60	7,00	1,00	2,00
BS/GWM-17 /22	26127.6	27049.5	46,00	47,00	6,00	2,00	3,00
BS/GWM-22 /22	25828.2	26866.3	47,50	47,90	9,00	3,00	5,00
BS/GWM-24 /22	25682.7	26742.4	48,40	49,60	9,00	4,80	6,80
RKS/GWM-26 /18	26483.3	27524.1	45,74	46,00	4,00	2,80	3,80

Die Grundwassermessstellen wurden möglichst gleichmäßig über die Fläche verteilt angeordnet; die Lage ist aus dem Lage- und Aufschlussplan (Anlage 2) ersichtlich.

Die Ausführung der Aufschlussarbeiten und der Ausbau ausgewählter Aufschlüsse zu Grundwassermessstellen erfolgten durch die Richard Maluche Brunnenbaubetrieb und Wasserversorgung GmbH als NAN des BFM; die Instrumentierung der Grundwasserpegel sowie die Datenerfassung wurden bzw. werden durch die Ackermann KG vorgenommen.

Die Lage der Altaufschlüsse sowie der jüngst ausgeführten Bohrsondierungen kann dem Lage- und Aufschlussplan (Anlage 2) entnommen werden.

8.1.2 Vermessungsarbeiten

Die Ansatzpunkte der in der Untersuchungskampagne 2022 sowie 2023 vorgesehenen Aufschlusspunkte wurden auf Grundlage der durch BFM ermittelten Koordinaten und unter dessen Begleitung am 17.10.2022 bzw. 09.02.2023 durch das vom Auftraggeber beauftragte Vermessungsbüro Biermann+Heldt eingemessen und abgesteckt.

An allen Aufschlusspunkten wurde im Zuge der Absteckung die Höhe des Geländes im System DHHN92 (Höhe in m ü. NHN) festgestellt. Die Ansatzhöhen der Aufschlüsse sind an das jeweilige Bohrprofil in der Anlage 4 angetragen.

8.1.3 Kampfmittelerkundung

Nach der vorliegenden Kampfmittelauskunft gibt es auf dem Baufeld konkrete, nicht sondierte Anhaltspunkte für das mögliche Vorhandensein von Kampfmitteln in ehemaligen Bombentrümmern, Erdlöchern, Deckungen, Splittergräben und einem Löschteich.

Da solche Vertiefungen in der Nachkriegszeit häufig genutzt wurden um nicht mehr benötigte Waffen und Munition zu entsorgen und daraus bei Bodeneingriffen Gefahrensituationen für Leib und Leben entstehen könnten, wurde die dringende Empfehlung gegeben, vor Bodeneingriffen zumindest die betroffenen Anhaltspunkte durch ein zugelassenes Unternehmen für Kampfmittelsuche und -bergung untersuchen zu lassen.

Daher haben wir vorsorglich im Bereich der Ansatzpunkte der in den Untersuchungskampagnen 2022 und 2023 ausgeführten Aufschlüsse im Vorfeld der Arbeiten eine Kampfmittelerkundung durch Oberflächensondierungen ausführen lassen. Die Kampfmittelsuche und die Freigabe der Aufschlusspunkte erfolgte durch die Fa. EOD Consultants Freie Feuerwerker; die Protokolle der Kampfmittelfreigaben sind als Anlage 6 dem Geotechnischen Untersuchungsbericht beigelegt.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

8.2 Laboruntersuchungen

8.2.1 Bodenmechanische Untersuchungen

Zur Festlegung der bodenmechanischen Rechen- und Kennwerte (vgl. Kap. 10) wurden bodenmechanische Laborversuche entsprechend den in der Tabelle 8-2 aufgeführten Normen und Empfehlungen durchgeführt.

Tabelle 8-2: Bei der Durchführung der bodenmechanischen Laborversuche verwendete Normen und Richtlinien.

Versuch	Angewandte Norm
natürlicher Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1:2014 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts
Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4:2017 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung
Konsistenzgrenzen	DIN EN ISO 17892-12:2018 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen
Glühverlust	DIN 18128:2002-12 – Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Glühverlustes

Nachfolgende Tabelle 8-3 enthält die Anzahl der 2022 und 2023 durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche durch BFM sowie in kursiv der Versuche von CDM 2018 [3].

Tabelle 8-3: Anzahl durchgeführter bodenmechanischer Laborversuche.

Versuch	bodenmechanische Kennwerte	Summe*
Korngrößenverteilung		
Trockensiebung	cal k_f , C_U	4 / --
Nasssiebung	cal k_f , C_U	31 / 6
kombinierte Sieb-/ Schlämmanalyse	cal k_f , C_U	19 / 9
Wassergehalt	w_n	16 / 6
Konsistenzgrenzen	I_p , I_c	4 / 6
Glühverlust	V_{Gl}	2 / 12

*: Anzahl von Laborversuchen BFM 2022+2023 / CDM Smith 2018 [3].

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in der Anlage 5.1 bis 5.2 sowie 5.4 dokumentiert und in der Anlage 5.3 zusammenfassend dargestellt.

8.2.2 Orientierende umwelttechnische Untersuchungen des Bodens

Aus den oberflächennahen Bodenschichten wurden zur orientierenden Untersuchung Einzel- und Mischproben im Labor hinsichtlich ggf. vorhandener Kontaminationen untersucht. Informationen bezüglich des Umfangs und der Art der Untersuchungen und deren Ergebnisse sind in unserem separaten umwelttechnischen Untersuchungsbericht [5] enthalten.

8.2.3 Untersuchungen an Grundwasserproben

Aus den in den Untersuchungskampagnen 2022 und 2023 zu Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrsondierungen wurden Grundwasserproben entnommen und im Labor auf die Parameter Schwermetalle, Arsen, PAK, MKW, BTEX, LHKW, Phenolindex und auf bahntypische Herbizide untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind ebenfalls Teil des separaten umwelttechnischen Untersuchungsberichtes [5].

9 Ergebnisse der Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

9.1 Schichtenbeschreibung

9.1.1 Allgemeines

Die erkundeten Baugrundverhältnisse bestätigen im Wesentlichen die geologische Voreinschätzung unter Berücksichtigung der am Standort erfolgten anthropogenen Veränderungen.

Demnach ist mit folgender genereller Baugrundsichtung zu rechnen:

Auffüllungen

(Sande, tlw. schluffig, teilweise schwach kiesig bis kiesig,
tlw. Bauschuttreste (Ziegel, Beton), tlw. Gleisschotter)

über

Sanden

(Fein- und Mittelsande, tlw. schwach schluffig bis schluffig, tlw. schwach grobsandig bis grobsandig, tlw. schwach kiesig bis kiesig, tlw. mit eingelagerten Weichschichten)

über

Geschiebelehm und -mergel

(Ton, stark schluffig, stark sandig,
oder Fein- und Mittelsande, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig)

örtlich mit eingelagerten Fein- und Mittelsanden mit schluffigen und/oder grobsandigen Nebengemengteilen

Da indes die Schichten sowohl hinsichtlich der vertikalen als auch der lateralen Verbreitung über das große Grundstück verteilt stark variieren, haben wir zusätzlich eine Unterteilung des etwa 26 ha großen Grundstücks in vier Bereiche (A bis D) vorgenommen. Die Baugrundmodelle der einzelnen Bereiche können Kapitel 11 entnommen werden.

Auf dem Baufeld hat sich in den letzten Jahre eine geringe Oberbodenschicht gebildet, deren Dicke in bautechnischer Hinsicht jedoch vernachlässigbar ist. Daher wird der Oberboden in den weiteren Betrachtungen nicht separat berücksichtigt.

Die angetroffenen Böden werden nachfolgend beschrieben.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

9.1.2 Auffüllungen

Aufgrund der Vornutzung des Baufeldes wurden an nahezu allen Standorten der von BFM und CDM Smith [3] ausgeführten Aufschlüssen als oberste Bodenschicht aufgefüllte Böden festgestellt.

An einzelnen Standorten wurden zudem Oberflächenbefestigungen (z. Bsp. Betonfläche des ehem. Verladebereiches am nordöstlichen Ende der Baufläche) oder Reste von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt oder Beton angetroffen. Zudem sind auf dem ehemaligen Bahngelände, vor allem im westlichen Bereich des Grundstückes, großflächige Gleisschotterreste vorhanden (z. Bsp. BS-14/22 bis BS-18/22).

Die Auffüllungen bestehen im Allgemeinen aus Sanden unterschiedlicher Korngrößenverteilungen mit tlw. kiesigen und schluffigen Beimengungen. Sie sind überwiegend, vor allem im oberflächennahen Bereich, mit wenig Bauschutt (unter 10 Vol.-%) in Form von Ziegel- und Betonbruchstücken durchsetzt, örtlich wurden jedoch auch größere Mengenanteile festgestellt (RKS-8/18, RKS-9/18). Im Rahmen der Erkundungen durch CDM im Jahr 2018 [3] wurden in den Auffüllungen auch anthropogene Beimengungen in Form von Kunststoffresten sowie Schlacke und Mörtel angetroffen.

Die Auffüllungen sind i. d. R. dunkelbraun, braun, rotbraun, beige oder schwarz gefärbt und zumeist kalkhaltig.

Auffüllungen mit anthropogenen Beimengungen sind der Bodengruppe A nach DIN 18196:2023-02 zuzuordnen. Umgelagerte Böden ohne Bauschuttreste sind den Boden Gruppen A[SE] und A[SU] zuzuordnen.

Die erkundete Unterkante der Auffüllungen lag in den aktuellen Aufschlüssen aus den Jahren 2022 und 2023 zwischen 0,2 und 2,3 m u. GOK (i. M. ~1,0 m), wobei bei Fehlen anthropogener Beimengungen die Abgrenzung zu anstehenden Sanden nicht immer eindeutig ist. Im Jahr 2018 [3] wurden in Bereichen, die ein höheres Geländeniveau aufweisen (Bereich Brückenrampe, Aufschlüsse RKS-01/18 und -03/18), auch bis zu 4,9 m mächtige Auffüllungen erkundet.

Für die Auffüllungen ist im Allgemeinen von einer lockeren Lagerung, in Bereichen mit ehemaliger Verkehrsbelastung von einer mitteldichten Lagerung auszugehen.

9.1.3 Sande

An nahezu allen Standorten der Bohrsondierungen wurden unterhalb der Auffüllungen Sande (Talsande des Panketals) angetroffen.

Es handelt sich zumeist um enggestufte Fein- und Mittelsande, welche häufig schwach schluffige, selten schluffige, tlw. schwach grobsandige bis grobsandige, tlw. schwach kiesige bis kiesige Nebengemengteile aufweisen. Darüber hinaus treten mitunter lehmige Streifen und Horizonte (Reste von aus der Hochfläche gelöstem Geschiebelehm / -mergel)

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

innerhalb der sandigen Schichten auf. Die Sande sind der Bodengruppe SE zuzuordnen; bei schluffigen Beimengungen erfolgt die Zuordnung in die Bodengruppe SU, selten SU* nach DIN 18196:2023-02. Im Ergebnis der 2018 ausgeführten Drucksondierungen [3] wurden die Sande in lockerer bis dichter Lagerung erkundet.

Zusätzlich zu den unmittelbar unterhalb der anthropogenen Auffüllungen angetroffenen Sanden wurden diese vereinzelt auch als Einlagerungen im Geschiebekomplex erbohrt, wobei deren Mächtigkeit und laterale Ausdehnung stark wechseln.

Die Unterkante der Sande variiert stark über das Projektgebiet. Eine detaillierte Beschreibung der Schichtgrenzen und -mächtigkeiten in den einzelnen Bereichen A bis D enthält Kapitel 11.

9.1.4 Geschiebelehm / -mergel

Unterhalb der Sande wurde an allen Aufschlussstandorten Geschiebelehm und -mergel erkundet. In einigen Aufschlüssen lässt sich die Grenze zwischen dem Geschiebelehm / -mergel und den Sanden nicht eindeutig aushalten, da hier Geschiebelehm / -mergel und Sande wechsellagern, wobei der Anteil und die Mächtigkeit der Geschiebeschichten mit der Tiefe zunehmen.

Der Geschiebelehm /-mergel ist als stark schluffiger, stark sandiger, tlw. schwach kiesiger Ton oder als schluffiger, schwach toniger, Fein- und Mittelsand anzusprechen. Er ist hellbraun, braun oder dunkelgrau gefärbt und überwiegend den Bodengruppen SU*, ST*, selten TL oder TM nach DIN 18196:2023-02 zuzuordnen. Dabei handelt es sich überwiegend um kalkhaltigen Geschiebemergel, nur vereinzelt um entkalkten Geschiebelehm.

Überwiegend wurden der Geschiebelehm und -mergel bis zur Unterkante der Aufschlüsse, d. h. bis in Tiefen zwischen 6,0 und 10,0 m u. GOK nicht durchfahren. Lediglich in einzelnen Aufschlüssen folgen ab Tiefen zwischen 6,8 und 8,7 m u. GOK bis zur Unterkante der Aufschlüsse Sande (BS-02/22 und BS-21/22 bis 24/22), wobei es sich hierbei wahrscheinlich um Sandeinlagerungen innerhalb des Geschiebekomplexes handelt.

In der zur Verfügung stehenden Altbohrung 433B-678 (siehe Anlage 4-4) wurde der Geschiebemergel mit einer maximalen Mächtigkeit von 16 m erkundet.

Im Ergebnis der organoleptischen Ansprache und der 2018 durchgeführten Drucksondierungen [3] sind die Geschiebeböden zuoberst meist als steif und mit zunehmender Tiefe als halbfest anzusprechen, vereinzelt wurde in situ eine weiche Konsistenz festgestellt. Im bodenmechanischen Labor wurden anhand der entnommenen Bodenproben breiige bis halbfeste Konsistenzen ermittelt.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

9.1.5 Beckensedimente / Weichschichten

Während der Aufschlusskampagne von CDM Smith im Jahre 2018 [3] wurden im südlichen und im nördlichen Teilbereich des Projektgebiets, vor allem im Ergebnis der indirekten Aufschlüsse (Drucksondierungen) sowie einiger Bohrsondierungen, sogenannte Weichschichten angetroffen und kartiert. Diese konnten in den direkten Aufschlüssen von BFM 2022 lokal bestätigt werden (BS-05/22, BS-23/22 und BS 25/22). Die geringmächtigen Weichschichten erstrecken sich nach [3] vorwiegend in der durch uns als Fläche A und im nördlichen Teil unserer Fläche C (zur Lage der Flächen siehe Anlage 2).

Dabei handelte es sich nach [3] vorwiegend um Einlagerungen aus feinsandigen, humosen Schluffen bzw. um schluffige, schwach feinsandige Tone innerhalb der Talsande.

In den im Auftrag von BFM 2022 durchgeführten Aufschlüssen wurde am Standort der BS-05/22 innerhalb der Sande eine 30 cm dicken Schicht (Tiefe 4,0 – 4,3 m unter GOK) aus schluffigen Sanden mit organischen Beimengungen (V_{GI} : ~ 6 %) in weicher Konsistenz angetroffen, ebenso am Standort der BS-25/22 in einer Tiefe von 4,5 – 6,1 m sowie am Standort der BS-23/22 bei 3,9 bis 4,2 m u. GOK eine Schicht aus feinsandigem, schwach mittelsandigem und schwach tonigem Schluff. Bei diesen Böden handelt es sich wahrscheinlich um sogenannte Beckensedimente (org. Schluffe, Beckenschluff). Sie sind der Bodengruppe OU und UL nach DIN 18196:2023-02 zuzuordnen; siehe hierzu auch Blatt 33 der Anlage 5.1.

9.2 Grundwasserverhältnisse

9.2.1 Grundwasserstände

Im Rahmen der im November 2022 ausgeführten Baugrunderkundungen wurde in allen Aufschlüssen der ungespannte Panketalgrundwasserleiter aufgeschlossen.

Während der Bohrarbeiten in 11/2022 wurden auf der Hauptfläche in Abhängigkeit von der Oberflächenmorphologie Grundwasserflurabstände zwischen 1,3 m und 2,9 m bzw. zwischen 44,2 und 43,7 m NHN festgestellt. Nach Auswertung der Grundwassermessungen mittels Datenloggern wurden auf der Hauptfläche am 22. Dezember 2022 Grundwasserstände zwischen 44,4 m NHN im Nordosten und 43,2 m NHN im Südwesten gemessen; im weiteren Verlauf der Messungen wurden, bei insgesamt zunehmenden (höheren) Grundwasserständen, annähernd gleiche Differenzen in den Wasserständen festgestellt.

Das Grundwasser fließt im östlichen und westlichen Teil des Untersuchungsgebietes übergeordnet in westliche Richtung, in der Mitte des Untersuchungsgebietes ist eine Grundwasserfließrichtung nach Norden festzustellen.

Nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die Entwicklung der Grundwasserstandsdaten im Zeitraum vom Dezember 2022 bis einschließlich Ende März 2023. Dabei kann die Lage der Grundwassermessstellen innerhalb der Fläche dem Lage- und Aufschlussplan in Anlage 2 des Geotechnischen Untersuchungsberichtes entnommen werden (zur ersten Orientierung: GWM 24/22 liegt im Südwesten und GWM 01/22 im Nordosten des sich von Südwest nach Nordost erstreckenden Untersuchungsgebietes).

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

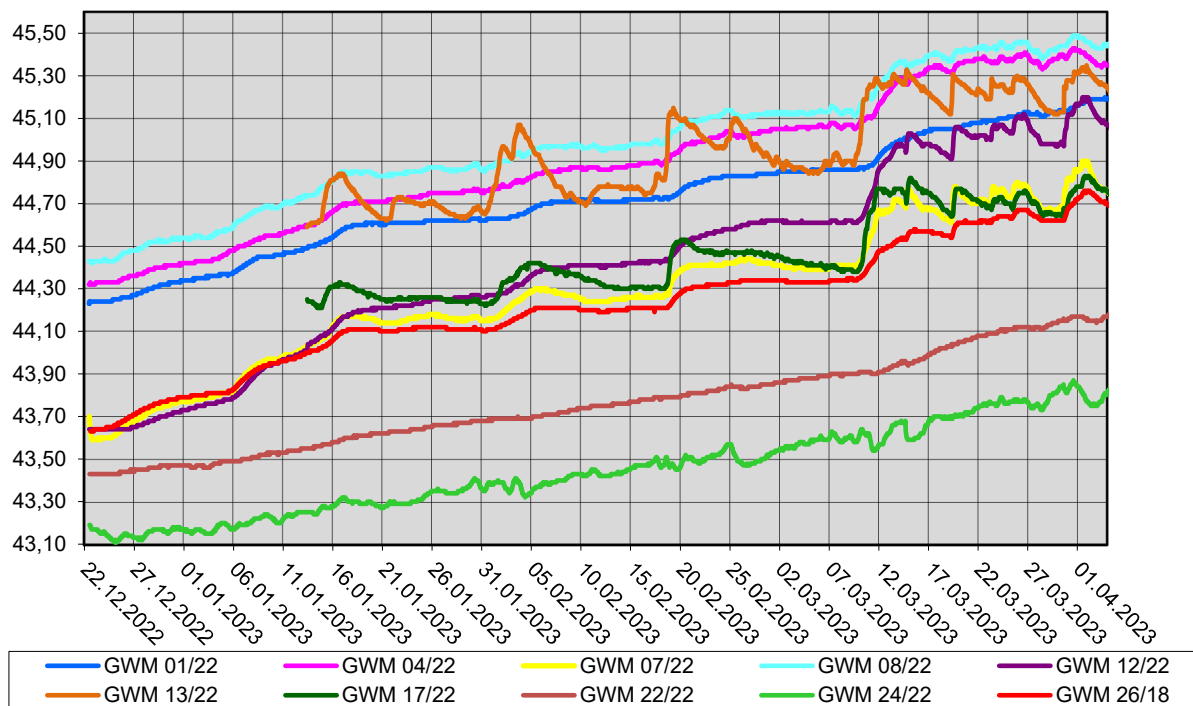


Abbildung 9-1: Pankower Tor, Ganglinien der Grundwassermessstellen 12/2022 – 03/2023.

Die Abbildung zeigt einen kontinuierlichen Anstieg der Wasserstände in den Grundwassermessstellen zwischen etwa 0,5 m – 0,7 m in der Mitte und etwa 0,9 m – 1,1 m im westlichen Bereich des Baufeldes. Eine Ausnahme stellt hier die GWM 12/22 dar, die mit einem Anstieg von 1,5 m innerhalb der vergangenen drei Monate einen deutlich stärkeren Anstieg verzeichnet.

Die aktuellen Grundwasserstände lagen Ende März 2023 zwischen 45,4 m NHN im Nordosten und 43,8 m NHN im Südwesten, bei Grundwasserflurabständen zwischen 0,2 m und 4,5 m.

In o. g.

sticht bei einigen Messwerten eine deutlich größere Schwankungsbreite innerhalb weniger Tage hervor. Diese ist in der geringen Mächtigkeit der Sande oberhalb der Grundmoräne begründet, wodurch die an diesen Stellen sehr oberflächennah verfilterten Messstellen deutlich schneller auf Niederschlagsereignisse reagieren.

Aufgrund der randlichen Lage des Projektgebiets im Panketal überlagern sich die Grundwasserleiter des Panketals sowie der Hauptgrundwasserleiter des Berliner Urstromtals, was wiederum die Angabe eines einheitlichen Grundwasserstandes erschwert.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

9.2.2 Höchster zu erwartenden Grundwasserstand (zeHGW)

Nach Angaben [10] liegt der zu erwartende höchste Grundwasserstand im Südwesten an der Berliner Straße bei 44,4 m ü. NHN und steigt bis etwa Höhe der Neumannstraße auf 45 m ü. NHN an und wird im Nordosten, an der Prenzlauer Allee, mit einem Wert von 46,3 m ü. NHN angegeben.

Im zentralen Bereich ab etwa der Neumannstraße ist im hier hervortretenden Panketalgrundwasserleiter ein etwa 2 m tiefer liegender Wert für den zeHGW von 43,0 m ü. NHN benannt, der nach Norden ebenfalls bis auf 46 m ü. NHN ansteigt.

9.2.3 Bemessungswasserstand

Die Festlegung von Bemessungswasserständen für das Baugebiet „Pankower Tor“ ist gegenwärtig noch Inhalt von Untersuchungen; die Festlegung soll im Ergebnis des Grundwassermonitorings erfolgen.

9.2.4 Versickerung von Niederschlagswasser

Eine Versickerung des Niederschlagswassers setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand (≥ 1 m) der Mulden- bzw. Rigolensole vom Grundwasser voraus.

Es ist grundsätzlich sicherzustellen, dass eine Versickerung nicht durch belastete Böden erfolgt. Erforderlichenfalls sind diese Böden auszuheben und durch gut durchlässigen nachweislich unbelasteten Boden zu ersetzen.

Die unterhalb der Auffüllungen erkundeten schwach schluffigen Sande (SU) weisen nach den bodenmechanischen Untersuchungen korrelativ Durchlässigkeiten zwischen $7,8 \cdot 10^{-6}$ bis $3,0 \cdot 10^{-4}$ m/s (i. M. $\sim 7,64 \cdot 10^{-5}$ m/s), die erkundeten enggestuften Sande (SE) Durchlässigkeiten zwischen $1,0 \cdot 10^{-4}$ bis $6,6 \cdot 10^{-4}$ m/s (i. M. $\sim 2,98 \cdot 10^{-4}$ m/s) auf (Einzelheiten siehe tabellarische Zusammenstellung der bodenmechanischen Laborergebnisse in Anlage 5.3).

Diese Werte sind zur Bemessung von Versickerungseinrichtungen nach DWA A 138 [18], Tabelle B.1, mit einem Korrekturfaktor von 0,2 zu versehen, da sie auf Grundlage von Laborversuchen (Sieblinien) ermittelt wurden, woraus sich rechnerisch Bemessungswerte von $k_{f,Bem} = 1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s bzw. $6,0 \cdot 10^{-5}$ m/s ergeben.

Diese Böden sind somit als „durchlässig“ zu bezeichnen; sie sind anhand ihrer Durchlässigkeit für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser geeignet. Eine Versickerung über eine Mulden- oder Rigolenversickerung ist somit in Teilbereichen des Grundstücks möglich; dabei sind im Bereich des Sickerweges die kontaminierten Auffüllungen im Vorfeld zu entfernen und durch gut durchlässige, inerte Sande zu ersetzen.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

In umwelttechnischer Hinsicht ist die Möglichkeit der Anordnung von Versickereinrichtungen, insbesondere aufgrund der festgestellten Herbizidbelastung des oberen Grundwasserleiters auf dem Grundstück [5], mit der Umweltbehörde abzustimmen

Bei der Festlegung der Lage von Versickereinrichtungen sind zudem die Tiefenlage der gering durchlässigen, rückstauenden Bodenschichten (Geschiebelehm und -mergel) sowie von Schichtwässern am vorgesehenen Standort zu beachten.

9.2.5 Betonaggressivität des Grundwassers

Gemäß den Angaben in [3] ist das Grundwasser aufgrund des Gehaltes an kalklösender Kohlensäure teilweise als schwach angreifend einzustufen.

Es wird daher empfohlen, erdberührte Bauteile auf mindestens schwach betonaggressives Wasser zu bemessen. Es ist hiernach mindestens von einer Expositionsklasse XA 1 auszugehen.

Die Zuordnung zu Expositionsklassen gemäß weiterer Einwirkungsarten ist durch den Planer festzulegen.

10 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

10.1 Bodengruppen und charakteristische Bodenkennwerte

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Laboruntersuchungen, unseren Erfahrungswerten und spezifischen Literaturangaben und der Auswertung von [3] können für die im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden die in der Tabelle 10-1 zusammengestellten erdstatischen Rechenwerte (charakteristische Werte) angesetzt werden.

Tabelle 10-1: Bodengruppen und charakteristische Bodenkennwerte.

Bodenart	H	F	V	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ_k' [°]	$c_k'/c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s0,k}/E_{s0w,k}$ [MN/m ²]	k_r -Wert [m/s]
Auffüllungen, sandig Sande, tlw. schluffig, tlw. schwach kiesig bis kiesig, tlw. BS-reste (Ziegel, Beton), tlw. Gleisschotter <i>locker gelagert</i> Bodengruppe: A, A[SE], A[SU]	A	F1 – F2	V1	17/9	30,0	0/0	20/--	---
Talsande Fein- und Mittelsande, tlw. schwach schluffig bis schluffig, tlw. grobsandig und schwach kiesig Bodengruppe: SE, SU, (SU*) <i>locker gelagert</i> <i>mitteldicht gelagert</i> <i>dicht gelagert</i>	B	F1	V1	18/10 18/10 19/11	32,5 35,0 37,5	0/0 0/0 0/0	30/90 50/150 80/240	6·10 ⁻⁴ bis 7·10 ⁻⁵

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Bodenart	H	F	V	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ_k' [°]	$c_k'/c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{S0,k}/E_{S0w,k}$ [MN/m ²]	k_f -Wert [m/s]
Geschiebelehm / -mergel Ton, stark schluffig, stark sandig, oder Fein- und Mittelsande, schluffig, schwach tonig <i>mindestens steife Konsistenz</i> Bodengruppe: SU*–ST*, ST*–TL, TL,	C	F3	V2 – V3	21/11	27,5	10/150	20/60	5·10 ⁻⁶ bis 4·10 ⁻⁷
----- TM				19/9	25	20/200	15/45	< 1·10 ⁻⁸
Beckenschluff Schluff, feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig, tlw. schwach organisch <i>weiche Konsistenz</i> Bodengruppe: UL, OU	D	F3	V3	19/9	25,0	2/10	10/30	< 3·10 ⁻⁷

H: Homogenbereich; B: Bodenklassen nach DIN 18300; F: Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E StB 09; V: Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97/06 [15]; γ Wichte; γ' Wichte unter Auftrieb; ϕ_k' : Reibungswinkel drainierter Boden; c_k' : Kohäsion drainierter Boden; $c_{u,k}$: Kohäsion undrainierter Boden; $E_{S0,k}/E_{S0w,k}$: Steifemodul Erst- bzw. Wiederbelastung, k_f : Durchlässigkeitsbeiwert aus der Korngrößenverteilung.

Grundsätzlich darf eine Tiefenabhängigkeit des Steifemoduls zur Ermittlung von E_{Sz} berücksichtigt werden. Dies kann über $E_{Sz} = E_{S0,k} \cdot \sqrt{z}$ erfolgen, worin z die Tiefe in [m] unterhalb der Geländeoberkante außerhalb des Baufeldes ist; $E_{S0,k}$ ist aus obiger Tabelle zu entnehmen.

Alternativ kann bei der Berechnung der Setzungen von Einzel- oder Streifenfundamenten die Tiefenabhängigkeit des Steifemoduls mit

$$E_{Sz} = E_{S0} \cdot (1+k \cdot z/b) \text{ mit}$$

- E_{Sz} = Steifemodul in der Tiefe z u. GOK,
- E_{S0} = Steifemodul lt. Tabelle 10-1,
- k = Faktor der Erhöhung mit $k = 0,6$,
- b = kleinste Fundamentbreite

berücksichtigt werden.

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

10.2 Homogenbereiche

Die im Bereich des Baufeldes erkundeten Böden sind in die in Tabelle 10-2 genannten Homogenbereiche einzuordnen.

Tabelle 10-2: Zuordnung der Bodenarten zu Homogenbereichen.

Geotechnische Einheit/Bodenart	Homogenbereiche nach VOB/C 2012 (Ergänzungsband 2015)
Auffüllungen	A
Talsande	B
Geschiebelehm / -mergel	C
Beckensedimente	D

Die für die Beschreibung der Untergrundverhältnisse und Gründungsarbeiten notwendigen bodenmechanischen Parameter wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen ermittelt. Die weiteren aufgrund der ATV-Normen für die Ausschreibung ergänzend erforderlichen Kennwerte bzw. Parameter werden durch uns aufgrund von Erfahrungswerten aus Literaturangaben abgeschätzt, um unnötige Mehraufwendungen für Feld- und Laborversuche zu vermeiden.

Je Homogenbereich sind die nach den für das Bauvorhaben relevanten ATV-Normen notwendigen Bodenkennwerte in der nachfolgenden Tabelle 10-3 als Bandbreite dargestellt.

Tabelle 10-3: Erforderliche Bandbreiten der Kennwerte nach dem Ergänzungsband zur VOB/C 2012 (2015) für die Homogenbereiche.

Nr. ¹⁾	Parameter/ Einheit		Bandbreiten der Kennwerte je Homogenbereich			
			A	B	C	D
1	-	-	Siehe Darstellungen in Anlage 5			
2a	m _{Co}	[%]	0 – 5	0 – 1	0 – 2	0
2b	m _{Bo}	[%]	0	0	0 – 1	0
2c	m _{LBo}	[%]	0	0	0 – 1	0
4	ρ	[g/cm ³]	1,6 – 1,9	1,8 – 1,9	1,8 – 2,1	1,5 – 2,0
5	c'	[kN/m ²]	0	0	5 – 20	0 – 10
6	c _u	[kN/m ²]	0	0	20 – 250	0 – 15
8	w _n	[%]	0 – 5	5 – 11	9 – 20	20 – 30
10	I _c		n. b.	n. b.	0,75 – >1,0	0,3 – 0,6
12	I _p	[%]	n. b.	n. b.	10 – 35	0 – 10
14	D		0,15 – 0,7	0,2 – 0,7	n. b.	n. b.
17	V _{gl}	[%]	0 – 4	0 – 1	0 – 1	2 – 10
19	-	-	abrasiv	abrasiv	abrasiv	schwach abrasiv
20	-	-	A, A[SE], A[SU]	SE: SU, SU*	SU*–ST*, ST*–TL, TM	UL, OU
21	-	-	Auffüllungen, sandig, Bauschutt	Sande, enggestuft bis schluffig	Geschiebelehm / -mergel	Beckensand, Beckenschluff

¹⁾ erforderliche Kennwerte/Eigenschaften gemäß [17]. n. b. = nicht bestimmbar

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

11 Baugrundmodell

Zur Bemessung der Gründungselemente und ggf. notwendiger Baugrubenverbauten sind im Ergebnis der Feldarbeiten aufgrund der heterogenen Baugrundverhältnisse die folgenden Baugrundmodelle anzuhalten. Die Modelle geben mittlere Mächtigkeiten und Schichtunterkanten der einzelnen Bereiche wieder. Das Projektgebiet wird dabei in vier Bereiche A – D unterteilt (s. Anlage 2). Generell ist zu beachten, dass in den Geschiebelehm und -mergel oft Sandschichten einlagert sind und dass in den Talsanden geringmächtige Überreste von Geschiebemergelschichten vorhanden sein können.

Tabelle 11-1: Baugrundmodell Bereich D, mittlere Geländehöhe: 46,5 m NHN.

Geotechnische Einheit	UK [m u. GOK]	UK [m ü. NHN]	Mächtigkeit [m]
Auffüllungen, sandig Sande, tlw. schluffig, teilweise schwach kiesig bis kiesig, tlw. Bauschuttreste (Ziegel, Beton), tlw. Gleisschotter <i>locker gelagert</i> Bodengruppe: A, A[SE], A[SU]	1,2	45,3	1,2
Talsande Fein- und Mittelsande, tlw. schwach schluffig bis schluffig, tlw. schwach grobsandig bis grobsandig, tlw. schwach kiesig Bodengruppe: SE, SU	5,0	41,5	3,8
Geschiebelehm / -mergel Ton, stark schluffig, stark sandig, oder Fein- und Mittelsande, schluffig, schwach tonig <i>mindestens steife Konsistenz</i> Bodengruppe: SU*–ST*, TL, TM	> 10,0	< 36,5	> 5,0

Tabelle 11-2: Baugrundmodell Bereich C, mittlere Geländehöhe: 45,90 m NHN.

Geotechnische Einheit	UK [m u. GOK]	UK [m ü. NHN]	Mächtigkeit [m]
Auffüllungen, sandig Sande, tlw. schluffig, teilweise schwach kiesig bis kiesig, tlw. Bauschuttreste (Ziegel, Beton), tlw. Gleisschotter <i>locker gelagert</i> Bodengruppe: A, A[SE], A[SU]	1,4	44,5	1,4
Talsande Fein- und Mittelsande, tlw. schwach schluffig bis schluffig, tlw. schwach grobsandig bis grobsandig, tlw. schwach kiesig Bodengruppe: SE, SU	7,2	38,7	5,8
Geschiebelehm / -mergel Ton, stark schluffig, stark sandig, oder Fein- und Mittelsande, schluffig, schwach tonig <i>mindestens steife Konsistenz</i> Bodengruppe: SU*–ST*, TL, TM	> 9,0	< 36,9	> 3,2

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Tabelle 11-3: Baugrundmodell Bereich B, mittlere Geländehöhe: 45,7 m NHN.

Geotechnische Einheit	UK [m u. GOK]	UK [m ü. NHN]	Mächtigkeit [m]
Auffüllungen, sandig Sande, tlw. schluffig, teilweise schwach kiesig bis kiesig, tlw. Bauschuttreste (Ziegel, Beton), tlw. Gleisschotter <i>locker gelagert</i> Bodengruppe: A, A[SE], A[SU]	0,8	46,9	0,8
Talsande Fein- und Mittelsande, tlw. schwach schluffig bis schluffig, tlw. schwach grobsandig bis grobsandig, tlw. schwach kiesig Bodengruppe: SE, SU, (SU*)	2,2	43,5	1,4
Geschiebelehm / -mergel Ton, stark schluffig, stark sandig, oder Fein- und Mittelsande, schluffig, schwach tonig <i>mindestens steife Konsistenz</i> Bodengruppe: SU*–ST*, TL, TM	> 7,2	< 38,5	> 5,0

Für den südlichen Teilbereich (Bereich A) ist aufgrund der stark variierenden Geländeoberkante infolge der Anrampung zum ehem. Brückenbauwerk über die Berliner Straße sowie den stark variierenden Unterkanten der Auffüllungen und Talsanden die Angabe eines generalisierten Schichtmodells nicht zielführend. In diesem Bereich sind in jedem Fall die nächstgelegenen Aufschlüsse heranzuziehen.

12 Bautechnische Hinweise zu Baugrund und Gründung

12.1 Vorbemerkungen

Für das Baufeld „Pankower Tor“ liegen uns derzeit keine Unterlagen zu den zu errichtenden Gebäuden (Lage und Abmessung, Gründungstiefen, Anzahl der Ober- und Untergeschosse usw.), zu den Verkehrsflächen, den geplanten Versickereinrichtungen oder geplanten Straßen vor.

Daher sind die nachfolgenden Hinweise und Empfehlungen nur vorläufig, sofern sie nicht übergreifend und bauteilunabhängig allgemeingültig sind.

12.2 Hinweise zum Erdbau

12.2.1 Ausschachtwinkel

Bei der Herstellung von Baugruben gilt grundsätzlich die DIN 4124:2012-01 „Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraum, Verbau“.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung gilt für die anstehenden Auffüllungen in lockerer Lagerung ein Ausschachtungswinkel von $\beta = 30^\circ$. Böschungen in den gewachsenen Böden können unter einem Ausschachtungswinkel von $\beta = 45^\circ$ hergestellt werden. Dieser Wert gilt auch, falls unterhalb der Bodenplatte Vouten vorgesehen werden.

Eine geringere Böschungsneigung ist vorzusehen, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden; dies gilt etwa bei potentiell schädigenden Einflüssen aus Bauprozessen, etwa im Rahmen von erschütterungsintensiven Arbeiten (Rammen, Verdichten usw.).

Der genannte Ausschachtungswinkel darf überschritten werden, wenn die Standsicherheit rechnerisch nachgewiesen wird. Unabhängig von der Einhaltung der oben genannten Werte ist die Standsicherheit der Böschung immer dann rechnerisch nachzuweisen, wenn die Böschungshöhe einen Wert von 5 m überschreitet oder wenn die zulässigen Abstände von Fahrzeugen oder Baugeräten zur Böschungskante unterschritten werden.

12.2.2 Herstellen von Baugrubensohlen

Baugrubensohlen im Bereich vorwiegend grobkörniger Böden sind grundsätzlich mit einem Verdichtungsgerät auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98\%$ nachzuverdichten. Bei einer Lage der Baugrubensohlen innerhalb gemischt- und feinkörniger Böden gilt ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ bei einem Luftporengehalt von $n_a < 8\%$. Das Planum sollte durch Aufbringen einer Sauberkeitsschicht geschützt werden. Hierfür ist Magerbeton in einer Dicke von etwa 7 cm zu verwenden.

Stehen in der geplanten Baugrubensohle nicht verdichtungswillige, aufgeweichte oder organische Böden an, sind diese auszuheben und durch Sande oder Kiessande (im Bereich grobkörniger Böden) oder Magerbeton (im Bereich gemischt- und feinkörniger Böden) zu ersetzen. Bei nachgewiesener geotechnischer und behördlich bestätigter umwelttechnischer Eigenschaft kann hierfür auch zuvor aufgehaldetes Aushubmaterial gewählt werden. Dieses wäre bei annähernd optimalem Wassergehalt lagenweise einzubauen und auf o. g. Verdichtungsgrad zu verdichten.

Sofern Grundleitungen vorgesehen sind und für diese ein tieferer Aushub im Sinne eines Leitungsgrabens ausgeführt werden soll, kann ggf. auf eine Nachverdichtung verzichtet werden, wenn diese aufgrund des geringen Abstandes der Baugrubensohle zum abgesenkten Grundwasserspiegel nicht möglich ist. Voraussetzungen hierfür sind die (im Vergleich zur Bodenplattendicke) geringe Breite und Tiefe des Leitungsgrabens sowie der Aushub mittels Tieflöffel mit glatter Schneidkante.

Liegen hingegen zahlreiche Grundleitungen nebeneinander und nimmt damit der Flächenanteil des Leitungsgrabens zu, muss eine Nachverdichtung (siehe hierzu auch Abs. 12.2.6) erfolgen; erforderlichenfalls ist hierfür der Grundwasserspiegel weiter abzusenken, um einen Abstand von mindestens 30 cm, jedoch besser 50 cm unterhalb der Sohle des Leitungsgrabens sicherzustellen.

12.2.3 Hinterfüllung von Bauteilen

Für die Hinterfüllung von Bauteilen (UG, Tieframpen, Fundamente o. ä.) sind den anstehenden Böden entsprechende Bodenarten zu verwenden. Diese sind der Baugrundsichtung entsprechend in Schüttlagen von ca. 25 – 30 cm einzubauen und mit einem geeigneten, den Platzverhältnissen angepassten Verdichtungsgerät auf ein 10 %-Mindestquantil des Verdichtungsgrades von $D_{Pr} = 100 \%$ zu verdichten.

Die für die Verdichtung erforderlichen Geräte sind auf die zur Hinterfüllung verwendeten Böden und deren Einbauwassergehalt abzustellen.

Die Forderungen der ZTV E-StB 17 bzw. der ZTV A-StB 12 (im Bereich von geplanten Verkehrsflächen) sowie des Merkblattes über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, Ausgabe 1994, sind zu beachten.

Die auf dem Baufeld anstehenden gewachsenen Böden (ausgenommen organisches Material) sind in geotechnischer Hinsicht und bei annähernd optimalen Wassergehalten grundsätzlich zur Hinterfüllung verwendbar. Dabei ist zu beachten, dass gemischt- und feinkörniger Böden bei der Zwischenlagerung weder aufweichen noch austrocknen. Dazu sind diese Böden, sofern sie wieder eingebaut werden sollen, durch Profilierung der Haufwerke oder Abdeckung zu schützen.

Sofern erforderlich, sind den anstehenden Böden entsprechende Verfüllmaterialien anzuliefern.

12.2.4 Baugrubenerstellung

Baugruben können bei ausreichendem Abstand zu ggf. bereits errichteten benachbarten baulichen Anlagen und den Grundstücksgrenzen geböschd ausgeführt werden, wobei unterhalb des noch festzulegenden Bemessungswasserstandes (siehe hierzu Hinweis in Abs. 9.2.3) bauzeitliche Grundwasserhaltungen erforderlich werden.

Anderenfalls können die Baugruben auch im Schutz von Baugrubenverbauten errichtet werden. Bei tiefer in den Untergrund eintauchenden Bauwerken ist, insbesondere zur Schonung des Grundwasservorkommens ggf. die Errichtung im Schutz von wasserdichten Baugruben sinnvoll.

Ein wasserdichter vertikaler Baugrubenverbau kann unter den erkundeten geologischen Verhältnissen vorzugsweise durch eine überschnittene Bohrpfahlwand oder durch eine Spundwand hergestellt werden. Bei Verbauwandhöhen bzw. Baugrubentiefen von deutlich über 4 m sind Rückverankerungen oder Innenaussteifungen zur Aufnahme von Horizontalbeanspruchungen auf die Verbauwände vorzusehen.

Für die statische Bemessung der senkrechten Verbauwände sind die Erddruckansätze nach DIN 4085:2017-08 und EAB [19] sowie in Abhängigkeit von der zulässigen Verformung

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

der Wände zu wählen. Die für die Erddruckberechnung erforderlichen bodenmechanischen Rechenwerte sind dem Kapitel 10 zu entnehmen.

Die für die Vorbemessung ansetzbaren Erddruckneigungswinkel δ sind in der Tabelle 12-1 für die zur Herstellung des vertikalen Baugrubenverbauungs grundsätzlich in Frage kommenden Verbauarten aufgeführt.

Tabelle 12-1: Erddruckneigungswinkel δ in Abhängigkeit von der Verbauart.

Wandtyp	Erddruckneigungswinkel δ_k	
	Gekrümmte Gleitfläche	Ebene Gleitfläche
Spundwand	$ \delta_k = \varphi_k'$	$ \delta_k \leq 2/3 \varphi_k'$
Bohrpfahlwand	$ \delta_k = \varphi_k'$	$ \delta_k \leq 2/3 \varphi_k'$

Wenn für angrenzende bestehende Bauwerke geringe Baugrubenverformungen zu fordern sind, ist der erhöhte aktive Erddruck nach der EAB, Empfehlung EB 22, anzusetzen. Die Gewichtung der Anteile von Erdruhedruck und aktivem Erddruck ist in Abhängigkeit vom jeweiligen Einzelfall zwischen Statiker und Baugrundgutachter abzustimmen.

Neben wasserdicht auszubildenden Baugrubenwänden ist erforderlichenfalls auch eine wasserdichte Baugrubensohle herzustellen, sofern nicht bereits der anstehenden Geschiebemergel als natürliche Dichtsohle fungieren könnte. Anderenfalls ist die horizontale Abdichtung herzustellen, wofür etwa eine Dichtsohle mittels Düsenstrahlverfahren, durch Injektion von Gel oder durch Einbringen einer Unterwasserbetonsohle hergestellt werden kann. Erforderlichenfalls ist die Auftriebssicherheit der Sohle durch Verpresspfähle herzustellen.

Wassersperrend herzustellende Baugrubenverbauten dürfen im Regelfall nur eine zulässige Wasserdurchlässigkeit von **1,5 l/s je 1.000 m²** wasserbenetzter Baugrubenfläche (Sohle + Wände) aufweisen.

Im Falle der wasserdichten Baugruben beschränken sich die Maßnahmen zur bauzeitlichen Wasserhaltung auf das Lenzen der Baugruben und die ggf. erforderliche Restwasserhaltung.

Die Grundwasserentnahmen sowie das Einbringen oder Einleiten von Stoffen in den Grundwasser führenden Baugrund unterhalb zeHGW sind in jedem Fall anzeige- oder genehmigungspflichtig (behördliche Bearbeitungszeit 3 bis 4 Monate).

12.2.5 Herstellung von Leitungsgräben

Der Ausschachtwinkel für die erforderlichen Erdarbeiten bei der Herstellung von Leitungsgräben gilt nach DIN 4124, Berichtigung 1:2016-09, analog zu den Ausführungen in Abs. 12.2.1 des vorliegenden Gutachtens. Dieser Ausschachtwinkel gilt für den erdfeuchten Zustand der erkundeten Bodenarten bei frei abgeöschter Baugrube.

Eine Auflockerung des anstehenden Bodens ist zu vermeiden. Die Grabensohle ist ohne Nachweis der Verdichtung mit geeigneten Geräten nachzuverdichten. Gegebenenfalls in der

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Grabensohle der zu verlegenden Leitungen vorhandene grobe Bauschuttuffüllungen oder Bauwerksreste sind bis mindestens 0,5 m unter die Grabensohle auszuheben und durch ein Rohraufleger aus Sanden bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Die Rohrbettung ist nach DIN EN 1610:2015-12 so auszubilden, dass je nach Rohrart unzulässige Längsbiegungen sowie punkt- und linienförmige Auflagerungen vermieden werden.

12.2.6 Verfüllung der Leitungsgräben

Bei der Verfüllung der Leitungsgräben sind in der Leitungszone steinfreie Böden mit einem Größtkorn von 20 mm zu verwenden. Die Sande und gegebenenfalls ausgehobene gemischt- und feinkörnige Böden können bei annähernd optimalem Wassergehalt zur Verfüllung verwendet werden.

Die Dicke der Schüttlagen sollte in der Leitungszone 20 cm - 30 cm und oberhalb 30 cm - 50 cm nicht überschreiten.

Für die Verfüllung des Leitungsgrabens gelten für die anstehenden Bodenarten folgende Werte des Verdichtungsgrades:

Bodengruppe	:	A, A[SE], SE, SU, SU*	ST, TL* ¹⁾
Planum bis 0,5 m Tiefe	:	$D_{Pr} = 100 \%$,	$D_{Pr} = 97 \%$,
darunter	:	$D_{Pr} = 98 \%$.	

¹⁾ bei einem 10%-Höchstquantil des Luftporenanteils von 8 %.

13 Gründung der Gebäude

13.1 Gründungsart und Gründungstiefe

Nach derzeitigem Kenntnisstand können Gründungen von Gebäuden vsl. überwiegend als Flachgründung ausgeführt werden. Die Gründung kann dabei entweder über eine tragende Bodenplatte oder, bei einer Gründungskote oberhalb des zeHGW, über Einzel- und Streifenfundamente erfolgen.

Für nicht unterkellerte flach gegründete Gebäude ist eine Mindesteinbindetiefe der Fundamente von 1,2 m bzgl. der Frostsicherheit zu gewährleisten.

Innenliegende Fundamente können flacher bei bspw. 0,5 m ausgeführt werden, da hier der Frostangriff geringer ausfällt. Bei einer geplanten Unterkellerung von Gebäudes ist die frostsichere Gründungstiefe i. d. R. ohnehin gegeben.

Im Falle von Plattengründungen sind zur Gewährleistung der frostsicheren Gründung umlaufend Frostschränzen herzustellen, um die Frostsicherheit zu gewährleisten, sofern nicht durch andere Maßnahmen die Frostsicherheit sichergestellt werden kann.

13.2 Lage der Gründungssohle von Bauteilen

Die Baugrubensohle wird nach den Ergebnissen der Bohrungen vsl. in den erkundeten Tal-sanden oder dem unterlagernden Geschiebemergel liegen.

Diese Böden stellen bei mitteldichter Lagerung grobkörniger Bodenarten oder mindestens steifer Konsistenz der anstehenden gemischt- bis feinkörnigen Böden (Geschiebelehm und -mergel) einen gut tragfähigen Baugrund dar.

Sofern die Gründungssohlen im Bereich vorhandener Weichschichten liegen oder diese Schichten nach den Ergebnissen der Vorerkundung [3] unmittelbar darunter anstehen, so sind diese Böden zu entfernen und durch tragfähige, verdichtungswillige Böden, Magerbeton oder RC-Material zu ersetzen.

Die Gründungssohlen sind i. d. R. nachzuverdichten; dies gilt insbesondere bei örtlich anstehenden lediglich locker- bis mitteldicht gelagerten Sanden.

13.3 Qualitative Bewertung möglicher Setzungen

Die angetroffenen Sande in mitteldichter Lagerung stellen bei ordnungsgemäßer Nachverdichtung einen ausreichend tragfähigen Baugrund dar. Die Sande sind dabei als gering setzungsempfindlich, die fein- und gemischtkörnigen Böden (Geschiebelehm und -mergel in mindestens steifer Konsistenz) als bedingt setzungsempfindlich einzustufen.

Geschiebelehm und -mergel, soweit sie in mindestens steifer Konsistenz vorliegen, stellen ebenfalls einen tragfähigen Baugrund dar.

Im Regelfall ist davon auszugehen, dass bei den anzunehmenden Lasten die zulässigen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nicht erreicht und die Setzungsbeträge bei ordnungsgemäßer Bauausführung einen Wert von 2,0 cm nicht überschreiten werden.

13.4 Gründung über Streifen- oder Einzelfundamente

Bei einer Flachgründung darf gemäß DIN 1054:2010-12 der Erdwiderstand nur dann als Reaktionskraft waagerechter Kräfte oder eines Drehmomentes herangezogen werden, wenn

- das Fundament ohne Gefahr eine Verschiebung erfahren kann, die eine hinreichende Aktivierung des Erdwiderstandes bewirkt,
- der für die Mobilisierung des Erdwiderstandes herangezogene Boden mind. mitteldicht gelagert ist oder eine mind. steife Konsistenz hat und
- der für den Erdwiderstand herangezogene Bodenkörper dauerhaft vorhanden bleibt.

Die Festlegung von Bemessungswerten des Sohlwiderstandes nach DIN 1054:2010-12 kann derzeit aufgrund fehlender Angaben zu den zu errichtenden Bauwerken (siehe hierzu 12.1) nicht erfolgen.

13.5 Plattengründung

Bodenplatten sind grundsätzlich so zu dimensionieren, dass für das Bauwerk verträgliche Setzungen und Setzungsdifferenzen erzwungen werden.

Die Bemessung der Bodenplatten erfolgt auf Basis eines anzugebenden Bettungsmoduls. Der Bettungsmodul ist indes keine konstante Größe, sondern u. a. vom Baugrund, der Größe der Bodenplatten und der Art der Lagerung (elastische Bettung oder starre Lagerung) abhängig.

Grundsätzlich ist von folgender Verteilung der Bettungsmoduln auszugehen:

- am Bauwerksrand $k_s = 2 \times k_{s0}$; zum inneren Grundrissbereich hin über 2 m linear abfallend auf $k_s = k_{s0}$
- im mittleren Grundrissbereich, mit Ausnahme eines 2 m breiten Randstreifens, konstanter Bettungsmodul $k_s = k_{s0}$.

Die Angabe von Bettungswerten ist erst nach Vorliegen der tatsächlichen Gebäudelasten, der Tiefenlage und der Geometrie der Bodenplatte sowie der Sohlspannungen für die einzelnen Gebäude möglich.

13.6 Abdichtung der Bauwerke

Aufgrund der im Untergrund anstehenden gering durchlässigen Böden ist i. R. eine Abdichtung der Bodenplatten und Untergeschosse gegen die Einwirkung von drückendem Wasser (W2-E) nach DIN 18533-1:2017-07 erforderlich.

Die Bauwerksabdichtung muss das Bauwerk wannenförmig umschließen und bis 300 mm über GOK hochgeführt werden; im Endzustand darf dieser Wert das Maß von 150 mm nicht unterschreiten. Weiterführende Hinweise zur Untergrundvorbereitung, zu den zu verwendenden Stoffen, zu Durchdringungen oder Bewegungsfugen sind den o. g. Normen zu entnehmen.

Alternativ empfiehlt sich die Herstellung der Bodenplatten und Untergeschosse in WU-Beton gemäß Richtlinie des DAfStB. Bei der Bemessung der Bauteile ist hinsichtlich des chemischen Angriffs mindestens eine Expositionsklasse XA1 anzuhalten. Etwaige weitere Expositionsklassen aufgrund anderer Expositions-kriterien sind durch den Planer festzulegen.

14 Hinweise zu erforderlichen Grundwasserhaltungen

Im Bereich der Baufläche „Pankower Tor“ stehen oberflächennah gut wasserdurchlässige Böden (grobkörnige Auffüllungen, unterlagernde Talsande oberhalb des weichselkaltzeitlichen Geschiebemergels, eingelagerte Talsande im Geschiebekomplex) des Panketal-Grundwasserleiters an, aus denen im Falle von bauzeitlichen Wasserhaltungen Grundwasser zu entnehmen ist. Auf der Grundlage der ausgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchun-

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor

Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

gen sind die Sande als gut durchlässig einzustufen, so dass mit einem starken Wasserandrang zu rechnen ist.

Die unterhalb des weichselkaltzeitlichen Mergels anstehenden grobkörnigen Böden weisen ebenfalls eine hohe Durchlässigkeit auf.

Bei in das Grundwasser eintauchenden Baukörpern sind zur Absenkung des Grundwasserspiegels daher ggf. bauzeitliche Wasserhaltungen; für die anstehenden grobkörnigen Böden kommen geschlossene Wasserhaltungen nach dem Gravitationsverfahren mit Brunnen oder Nadelfiltern in Betracht.

Bei großen Baugruben, erheblicher Eintauchtiefe in das Grundwasser und längeren Zeiten der Grundwasserabsenkung ergeben sich bauzeitlich große Förderraten und -mengen sowie Reichweiten von teils mehreren 100 Metern. Diese können zu Beeinträchtigungen an im Bereich der Absenkung liegenden Gebäuden und baulichen Anlagen (z. B. der Bahnanlagen der DB AG) führen.

Daher sind bei Absenkungen des Grundwasserspiegels von mehr als 2 m und einer über 4 Wochen hinausgehenden Förderung Maßnahmen zur Reduzierung der Absenkung vorzusehen und ggf. die Ausführung im Schutz wasserdichter Baugruben zu prüfen.

Für Wasserhaltungsmaßnahmen bei wasserdichten Baugruben siehe Hinweise in Abs. 12.2.4.

15 Hinweise zur Qualitätssicherung

15.1 Prüfung der Dichtigkeit von Baugrubentrögen

Die Prüfung der Dichtigkeit des Baugrubentroges soll i. d. R. mittels eines Pumpversuches erfolgen; dies wird regelmäßig auch Auflage der Wasserrechtlichen Erlaubnis.

Mit dem Pumpversuch ist nachzuweisen, dass die maximal zulässige Leckagewasserrate von 1,5 l/s je 1.000 m² wasserbenetzter Fläche eingehalten wird. Da hiermit lediglich über die Gesamtheit der Baugrube eine Aussage getroffen wird, kann im Falle, dass der zulässige Wert überschritten wird, nicht erkannt werden, wo Undichtigkeiten auftreten. Eine Eingrenzung könnte allenfalls erfolgen, wenn durch Querschotte, bspw. mittels Spundwand, eine Unterteilung in verschiedene Bauabschnitte erfolgt und diese dann separat geprüft würden. Hinweise auf Undichtigkeiten könnten auch aus der vergleichenden Betrachtung der Förderraten verschiedener Brunnen, die erforderlich sind, um eine gleichmäßige, durch Innenpegel nachzuweisende Absenkung sicherzustellen, erhalten werden.

Für den Fall, dass bei einer hergestellten Düsenstrahl-Dichtsohle die maximal zulässige Leckagerate überschritten wird, wird die Ausführung einer thermischen Leckortung empfohlen.

15.2 Grundwasserförderung

Für den Fall einer bauzeitlichen Grundwasserhaltung wird im Rahmen von Grundwasserförderungsmaßnahmen von der überwachenden Behörde ein Beobachtungs- und Qualitätssicherungsprogramm gefordert, das durch einen unabhängig beratenden Fachgutachter, dem Betriebsbeauftragten für Grundwasser, zu überwachen ist. Das Beobachtungsprogramm während der Grundwasserförderung umfasst im Regelfall:

- regelmäßige chemische Analysen des Förderwassers,
- permanente Kontrolle der Grundwasserstände anhand von Messstellen, die innerhalb und außerhalb der Baugrube anzuordnen sind,
- permanente Kontrolle der Förderraten und -mengen (Kontrolle des durch den Wasserhalter zu führenden Wasserbuchs) und
- regelmäßige Abfassung von Berichten zur Darstellung der Situation und Übersenden an die Wasserbehörde.

Obige Forderungen gelten auch im Falle einer Restwasserhaltung.

Zur Prüfung ggf. vorhandener Undichtigkeiten sollte bei DSV-Sohlen eine thermische Leckortung erfolgen. Die Ergebnisprotokolle sind als Qualitätsnachweis dem Betriebsbeauftragten für Grundwasser sowie der Wasserbehörde vorzulegen.

16 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen

16.1 Frosteinwirkungszone

Nach der Frostzonenkarte der RStO 12 [16] liegt das Bauvorhaben im Bereich der Frosteinwirkungszone II.

16.2 Beurteilung der Frostempfindlichkeit

Für die Bemessung von Verkehrsflächen ist bei den anstehenden vorwiegend grobkörnigen Auffüllungen mit Bauschuttresten, auf der sicheren Seite liegend, von einer Frostempfindlichkeitsklasse F 2 – mittel frostempfindlich – nach ZTV E-StB 17 [14] auszugehen.

16.3 Belastungsklasse

Für Wohnwege sowie die Herstellung von Parkplatzbereichen oder für die Herstellung von Feuerwehrezufahrten genügt i. d. R. eine Befestigung für eine Belastungsklasse *Bk 0,3* nach RStO 12. Quartiers-, Sammel- und Wohnstraßen sind für eine Belastungsklasse *Bk 1,0 bis Bk 3,2* auszubauen; für Busverkehrsflächen ist die Belastungsklasse *Bk 1,8* ausreichend.

16.4 Dicke des frostsicheren Aufbaus

Wir empfehlen eine Bemessung in Anlehnung an die RStO 12 [16].

Die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus ergibt sich in Abhängigkeit von der Frosteinwirkungszone, der gewählten Frostempfindlichkeit der anstehenden Böden (F 2 – mittel frostempfindlich – und der Belastungsklasse gemäß Tabelle 6 sowie Tabelle 7 Spalte A der RStO 12 wie folgt:

- für *Bk 0,3* zu 45 cm,
- für *Bk 1,0 bis Bk 3,2* zu 65 cm.

Gegebenenfalls weitere erforderliche Mehr- oder Minderdicken in Abhängigkeit von der höhenmäßigen Einordnung der Verkehrswege und -flächen sind nach Tabelle 7 o. g. Richtlinie durch den Verkehrsflächenplaner zu berücksichtigen.

17 Weitere Hinweise und Empfehlungen

Mit dem vorliegenden Geotechnischen Untersuchungsbericht werden die Ergebnisse der ausgeführten Feldarbeiten und Laboruntersuchungen dargestellt und ausgewertet; Bodenkennwerte wurden ermittelt. Enthalten sind zudem vorläufige bautechnische Empfehlungen und Hinweise, soweit dies möglich war.

Die Aussagen, Empfehlungen und Hinweise dieses Geotechnischen Untersuchungsberichtes sind insofern vorläufig, als Angaben zu den Baumaßnahmen und darauf gerichtete Bemessungswerte fehlen. Sie sind im Zuge der weiteren Planung zu überprüfen; der Bericht ist fortzuschreiben.

Nach Vorliegen konkreter Planungen zu Gebäuden und Verkehrsanlagen sind Bemessungswerte zu ermitteln und anzugeben. Es ist dann ein vorhabenspezifischer Geotechnischer Bericht zu erarbeiten.

Erforderlichenfalls sind dann auch ergänzende, tiefer reichende Baugrunderkundungen auszuführen.

Wir empfehlen aus Vorsorgegründen dringend, während der Baumaßnahmen eine baubegleitende Kampfmittelräumung vorzunehmen.

Bodenmaterial, das im Zuge des Baugrubenaushubs anfällt, ist gemäß seiner abfalltechnischen Eigenschaften zu verwerten. Für den Abtransport aus dem Baufeld müssen sowohl die Deklaration des Materials vorliegen als auch der Entsorgungsweg feststehen. Aufgrund der Größe des Baufeldes sind vsl. Haufwerksbeprobungen vorzusehen.

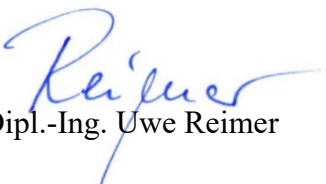
Im Rahmen der Baugrubenabnahme ist durch einen Baugrundsachverständigen zu prüfen, ob die im Bereich der Gründung vorhandenen Untergrundverhältnisse mit den bei der statischen Berechnung zugrunde gelegten Annahmen übereinstimmen. Die Verdichtung der

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor
Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Gründungssohlen sowie erforderlichenfalls eingebrachten Hinterfüllmaterials ist durch Verdichtungskontrollen zu prüfen.

Alle im Zuge der Baugrunderkundung entnommenen und nicht bereits für bodenmechanische oder umwelttechnische Untersuchungen verwendeten Bodenproben werden aufbewahrt, um weitere ggf. später erforderliche Untersuchungen ausführen zu können; die Aufbewahrungsfrist beträgt drei Monate.

Berlin, den 05.05.2023


Dipl.-Ing. Uwe Reimer



Anlage 1

Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 12.500

Entwicklung ehem. Rangierbahnhof Berlin-Pankow – Pankower Tor
Geotechnischer Untersuchungsbericht vom 5. Mai 2023

Anlage 2

**Lageplan und Aufschlussplan,
Maßstab 1 : 2.500**

Anlage 3

Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022-1

Anlage 3.1: Schichtenverzeichnisse BFM 2022

Anlage 3.2: Schichtenverzeichnisse BFM 2023

Anlage 3.3: Schichtenverzeichnisse CDM Smith [1]

Anlage 4

BohrprofilDarstellungen und Drucksondierungsdiagramme

- Anlage 4.1: BohrprofilDarstellungen BFM 2022
- Anlage 4.2: BohrprofilDarstellungen BFM 2023
- Anlage 4.3: BohrprofilDarstellungen CDM Smith 2018 [1]
- Anlage 4.4: BohrprofilDarstellungen Altaufschlüsse [9]
- Anlage 4.5: Drucksondierungsdiagramme CDM Smith 2018 [1]

Anlage 5

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 5.1: Ergebnisse BFM 2022

Anlage 5.2: Ergebnisse BFM 2023

Anlage 5.3: Zusammenstellung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (BFM 2022+2023)

Anlage 5.4: Ergebnisse CDM Smith 2018 [1]

Anlage 6

Freigabeprotokolle der kampfmitteltechnischen Messungen