



IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12, 12099 Berlin

**Beratung**

**Planung**

**Gutachten**

# **Geotechnischer Bericht**

## **nach DIN 4020**

### **mit Definition der Homogenbereiche**

**Bauvorhaben**                      **U-Bhf. Paulsternstraße**  
**Barrierefreier Ausbau und Neubau Ausgang**  
**13629 Berlin**

**Bauherr**                              Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)  
Anstalt des öffentlichen Rechts  
Holzmarktstraße 15-17  
10179 Berlin

**Bearbeiter**                        M.Sc. P. Knobloch  
Dipl.-Ing. I. Friedrich-Keil

**Projektnummer**                  P 038/19

**Datum**                                22.08.2019

**IFK Ingenieurbüro  
für Geotechnik GmbH**

Ringbahnstraße 12  
12099 Berlin

T +49-30-367 590 64  
F +49-30-367 590 66

info@ifk-blm.de  
www.ifk-blm.de

**Geschäftsführerin**  
Dipl.-Ing. I. Friedrich-Keil

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>I</b>	<b>GEOTECHNISCHER UNTERSUCHUNGSBERICHT DIN 1997-2:2010-10.....</b>	<b>4</b>
<b>I.1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2</b>	<b>VERANLASSUNG.....</b>	<b>5</b>
<b>I.3</b>	<b>UNTERLAGEN.....</b>	<b>6</b>
<b>I.4</b>	<b>PLANUNG.....</b>	<b>7</b>
<b>I.5</b>	<b>BESCHREIBUNG DES BAUGELÄNDES.....</b>	<b>11</b>
I.5.1	Standort und Topographie.....	11
I.5.2	Aktuelle Nutzung und Bebauung.....	11
I.5.3	Standorthistorie und Altlastenverdacht.....	12
I.5.4	Geologische Situation.....	13
I.5.5	Allgemeine hydrogeologische Situation.....	14
I.5.6	Zu erwartender höchster Grundwassersand zeHGW.....	15
<b>I.6</b>	<b>DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....</b>	<b>16</b>
I.6.1	Aufschlussuntersuchungen.....	16
I.6.1.1	Vermessung.....	16
I.6.1.2	Kampfmittelsondierung.....	16
I.6.1.3	Kleinbohrungen (BS).....	16
I.6.1.4	Rammsondierungen (DPH).....	17
I.6.1.5	Grundwassermessstelle (Pegel).....	17
I.6.2	Laboruntersuchungen.....	17
I.6.2.1	Bestimmung der Kornverteilung.....	17
I.6.2.2	Bestimmung des Wassergehalts.....	17
I.6.2.3	Chemische Analyse Grundwasser.....	17
<b>I.7</b>	<b>BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN INFORMATION.....</b>	<b>18</b>
I.7.1	Baugrundaufbau.....	18
I.7.2	Bestimmung der Bodenklassen.....	20
I.7.3	Ergebnisse der Rammsondierungen.....	22
I.7.4	Aktuelle Grundwasserstände.....	23
I.7.5	Laborversuche.....	24

I.7.5.1	Siebungen / kombinierte Sieb-Schlämmanalysen.....	24
I.7.5.2	Wassergehaltsbestimmung .....	24
I.7.5.3	Chemische Analyse Grundwasser .....	25
<b>II</b>	<b>HOMOGENBEREICHE NACH VOB 2016.....</b>	<b>27</b>
<b>III</b>	<b>CHARAKTERISTISCHE WERTE UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG .....</b>	<b>28</b>
<b>III.1</b>	<b>BODENKENNWERTE.....</b>	<b>28</b>
<b>III.2</b>	<b>FOLGERUNGEN, EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE.....</b>	<b>29</b>
III.2.1	Empfehlungen für die geotechnische Entwurfsbearbeitung .....	29
III.2.1.1	Allgemeine Angaben zum Baugrund.....	29
III.2.1.2	Ausführung .....	29
III.2.2	Allgemeine Hinweise und Empfehlungen .....	30

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

### **A 1 LAGEPLÄNE**

- A 1.1 ÜBERSICHTSLAGEPLAN
- A 1.2 LAGE DER BOHRUNGEN UND SONDIERUNGEN

### **A 2 BOHRUNGEN UND SONDIERUNGEN**

- A 2.1 BS1 / DPH1
- A 2.2 BS2 / DPH2
- A 2.3 BS3

### **A 3 LABORVERSUCHE**

- A 3.1 KÖRNUNGSLINIEN BS1
- A 3.2 KÖRNUNGSLINIEN BS2
- A 3.3 KÖRNUNGSBAND SAND

### **A 4 AUSBAUZEICHNUNG PEGEL BS1**

### **A 5 PRÜFBERICHTE GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN**

- A 5.1 PRÜFBERICHTE UMWELTRELEVANTE PARAMETER
- A 5.2 PRÜFBERICHTE BETON-/STAHLAGGRESSIVITÄT

### **A 6 HOMOGENBEREICHE NACH VOB 2016**

### **A 7 MUNITIONSTECHNISCHE FREIGABE**

# **I GEOTECHNISCHER UNTERSUCHUNGSBERICHT DIN 1997-2:2010-10**

## **I.1 ZUSAMMENFASSUNG**

Am U-Bahnhof Paulsternstraße in 13629 Berlin-Spandau planen die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) den barrierefreien Zugang zwischen Straßen- und Gleisebene. Hierzu ist, zusätzlich zu den zwei vorhandenen Treppenausgängen, ein Ausgang inklusive Personenaufzug auf der östlichen Straßeninsel auf der Nonnen-dammallee geplant, welcher über eine Zwischenebene zum Bahnsteig führen soll. Die Zwischenebene und der Bahnsteig sollen ebenfalls über eine Treppe und einen Aufzug miteinander verbunden werden.

Die geplante Baumaßnahme liegt regionalgeologisch gesehen im Warschau-Berliner Urstromtal. Unter einer Auffüllung stehen in der Regel weichselkaltzeitliche Talsande an. Zudem können durch die Nähe zur Spree organische Bildungen nicht ausgeschlossen werden.

Unterhalb einer anthropogenen Auffüllung stehen zunächst Sande an, die in Tiefen ab ca. 9,00 m unter Gelände von schluffigen Feinsanden unterlagert werden. Zudem kommen Schluffe und Kiese im Untersu-chungsgebiet als zwischengelagerte Schichten in den Sanden vor.

Der Ruhegrundwasserstand wurde im Juli 2019 auf der Ordinate +29,45 m NHN, d.h. ca. 4,60 m unter Gelände, eingemessen. Der höchste zu erwartende Grundwasserstand (zeHGW) liegt bei +31,10 m NHN, der Bemessungswasserstand wurde auf BMW = +29,75 m NHN festgelegt.

Die Sande sind weitestgehend mindestens mitteldicht, in Tiefen ab ca. 8,30 m unter Gelände vorwiegend dicht gelagert, so dass eine Gründung des Bauwerks ohne Zusatzmaßnahmen möglich ist.

Nach den durchgeführten Analysen kann das Grundwasser als nicht betonangreifend eingestuft werden. Die Korrosionswahrscheinlichkeit von nicht- und niedriglegierten Stählen ist sehr gering. Es wurden keine Über-schreitungen der Einleitparameter festgestellt, so dass der Abschlag des zu fördernden Grundwassers, nach der durch die Ausführung einer Unterwasserbeton- oder Düsenstrahlsohle notwendigen Neutralisation, im Rahmen der Baugrubenherstellung in das Regenwassernetz der Berliner Wasserbetriebe oder in ein Ober-flächengewässer erfolgen kann.

Die Baugrube kann als Trogbaugrube im Spundwandverbau mit Unterwasserbetonsohle im Schutze einer Restwasserhaltung hergestellt werden. Oberhalb der Tunneldecke kann eine Abdichtung gegen das Grund-wasser durch einen Betondichtbalken und einen Anschluss an die Bestandsbohrpfahlwand erfolgen. Die Ausbildung dieses Baugrubenteils kann überwiegend geböscht erfolgen.

Für die Abdichtung des Untergeschosses ist die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser) anzusetzen.

## I.2 VERANLASSUNG

Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) planen den Neubau eines hindernisfreien Ausganges am U-Bahnhof Paulsternstraße der Linie U7 in 13629 Berlin-Spandau OT Siemensstadt.

IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH wurde von der

ArchitektenSocietät Birkel, Unger und Partner  
Schwarzbacher Straße 7  
10711 Berlin

beauftragt einen Geotechnischen Untersuchungsbericht nach EC7, sowie den Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 für die geplante Baumaßnahme zu erarbeiten. Zudem sind die Homogenbereiche nach VOB Teil C/ DIN 18300 ff. zu bilden bzw. festzulegen. Des Weiteren soll das Grundwasser auf umweltrelevante Parameter, sowie auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht werden.

Die Untersuchung der anstehenden Böden auf eine mögliche Belastung als orientierende abfalltechnische Untersuchung nach LAGA TR Boden ist nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Eine entsprechende Untersuchung kann z.B. baubegleitend als Haufwerksbeprobung durchgeführt werden.

Die Lage des Untersuchungsbereiches ist dem Übersichtsplan der Anlage A 1.1 zu entnehmen.

### **I.3            UNTERLAGEN**

Für die Erarbeitung des Geotechnischen Berichts standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /U 1.1/        Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Fis-Broker – Geoportal Berlin, Stand: August 2019
- /U 1.2/        Vorabzug Grundrisse, Schnitte – U-Bahnhof Paulsternstraße, Barrierefreier Ausbau und Neubau Ausgang, ArchitektenSocietät Birkel Unger und Partner, Schwarzbacher Straße 7, 10711 Berlin, Stand: Dezember 2018
- /U 1.3/        Erläuterungsbericht - U7 U-Bahnhof Paulsternstraße, Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), Anstalt des öffentlichen Rechts, Holzmarktstraße 15 – 17, 10179 Berlin, Stand 10.12.18
- /U 1.4/        Schichtenverzeichnisse und Rammsondierdiagramme, BGU Torsten Lehmann, Körnerstr. 51, 15370 Petershagen, Juli 2019
- /U 1.5/        Prüfberichte Grundwasser, WESSLING GmbH, Haynauer Str. 60, 12249 Berlin, Juli 2019

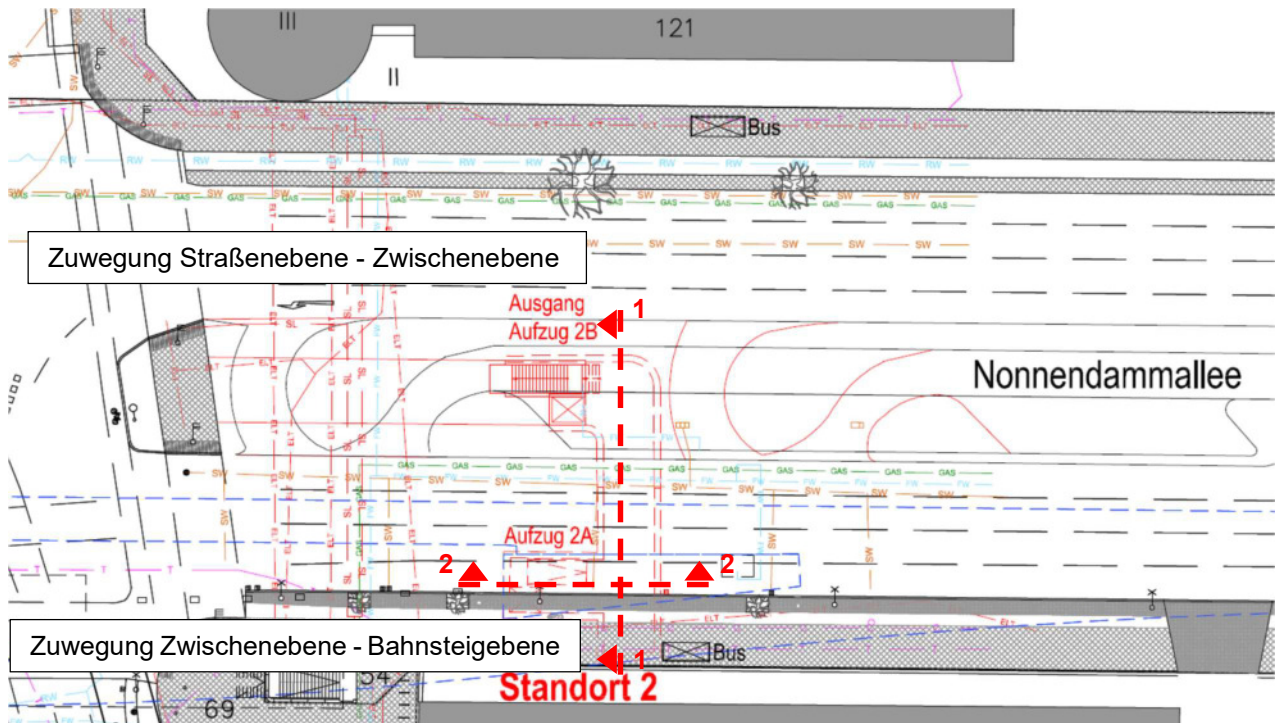
## I.4 PLANUNG

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung ist die straßenseitige Erschließung der Bahnsteigebene des U-Bahnhofs Paulsternstraße über die beiden, südlich der Nonnendammallee gelegenen, Ausgänge I/1 und I/2 gegeben. Aufgrund einer unzureichenden brandschutztechnischen Bewertung des Standortes ist die Erschließung über einen weiteren Treppenausgang erforderlich. Gemäß den Anforderungen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Verkehr und Klimaschutz wird der Ausbau barrierefrei geplant.

Gemäß aktuellem Planungsstand soll die Standortvariante 2 (östlicher Trompeten- und Kreuzungsbereich) zur Ausführung kommen. Demnach soll zunächst die Innentreppe II sowie Aufzug A von der Bahnsteigebene der U7 auf die Zwischenebene der Schalterhalle II geführt und von hier aus die Straßenebene im Bereich der Mittelinsel - östlich der Kreuzung von Nonnendammallee und Otternbruchstraße bzw. Paulsternstraße - durch den geplanten Ausgang II/2 bzw. Aufzug B erschlossen werden. Im Bereich des Ausgangs II/2 im Straßenland auf Höhe der Mittelinsel sind zum aktuellen Zeitpunkt PKW-Parkflächen vorhanden, welche im Zuge der Bauarbeiten entfernt und durch eine Zuwegung ersetzt werden sollen.

Eine Darstellung des geplanten Ausgangs ist dem Grundriss in Bild 1 zu entnehmen.

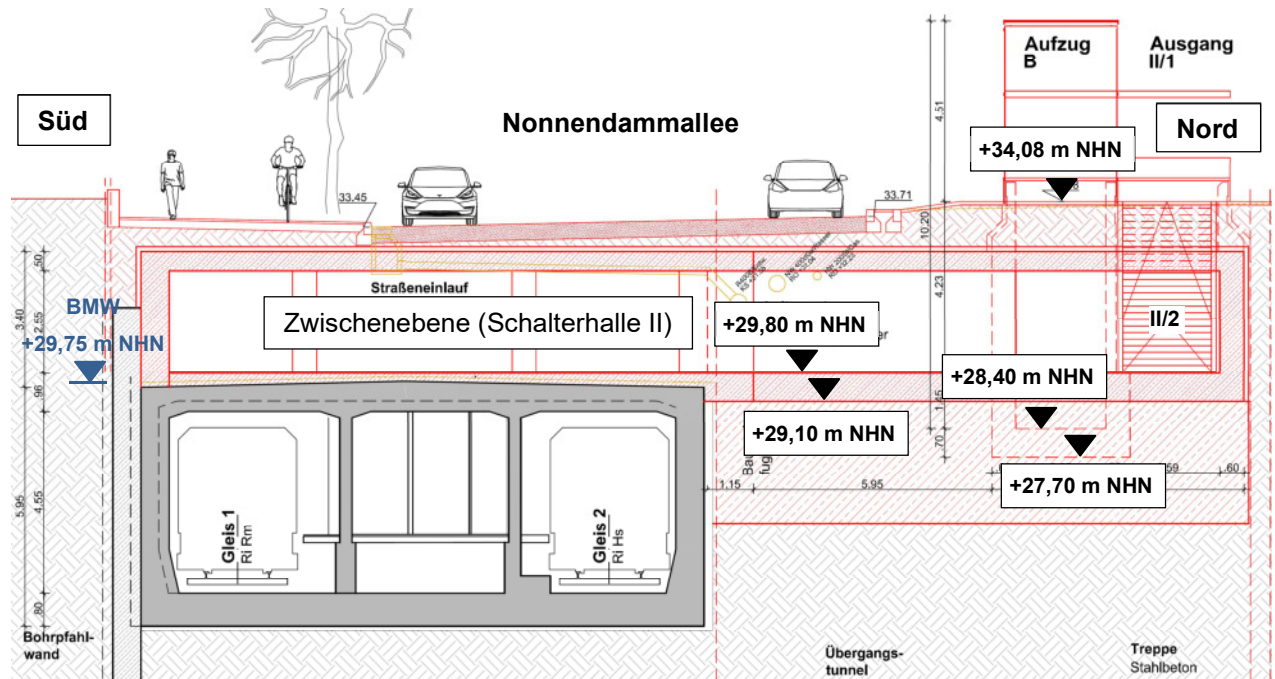
**Bild 1 Grundriss Straßenebene**



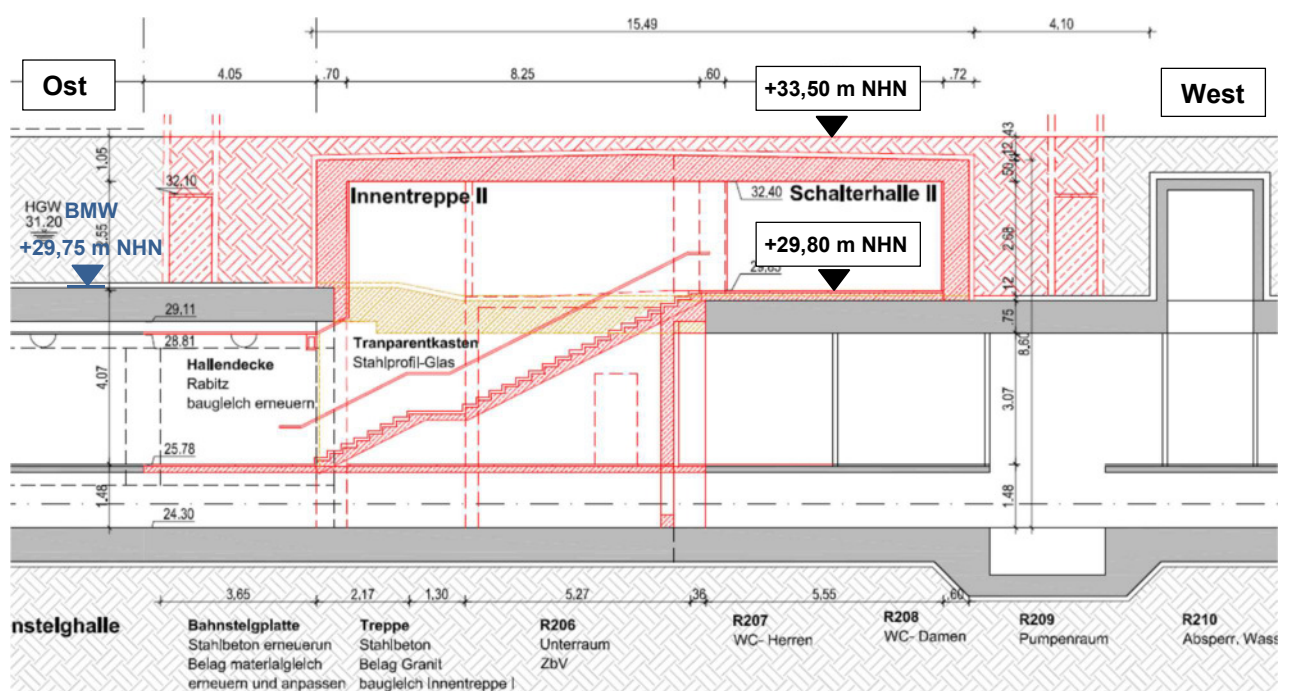


Die Baumaßnahme sieht eine Durchörterung der Tunneldecke am östlichen Bahnsteigende vor. Die neu zu errichtende Schalterhalle II wird zu weiten Teilen auf der Tunneldecke errichtet. Ausgang II/2 und der dazugehörige Aufzug B liegen nördlich des Tunnels. Im südlichen Bereich der Zwischenebene sollen zudem Nutzräume (u.a. Aufzugstechnik, Müll-/Sand bzw. Aufenthaltsraum) geschaffen werden. Schnitte aus Vorabzügen der geplanten Ausführung /U 1.2/ sind auf den Bildern 2 und 3 dargestellt.

**Bild 2 Schnitt 1 - Schalterhalle und Ausgang II/2 / Aufzug B**

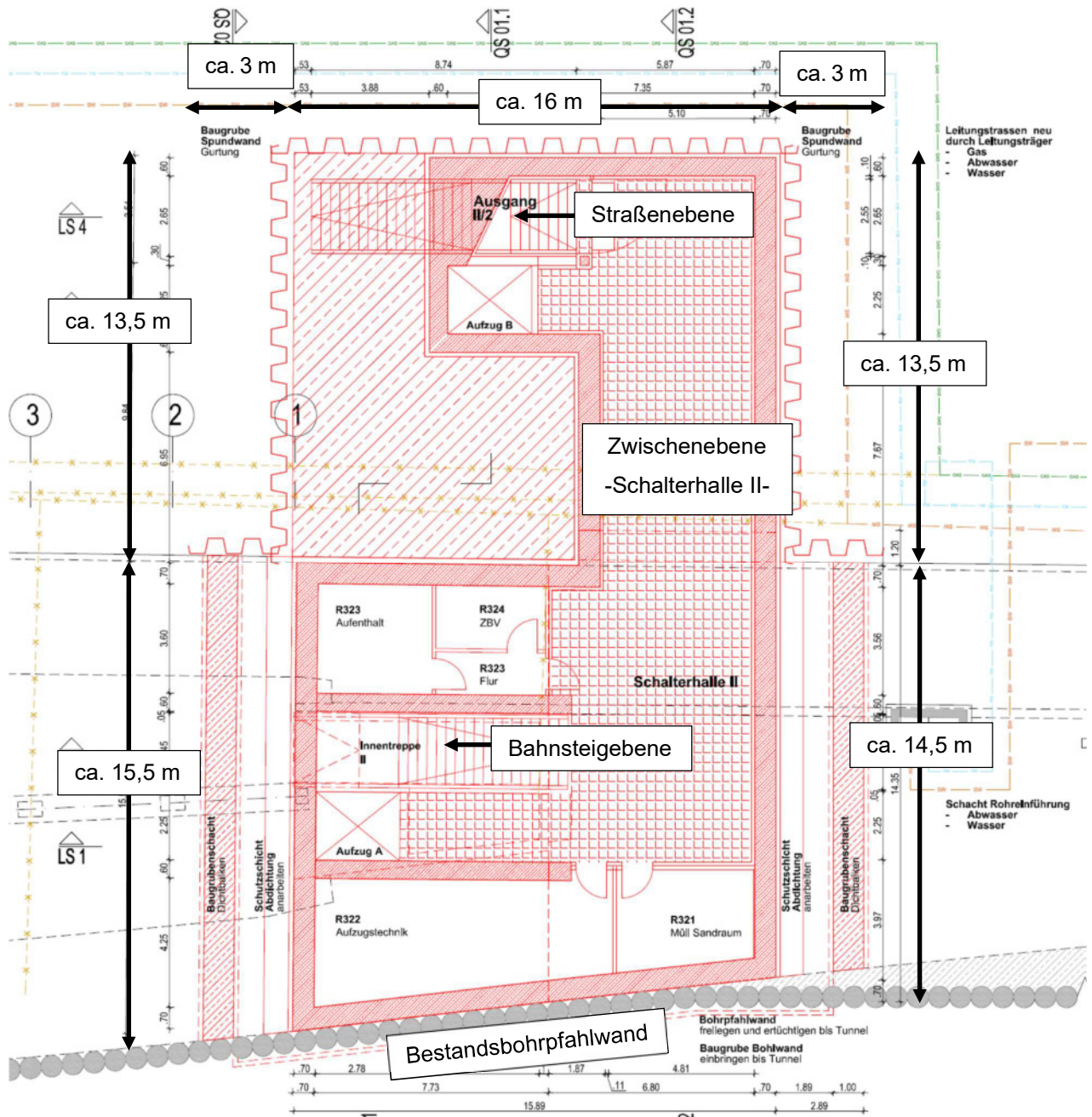


**Bild 3 Schnitt 2 - Innentreppe II**



Dem Bild 4 ist die Darstellung des Grundrisses der Zwischenebene / Schalterhalle II zu entnehmen.

**Bild 4 Aufsicht Schalterhalle II**



Die geplanten Baugrubenabmessungen betragen ca. 29,00 m x 16,00 m - im südlichen, oberhalb der Tunneldecke der U7 befindlichen, Teil der Baugrube erhöht sich die Breite von 16,00 m auf ca. 22,00 m.

Nach aktueller Planung ist die Ausbildung des, neben dem U-Bahn-Tunnel liegenden, nördlichen Baugrubenteils (ca. 16,0 m x 13,5 m) als Trogbaugrube im Spundwandverbau und Dichtsohle geplant. Die Unterkante des Bauwerks liegt hier bei ca. +29,10 m NHN bzw. im Bereich der Aufzugsunterfahrt auf der Ordinate +27,70 m NHN. Der südliche, auf dem U-Bahn-Tunnel liegende Teil soll westlich und östlich geböscht erfolgen und hier durch einen Dichtbalken gegen Grundwasser abgedichtet werden. Die im Anschlussbereich an den nördlichen Baugrubenteil jeweils ca. 3,0 m überstehenden Bereiche sollen angrenzend an den Bestandstunnel im Spundwandverbau gesichert werden. Südlich soll, sofern möglich, die bestehende Bohrpfehlwand als Baugrubensicherung dienen.

Die geplante Baumaßnahme liegt außerhalb von Wasserschutzzonen.

Nach DIN EN 1997-2 ist die geplante Baumaßnahme in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

## **I.5            BESCHREIBUNG DES BAUGELÄNDES**

### **I.5.1          STANDORT UND TOPOGRAPHIE**

Das geplante Baufeld liegt ca. 50 m östlich des Kreuzungsmittelpunktes der Nonnendammallee und der Otternbuchtstraße im Süden, bzw. Paulsternstraße im Norden in 13629 Berlin-Spandau OT Siemensstadt. Die Maßnahme erstreckt sich vom südlichen Fußgängerweg nahe der Bushaltestelle Paulsternstraße über den stadteinwärts führenden Fahrstreifen der Nonnendammallee bis auf die Mittelinsel.

Die Geländeoberfläche im Bereich des Baufeldes steigt aufgrund einer schwachen Straßenneigung leicht nach Norden hin an und liegt zwischen den Ordinaten +33,45 m NHN und +34,08 m NHN. Generell kann die Geländeform im größeren Umfeld des Bauvorhabens jedoch als weitestgehend eben beschrieben werden.

### **I.5.2          AKTUELLE NUTZUNG UND BEBAUUNG**

Die U7 verkehrt tagsüber im 5- bis 10-minutentakt und stellt eine wichtige Verbindung zwischen Spandau und den südöstlichen Stadtgebieten dar. In den frühen Morgenstunden, ca. zwischen 1:00 und 4:00 verkehrt die Linie wochentags nicht. An der gleichnamigen Bushaltestelle verkehren außerdem die Linien 139, N7 und N39. Die Station Paulsternstraße stellt u.a. die nächstmögliche Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel für Schüler bzw. Besucher der nahegelegenen Knobelsdorff-Schule dar. Die Nutzung des Gebietes ist vornehmlich gewerblich geprägt (u.a. Wohn- und Einrichtungshäuser, Baumärkte, Einkaufszentren). Die umliegenden Flächen sind gemäß Flächennutzungsplan /U 1.1/ als gemischte Bauflächen (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) verzeichnet.

Die Nonnendammallee ist gemäß dem übergeordneten Straßennetz /U 1.1/ als eine übergeordnete Straßenverbindung der Stufe II gekennzeichnet und dient u.a. als Zubringer auf die A 111 bzw. A 100. Die Paulsternstraße ist ebenfalls als übergeordnete Straßenverbindung, die Otternbuchtstraße als Ergänzungsstraße verzeichnet.

Westlich des Ausganges II/1 befindet sich unterhalb des Geländes, entlang der südlichen Tunnelwandung, eine tangierende Bohrpfahlwand die im Zuge der Tunnelerrichtung zur Sicherung des anliegenden Osrám-Gebäudes hergestellt wurde.

### **I.5.3 STANDORTHISTORIE UND ALTLASTENVERDACHT**

Gemäß der Auswertung von Luftbildern und historischen Karten /U 1.1/ ist die anliegende Bebauung im Jahr 1928 insbesondere durch das Industriegebiet am Standort Siemensstadt bestimmt. Das geplante Baufeld liegt zwischen dem Osram-Werk, den Siemens-Schuckertwerken (Namensgebend für den OT Siemensstadt) und Kleingärten sowie Wiesen- und Waldflächen.

In dem historischen Kartenmaterial aus den Jahren 1937 und 1946 ist die Bebauung im Umfeld des geplanten Baufeldes weitestgehend unverändert dargestellt, wodurch sich keine konkreten Hinweise auf Zerstörungen während des zweiten Weltkrieges ergeben. Ab 1950 ist eine kontinuierliche Zunahme der Bebauung in den umliegenden Gebieten erkennbar.

Aus den vorliegenden Unterlagen geht das Vorhandensein einer Bahnstrecke auf der Nonnendammallee vom Anfang des 20. Jahrhunderts bis 1967 hervor, die von Straßenbahnen der Stadt Spandau sowie von Güterbahnen der Siemens-Schuckertwerke genutzt wurde. Die Inbetriebnahme des U-Bahnhof Paulsternstraße erfolgte im Jahr 1984 /U 1.3/.

IFK Ingenieurbüro für Geotechnik liegen keine Informationen zu einem konkreten Altlastenverdacht vor, grundsätzlich können durch die jahrzehntelange Nutzung des Gebietes als Bahnstrecke bzw. intensive Befahrung mit Kraftfahrzeugen verkehrs- bzw. bahntypische Kontaminationen nicht ausgeschlossen werden. Einträge können z.B. aus der Verwendung von Kraftstoffen, Frostschutz- und Schienenschmiermitteln, Motorenölen, Lacken etc. entstehen und umfassen z.B. Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), Chlorkohlenwasserstoffe (CKW), BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) und Schwermetalle (Blei).



#### I.5.4 GEOLOGISCHE SITUATION

Nach den geologischen Unterlagen /U 1.1/ liegt die geplante Baumaßnahme regionalgeologisch gesehen im Warschau-Berliner-Urstromtal. Im Untersuchungsbereich stehen unter einer Auffüllung überwiegend weichselkaltzeitliche Talsande an. Auf Grund der Lage in relativer Nähe zur Spree bzw. alten Spree kann ein Vorhandensein von organischen Ablagerungen (Torf/Mudde), die als zwischengelagerte Schichten in den anstehenden Sanden auftreten können, nicht ausgeschlossen werden.

Bei einer benachbarten Baugrunderkundung, die von IFK Ingenieurbüro für Geotechnik im Jahr 2016 durchgeführt wurde, wurden Sande bis in eine Tiefe von 6,00 m unter Gelände unterhalb einer anthropogenen Auffüllung erkundet.

Ein Ausschnitt aus der geologischen Karte ist in Bild 5 gegeben.

**Bild 5** Ausschnitt aus der geologischen Karte 1:25.000



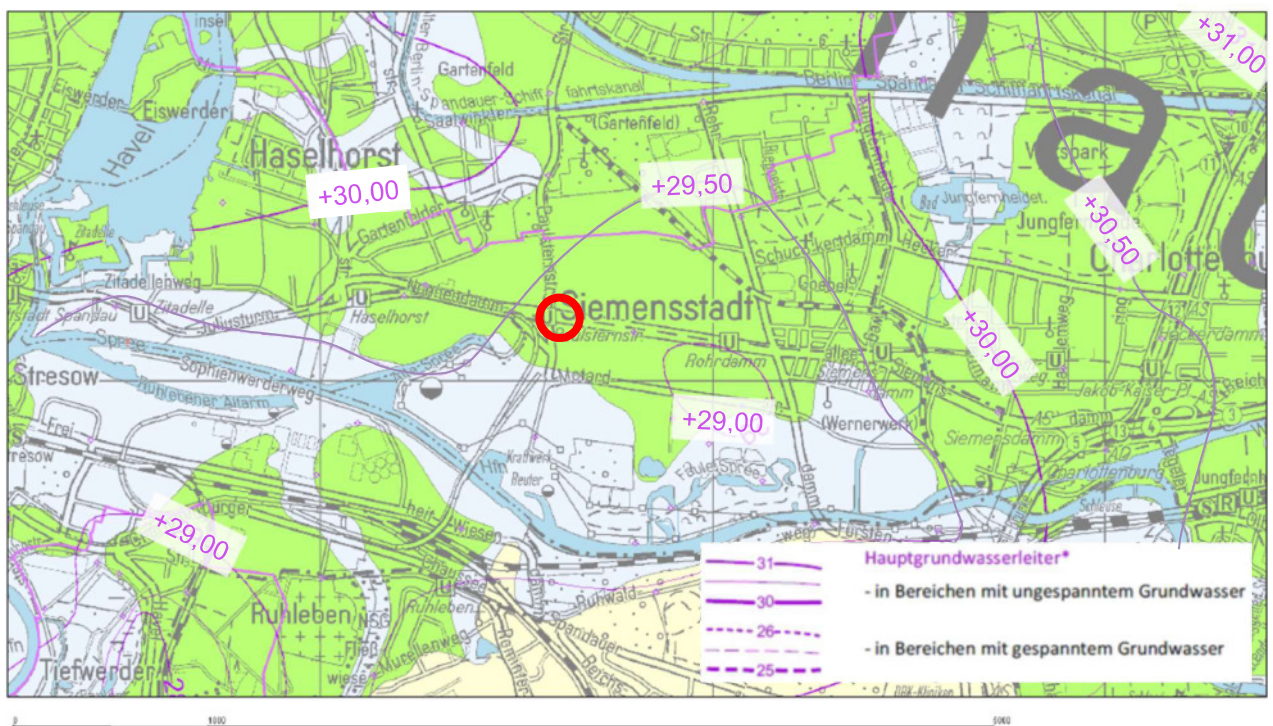
Quelle: Geoportal Berlin (Stand Juli 2019)

### I.5.5 ALLGEMEINE HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Das Untersuchungsgebiet befindet sich regionalgeologisch gesehen im Warschau-Berliner Urstromtal. Das Grundwasser steht hier in der Regel ungespannt und relativ oberflächennah in den Talsanden und -kiesen an.

Nach der Grundwassergleichenkarte 2018 der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen /U 1.1/ steht das Grundwasser ungespannt ca. zwischen den Ordinaten +29,00 m NHN und +29,50 m NHN an. Ein Ausschnitt der Grundwassergleichen im großregionalen Rahmen des Projektgebietes ist in Bild 6 dargestellt.

**Bild 6 Ausschnitt Grundwassergleichen 2018 - Geologischer Atlas**



Quelle: Geoportal Berlin (Stand Juli 2019)

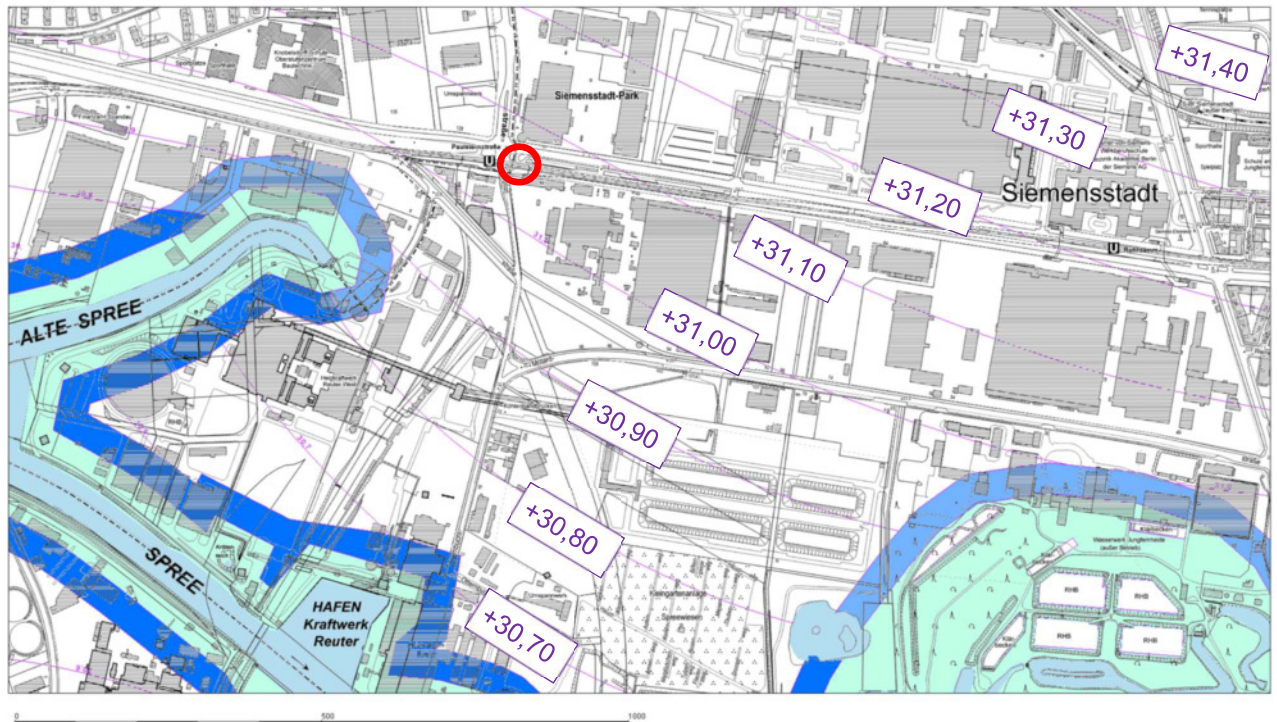
Die geplante Baumaßnahme liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten.



### I.5.6 ZU ERWARTENDER HÖCHSTER GRUNDWASSERSAND ZEHW

Angaben zum zeHW (zu erwartenden höchsten gemessenen Grundwasserstand) wurden dem Umweltatlas der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen /U 1.1/ entnommen. Demnach liegt der zeHW im Untersuchungsgebiet ca. zwischen den Ordinaten +31,00 m NHN und +31,10 m NHN (siehe Bild 7).

**Bild 7** Zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHW)



Quelle: Geoportal Berlin (Stand Juli 2019)

Der zu erwartende höchste Grundwasserstand wird auf

**zeHW = +31,10 m NHN**

festgelegt.



## **I.6 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

### **I.6.1 AUFSCHLUSSUNTERSUCHUNGEN**

#### **I.6.1.1 Vermessung**

Die Untersuchungspunkte wurden im Anschluss an die Bohr- und Sondierarbeiten im Juli 2019 durch die BGU Thorsten Lehmann nach Lage und Höhe eingemessen. Die jeweiligen Koordinaten und Ordinaten der Ansatzpunkte im Bezugssystem ETRS89/UTM 33N sind der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen.

**Tabelle 1 Vermessung der Aufschlusspunkte**

<b>Aufschluss</b>	<b>Rechtswert [m]</b>	<b>Hochwert [m]</b>	<b>Höhe Gelände [m NHN]</b>
BS1 / DPH1	33.381.206	5.822.328	+34,05
BS2 / DPH2	33.381.218	5.822.326	+33,95
BS3	33.381.199	5.822.314	+33,75

#### **I.6.1.2 Kampfmittelsondierung**

Die Kampfmittelsondierung wurde am 15.07.2019 an den Aufschlusspunkten BS1 und BS2 durch die Firma EOD Consultants durchgeführt und die munitionstechnische Freigabe vor Ort erteilt. Die Freigabe ist der Anlage A 7 zu entnehmen.

#### **I.6.1.3 Kleinbohrungen (BS)**

Zur Erkundung und Beurteilung des Baugrundes gemäß DIN EN 1997-2 Eurocode 7, DIN EN 1997-2/NA Nationaler Anhang bzw. DIN 4020 wurden am 15.07.2019 durch die Firma BGU Thorsten Lehmann 2 Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von 14,00 m sowie 1 Kleinbohrung bis in eine Tiefe von 1,50 m nach DIN EN ISO 22475-1 mit einem Bohrdurchmesser von max. ca. 80 mm niedergebracht.

Die Bohrung oberhalb der Tunneldecke (BS3) konnte trotz mehrmaligem Versetzen auf Grund eines Hindernisses (OK-Beton) nicht bis in die geplante Tiefe von 4,00 m unter GOK ausgeführt werden. Auf Grund dessen empfehlen wir die Bestandsordinate OK-Tunneldecke zu prüfen. Die Bohrungen BS1 und BS2 konnten auf Grund von Bohrstillstand bei jeweils 14,00 m unter Gelände nicht bis in die geplanten Tiefen von 15,00 m niedergebracht werden.

Aus den Bohrungen wurden schichtenweise gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 zur Ansprache des Baugrundes entnommen. Erstreckten sich diese Schichten über mehrere Meter, wurden zusätzlich meterweise Proben entnommen.

Die Lage der Bohrungen ist der Anlage A 1.2 zu entnehmen.

#### I.6.1.4 Rammsondierungen (DPH)

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz des Baugrundes wurde neben den Bohrstellen BS1 und BS2 jeweils eine Sondierung mit der Schweren Rammsonde nach EN 22476-2+A1 bis in eine Tiefe von 11,80 m bzw. 11,10 m unter Gelände abgeteuft. Die Lage der Sondierstellen ist der Anlage A 1.2 zu entnehmen. An der Bohrstelle BS3 wurde auf eine Rammsondierung verzichtet, da bereits beim Niederbringen der Kleinbohrung oberhalb der Tunneldecke auf Grund eines Hindernisses eine Tiefe von 1,50 m nicht überschritten werden konnte. Auf Grund der sehr dicht gelagerten Sande konnten die Sondierungen DPH1 und DPH2 nur bis in eine Tiefe von 10,80 m, bzw. 11,10 m unter Gelände geführt werden, so dass die vorgesehene Endteufe von 15,00 m nicht erreicht wurde.

Die Ergebnisse der Sondierungen sind auf den Anlagen A 2.1 bis A 2.2 in Form von Diagrammen zusammen mit der benachbarten Bohrung dargestellt.

#### I.6.1.5 Grundwassermessstelle (Pegel)

Zum Einmessen des Ruhegrundwasserstandes, sowie für die Entnahme einer Grundwasserprobe zur Untersuchung auf Einleitparameter sowie Stahl- und Betonaggressivität wurde die Bohrstelle BS1 zu einer temporären 2“-Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Ausbauezeichnung ist der Anlage A 4 zu entnehmen.

### I.6.2 LABORUNTERSUCHUNGEN

#### I.6.2.1 Bestimmung der Kornverteilung

An repräsentativen Proben der Sande wurden im Juli 2019 von IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH nach DIN EN ISO 17892-4 die Körnungslinien mittels Trockensiebung, Siebung mit vorherigem nassen Abtrennen der Feinteile sowie kombinierter Sieb- und Schlämmanalyse bestimmt und auf den Anlagen A 3.1 und A 3.2 in Form von Mehrfachkurven entsprechend der Tiefenlage, sowie mit Kornverteilungsband auf der Anlage A 3.3 dargestellt. Das Ergebnis ist dem Abschnitt I.7.5.1 zu entnehmen.

#### I.6.2.2 Bestimmung des Wassergehalts

Der Wassergehalt wurde an zwei Proben der gewachsenen Böden mittels Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Das Ergebnis ist dem Abschnitt I.7.5.2 zu entnehmen.

#### I.6.2.3 Chemische Analyse Grundwasser

Die Bohrung BS1 wurde zur temporären 2“- Grundwassermessstelle ausgebaut und eine Grundwasserprobe entnommen. Die Probe wurde dem akkreditierten Labor WESSLING GmbH zur Untersuchung auf umweltrelevante Parameter (Einleitwerte), sowie Betonaggressivität nach DIN 4030 und Stahlaggressivität nach DIN 50929 übergeben. Die Ergebnisse sind dem Abschnitt I.7.5.3 zu entnehmen. Die vollständigen Prüfberichte sind der Anlage A 5 zu entnehmen.

## I.7 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN INFORMATION

Nach Auswertung der Schichtenverzeichnisse und Ansprache der Proben im Labor nach DIN 18196 sowie der durchgeführten Laborversuche wurden die Bohrprofile gemäß DIN 4023 erstellt und auf den Anlagen A 2.1 bis A 2.3 dargestellt. Die Lage und Tiefe der Aufschlüsse wurde im Rahmen der Geotechnischen Voruntersuchungen festgelegt. Die genaue Lage der Baugrundaufschlüsse ist der Anlage A 1.2 zu entnehmen.

### I.7.1 BAUGRUNDAUFBAU

Nach Auswertung der Bohrergebnisse kann der allgemeine Bodenaufbau der Bohrungen folgendermaßen zusammengefasst werden:

Auffüllung	
Sande	
Schluff	(zwischengelagert an BS1)
Sand-Kies-Gemisch	(zwischengelagert an BS2)
Schluffige Feinsande	

Nachfolgend wird der Baugrundaufbau im Bereich der Bohrungen näher beschrieben.

#### Auffüllung

An allen Untersuchungsstellen wurde unterhalb einer ca. 0,10 m mächtigen Betonsteindecke eine gemischt-körnige Auffüllung angetroffen, die neben vorwiegend sandigen und kiesigen Komponenten an den Bohrstellen BS2 und BS3 auch Steine enthält. An der Bohrstelle BS1 wurde innerhalb der Auffüllung zudem Betonbruch erkundet.

Die Auffüllung reicht an den Untersuchungsstellen BS1 und BS2 in Tiefen von ca. 1,20 m und 0,90 m unter Gelände. An der Bohrstelle BS3 reicht die Auffüllung bis auf die OK Beton bei 1,50 m unter Gelände. Der Tabelle 2 sind die Mächtigkeiten der Auffüllung mit ihren Ordinaten zu entnehmen.

**Tabelle 2    Unterkanten der Auffüllung**

Bohrung	OK Gelände [m NHN]	Ordinate UK Auffüllung [m NHN]	Mächtigkeit [m]
BS1	+34,05	+32,85	1,20
BS2	+33,95	+33,05	0,90
BS3	+33,75	+32,25	1,50 *

\* Abbruch

**Sand**

An den Bohrungen BS1 und BS2 wurden im Liegenden der Auffüllung zunächst eine über 1,00 m mächtige Feinsandschicht erkundet, die von Mittelsanden unterlagert wird. Ab 4,50 m (BS1) bzw. 4,20 m (BS2) unter Gelände wurden über 4,00 m mächtige Schichten von Grobsand (BS1) bzw. Mittel- bis Grobsand (BS2) erkundet, die zudem kiesige Beimengungen enthalten. Diese treten an der Bohrstelle BS1 bis in ca. 10,30 m unter Gelände und an der Bohrstelle BS2 bis in 8,50 m unter Gelände auf.

**Kies**

An der Bohrstelle BS2 wurde im Liegenden der Mittel- bis Grobsande (ab ca. 8,50 m unter Gelände) eine 0,50 m mächtige Mittelkies-Schicht erkundet. Diese weist neben schwachen Beimengungen von Fein- und Grobkies einen hohen Sandanteil von knapp 45% auf.

**Schluff**

An der Bohrung BS1 wurde in einer Tiefe von 9,30 m unter Gelände eine ca. 0,40 m mächtige, zwischengelagerte Schluffschicht innerhalb der Grobsande angetroffen. Auf Grund des hohen Sandgehaltes und geringer Tonanteile weist der untersuchte Schluff vorwiegend rollige Eigenschaften auf.

**Schluffiger Sand**

Unterhalb von 10,30 m (BS1) bzw. 9,00 m (BS2) unter Gelände wurden an den Aufschlusspunkten schluffige Sande bis in die Aufschlussentiefe von 14,00 m unter Gelände erkundet. Innerhalb der schluffigen Sande wurden lokal Schlufflagen, sowie Kohlereibsel angetroffen.

In den erkundeten Sanden, Schluffen und Kiesen können Steine und Blöcke (Größe nach DIN EN ISO 14688-1) vorhanden sein. Ebenso ist das Vorhandensein von sog. Findlingen nicht auszuschließen.

## **I.7.2 BESTIMMUNG DER BODENKLASSEN**

An den Körnungslinien der untersuchten Böden wurden u.a. die Bodengruppen und die Durchlässigkeitsbeiwerte entsprechend der Ungleichförmigkeit der Böden nach Hazen bzw. USBR/Bialas bestimmt. Das entsprechende Symbol der Bodengruppe ist an den Bohrprofilen dargestellt.

### **Auffüllung**

Die Eigenschaften der Auffüllung können i.d.R. nur näherungsweise beschrieben werden. Sandige bis gemischtkörnige Auffüllung ist erfahrungsgemäß durchlässig und versickerungsfähig. Bei steigendem schluffigen bzw. organischem Anteil nehmen Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit ab.

### **Sande**

Bei den erbohrten Sanden handelt es sich nach DIN 18196 im Wesentlichen um Böden der Gruppen SE (enggestufte Sande).

Die Sande der Gruppe SE sind nach ZTVE-StB gut verdichtbar (V1) und in die Frostsicherheitskategorie F1 (nicht frostempfindlich) einzustufen.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Sande der Bodengruppe SE liegen zwischen

$$k_f = 9,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s und } 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

und sind als durchlässig bis stark durchlässig zu klassifizieren.

### **Kies**

Der erkundete Kies ist nach DIN 18196 der Bodengruppe GI (Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische) zuzuordnen. Böden der Gruppe GI sind nach ZTVE-StB gut verdichtbar (V1) und in die Frostsicherheitskategorie F1 (nicht frostempfindlich) einzustufen)

Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert des untersuchten Kieses liegt bei

$$k_f = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s.}$$

Somit ist der untersuchte Kies als stark durchlässig einzustufen.

### **Schluff**

Der angetroffene Schluff ist nach DIN 18196 der Bodengruppe UL (Leicht plastische Schluffe) zuzuordnen.

Böden der Gruppen UL sind nach ZTVE-StB nicht verdichtbar (V3) und in die Frostsicherheitskategorie F3 (sehr frostempfindlich) einzustufen.

Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert des untersuchten Schluffes liegt bei

$$k_f = 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s.}$$

Demnach kann der untersuchte Schluff als schwach durchlässig klassifiziert werden.

### **Schluffige Sande**

Bei den erbohrten schluffigen Sanden handelt es sich nach DIN 18196 um Böden der Gruppe SU\* (Sand-Schluff-Gemische).

Böden der Gruppe SU\* sind nach ZTVE-StB mäßig verdichtbar (V2) und in die Frostsicherheitskategorie F3 (sehr frostempfindlich) einzustufen.

Schluffige Sande sind in der Regel schwach durchlässig bis durchlässig. Erfahrungsgemäß können Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen

$$k_f = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ m/s und } 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

angesetzt werden.

Bei allen angegebenen Durchlässigkeiten handelt es sich um rechnerische Ergebnisse. Die tatsächlichen Durchlässigkeiten unterliegen großen Schwankungen und können nur durch Feldversuche genau definiert werden.

### I.7.3 ERGEBNISSE DER RAMMSONDIERUNGEN

Nach DIN 4094, Beiblatt 1 bzw. EN ISO 22476-2, Anhang D ist für Tiefen > 1,0 m folgende Zuordnung zwischen Schlagzahl  $N_{10}$  und Lagerungsdichte  $D$  von annähernd gleichförmigen Sanden (mit eng gestuftem Körnungsaufbau) hergeleitet worden und für die schwere Rammsonde in Tabelle 3 zusammengefasst worden.

**Tabelle 3 Zuordnung der Schlagzahl  $N_{10}$  – Lagerungsdichte  $D$  (Schwere Rammsondierung)**

Sande oberhalb Grundwasser		
lockere Lagerung	3 - 4 Schläge	$D = 0,15 \dots 0,30$
mitteldichte Lagerung	4 - 11 Schläge	$D = 0,30 \dots 0,50$
dichte Lagerung	11 - 24 Schläge	$D = 0,50 \dots 0,65$
Sande im Grundwasser		
mitteldichte Lagerung	3 - 7 Schläge	$D = 0,30 \dots 0,50$
dichte Lagerung	7 - 17 Schläge	$D = 0,50 \dots 0,65$

Im Einzelnen wurden folgende Lagerungsverhältnisse festgestellt:

#### Auffüllung

Die sandige Auffüllung ist erfahrungsgemäß im Wesentlichen locker bis mitteldicht gelagert.

#### Gewachsene Böden

An den Bohrstellen BS1 und BS2 treten bis in eine Tiefe von ca. 8,00 m unter Gelände im Wesentlichen mindestens mitteldicht gelagerte Sande auf. Eine mindestens dichte Lagerung der anstehenden Böden liegt ab einer Tiefe von 8,00 m (BS2) bzw. 8,30 m (BS1) bis in die Aufschlussendeufen von ca. 11,00 m vor.

#### I.7.4 AKTUELLE GRUNDWASSERSTÄNDE

Während der Bohrarbeiten im Juli 2019 wurde das Grundwasser auf der Ordinate +29,45 m NHN, d.h. ca. 4,50 m bis 4,60 m unter Gelände angetroffen. Die Bohrung BS1 wurde zum temporären Pegel ausgebaut. In der Tabelle 4 sind die erkundeten Grundwasserstände aufgetragen.

**Tabelle 4 Grundwasserstände im Juli 2019**

Bohrung	Flurabstand [m]	Ordinate [m NHN]	Bemerkung
BS1	4,60	+29,45	Ruhegrundwasserstand
BS2	4,50	+29,45	Grundwasser nach Bohrende

Als Baubemessungswasserstand für hydrologische Berechnungen ist folgender Wert zu berücksichtigen:

**BMW = +29,75 m NHN**



## I.7.5 LABORVERSUCHE

### I.7.5.1 Siebungen / kombinierte Sieb-Schlämmanalysen

Anhand von repräsentativen Proben wurden nach DIN EN ISO 17892-4 die Kornverteilungen ermittelt. In der folgenden Tabelle 5 sind die jeweils ermittelten Bodenarten aufgetragen. Die Darstellung der Körnungslinien bzw. Körnungsbänder sind den Anlagen A 3.1 bis A 3.2 zu entnehmen.

**Tabelle 5 Auswertung Siebungen**

Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	Boden-gruppe	Übliche Benennung	Kornklasse T/U/S/G [%]
BS1	2,20	fS, ms	SE	Sand	T+U 2/98/0
	5,00	gS, ms*, fg'	SE	Sand	T+U 0/87/13
	9,50	U, fs, ms'	UL	Schluff	5/47/46/2
	11,50	fS, ms', u*	SU*	schluff. Sand	T+U 34/66/0
BS2	3,50	mS, fs', gs'	SE	Sand	T+U 0/100/0
	7,00	mS-gS, fs', fg'	SE	Sand	T+U 1/86/13
	8,80	mG, fg', gg', ms, gs, fs'	Gl	Kies	T+U 2/45/53

### I.7.5.2 Wassergehaltsbestimmung

Der natürliche Wassergehalt wurde nach DIN EN ISO 17892-1 an 2 Proben der gewachsenen Sande ermittelt. Die Ergebnisse sind im Folgenden aufgetragen:

**Tabelle 6 ermittelter Wassergehalt**

Probe	Bodenart	Wassergehalt w [%]
BS1 (2,20 m)	Sand	3,52
BS2 (3,50 m)	Sand	3,01

## I.7.5.3 Chemische Analyse Grundwasser

In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Analysen auf umweltrelevante Parameter (Einleitwerte) dargestellt.

**Tabelle 7 Grundwasseranalytik**

Parameter	Einheit	Grenzwert R-Kanal	Ergebnis BS1
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	4,2
Absetzbare Stoffe	ml/l	0,3	< 0,1
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	1.800	665
pH-Wert	-	6,5 – 8,5	7,2
AOX	µg/l	25	11,0
DOC	mg/l	10	3
MKW	mg/l	1	< 0,1
Ammonium	mg/l	5	< 0,05
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	0,01	< 0,005
Nitrat	mg/l	50	12,0
Chlorid	mg/l	250	62
Sulfat	mg/l	400	32
Summe BTEX	µg/l	10	n.r.
Quecksilber	µg/l	1	< 0,2
Arsen	µg/l	20	< 1,0
Blei	µg/l	20	< 1,0
Cadmium	µg/l	5	< 0,3
Chrom	µg/l	50	< 1,0
Eisen	mg/l	2	0,076
Kupfer	µg/l	20	1,4
Nickel	µg/l	50	< 2,0
Zink	µg/l	500	< 20
Summe LHKW	µg/l	10	3,5
Summe PAK	µg/l	20	0,04

n.r. – nicht rechenbar

Die Einleitwerte für die Einleitung in den R-Kanal der Berliner Wasserbetriebe bzw. ein Oberflächengewässer werden eingehalten, so dass nach derzeitigem Stand während der Baumaßnahme geförderttes Grundwasser grundsätzlich in den R-Kanal der Berliner Wasserbetriebe oder ein Oberflächengewässer abgeschlagen werden kann. Da die Ausführung von Unterwasserbeton- oder Düsenstrahlsohlen eine deutliche Erhöhung des pH-Wertes verursacht, ist bei deren Einsatz eine Neutralisationsanlage, sowie eine laufende Überwachung des pH-Wertes am Standort einzurichten um den Abschlag des Förderwassers in den R-Kanal oder ein Oberflächengewässer zu ermöglichen.

Zusätzlich zu den Untersuchungen der umweltrelevanten Parameter wurde die Betonaggressivität nach DIN 4030, sowie die Stahlaggressivität nach DIN 50929 untersucht:

Das anstehende Grundwasser ist nicht betonangreifend, die Einstufung des chemischen Angriffs durch Grundwasser erfolgt somit in die Expositionsklasse XA0. Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen ist im Unterwasserbereich sehr gering. Die vollständigen Prüfberichte sind der Anlage A 5 zu entnehmen.

## **II           HOMOGENBEREICHE NACH VOB 2016**

Die Baumaßnahme ist in die Geotechnische Kategorie GK2 einzustufen. Auf Basis der vorliegenden Planung sind somit folgende Hauptgewerke erkennbar:

- DIN 18300 Erdarbeiten
- DIN 18301 Bohrarbeiten
- DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
- DIN 18311 Nassbaggerarbeiten
- DIN 18321 Düsenstrahlarbeiten

Die Einstufung der angetroffenen Böden (Auffüllung, Sand, Kies, schluffiger Sand, Schluff) in Homogenbereiche wird gemäß VOB 2016 vorgenommen. Die Beschreibung des Baugrundes in Homogenbereichen als Grundlage für die Ausschreibung von Bauleistungen berücksichtigt sowohl die stofflichen Eigenschaften, die aus den durchgeführten Laborversuchen ableitbar sind, als auch den natürlichen Zustand, der mit der Lagerungsdichte, Zustandszahl und Festigkeit beschrieben wird.

Die Zusammenfassung der Homogenbereiche ist tabellarisch aufgetragen und der Anlage A 6 zu entnehmen. Die für die Ausführung der Arbeiten zu erwartenden relevanten Gewerke sind in der Anlage grau hinterlegt.

### III CHARAKTERISTISCHE WERTE UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

#### III.1 BODENKENNWERTE

Unter Berücksichtigung der durchgeführten Laborergebnisse und der bodenmechanischen Auswertung der Felduntersuchungen können die folgenden charakteristischen, bodenmechanischen Kennwerte bei erdstatischen Berechnungen angesetzt werden:

**Tabelle 8 Bodenkennwerte**

Schicht	Bezeichnung	Reibungswinkel	Kohäsion	Wichte feucht	Wichte u. Auftrieb	Steifemodul
		$\varphi'_k$ [Grad]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Auffüllung</b>	S0	29,0 - 30,0	-	17,0 - 18,0	9,0 - 10,0	-
<b>Sand, locker</b>	S1	30,0 - 31,0	-	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	20,0 - 30,0
<b>Sand, mitteldicht</b>	S2	31,5 - 32,5	-	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	30,0 - 50,0
<b>Sand, dicht</b>	S3	32,5 - 35,0	-	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	50,0 - 100,0
<b>Kies, dicht</b>	S4	35,0 - 37,0	-	19,0 - 20,0	11,0 - 12,0	100,0 - 150,0
<b>Schluffiger Sand, dicht</b>	S5	32,5 - 35,0	-	19,0 - 20,0	10,5 - 11,5	30,0 - 50,0
<b>Schluff</b>	S6	27,5	-*	20,0 - 21,0	11,0 - 12,0	30,0 - 50,0

\* überwiegend rollige Eigenschaften

## **III.2 FOLGERUNGEN, EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE**

### **III.2.1 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GEOTECHNISCHE ENTWURFSBEARBEITUNG**

#### **III.2.1.1 Allgemeine Angaben zum Baugrund**

Abseits des U-Bahntunnels wurden unterhalb einer max. 1,20 m mächtigen anthropogenen Auffüllung vorwiegend mitteldicht gelagerte Sande erkundet. In der gründungsrelevanten Tiefe von ca. 7,50 m unter GOK (unterhalb der Ordinate +26,60 m NHN) wurden mindestens mitteldicht gelagerte Sande angetroffen, welche für den Abtrag der Lasten geeignet sind.

Der Ruhegrundwasserstand wurde während der Feldarbeiten im Juli 2019 auf der Ordinate +29,45 m NHN festgestellt. Der Bemessungswasserstand wurde auf BMW = +29,75 m NHN festgelegt.

#### **III.2.1.2 Ausführung**

Auf Grund der tragfähigen Sande im Bereich der Gründungssohle sind keine weiteren Verdichtungsmaßnahmen notwendig. Die Gründung des Bauwerkes kann als Flachgründung erfolgen.

#### **Bemessungskennwerte**

Folgende Bettungsziffern können zur Bemessung der Gründungsplatte angesetzt werden:

$$k_{s \text{ min}} = 8 \text{ MN/m}^3$$

$$k_{s \text{ max}} = 10 \text{ MN/m}^3$$

Grundsätzlich kann für die Randbereiche (Randbereich = 2 · Plattendicke) eine Bettungsziffer von

$$k_{s \text{ (Rand)}} = 2 \cdot k_s$$

mit dem jeweils gültigen  $k_s$  angesetzt werden.

#### **Baugrube**

Im Tieftteil der Baugrube, nördlich des Bestandstunnels, kann die Ausführung als Trogbaugrube im Spundwandverbau mit Unterwasserbeton- oder ggf. Düsenstrahlsohle (DS-Sohle) im Schutze einer Restwasserhaltung erfolgen. Die Möglichkeit der Ausführung einer Dichtsohle ist nicht uneingeschränkt gegeben und hängt im Wesentlichen von der erforderlichen Tiefe der auszuführenden Düsenstrahlkörper ab. Da das Verfahren eine temporäre Verflüssigung des Bodenmaterials verursacht, ist die Sohle zwingend oberhalb des Tunnelfundaments auszuführen um mögliche Setzungen des Tunnels zu vermeiden. Die Ausführungstiefe ist bei Herstellung einer DS-Sohle daher im Vorfeld zu prüfen.

Der Spalt zwischen nordseitiger Tunnelwand und Spundwand sollte mittels einer Düsenstrahldichtinjektion umlaufend abgedichtet werden. Zum Schutz des Tunnelbauwerkes ist der Düsdruck hierbei auf max. 200 bar zu begrenzen. Die Spundwände sind, z.B. mittels Absteifung bzw. Verankerung, gegen den Erddruck zu stützen. Auf Grund der Nähe zum Tunnel ist von Einschränkungen der Ankerpositionierung auszugehen. Verpressanker sind grundsätzlich gemäß DIN EN 1997-1 zu bemessen, nach DIN EN 1537 auszuführen und gemäß EN ISO 22477-5 zu prüfen.

Im südlichen Baugrubenteil, kann die Baugrube nach Osten und Westen geböscht ausgebildet werden. Die Abdichtung gegen drückendes Wasser kann hier durch Betondichtbalken auf der Tunneldecke erfolgen. Diese schließen nach Norden an die Spundwände des nördlichen Baugrubenteils an, nach Süden an die bestehende Bohrpfahlwand. Eine Aussteifung des Dichtbalkens kann ggf. erforderlich werden.

### **Wassereinwirkungsklasse**

Bei der Planung der Abdichtung von erdberührten Bauteilen empfehlen wir gemäß DIN 18533-1 die Ansetzung der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser), da die Eintauchtiefe > 3,00 m beträgt.

### **III.2.2 ALLGEMEINE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN**

Die durchgeführten Baugrunduntersuchungen weisen einen stichpunktartigen Charakter auf. Es ist nicht auszuschließen, dass die Baugrundverhältnisse auch in geringer Entfernung zum Bohrpunkt andere Eigenschaften aufweisen.

Für die Herstellung sind die DIN 4124 sowie die DIN EN 1997-1 und die DIN 1054 in der jeweils gültigen Fassung zu beachten.

Das Aushubmaterial ist fachgerecht zu beproben und entsprechend seiner chemischen Beschaffenheit fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung noch offener Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

gez.

Dipl.-Ing. I. Friedrich-Keil

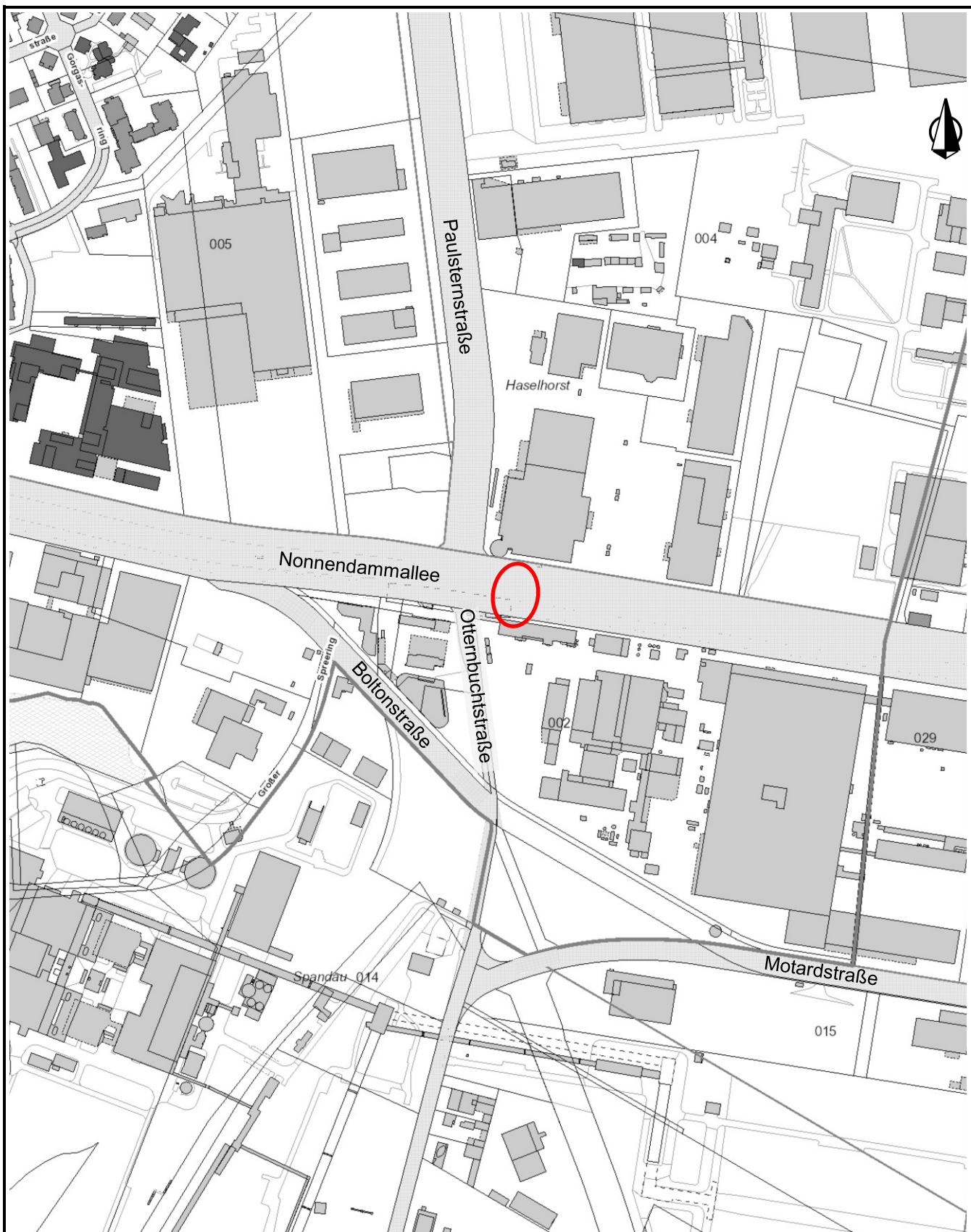
gez.

M. Sc. P. Knobloch

A 1

LAGEPLÄNE





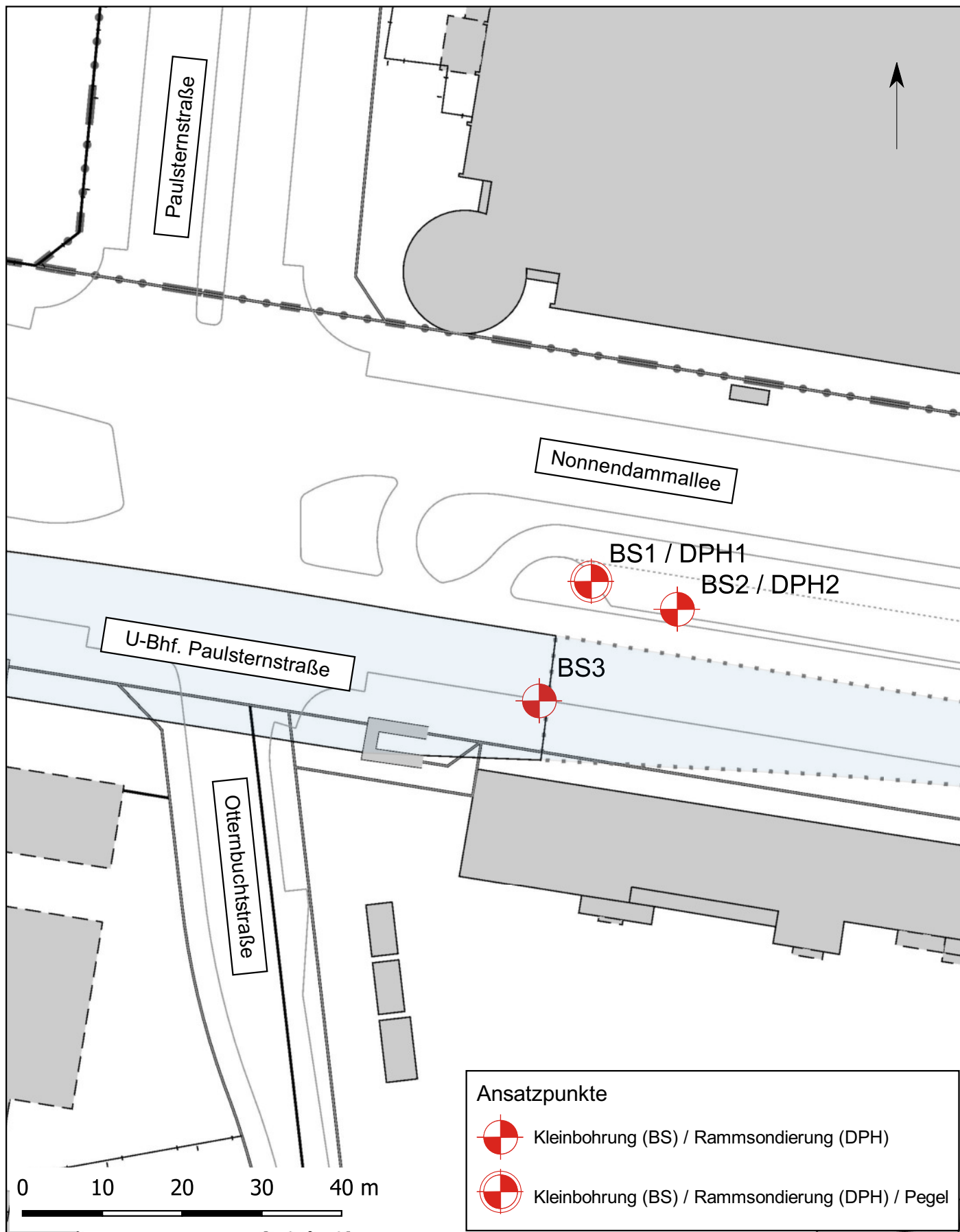
#### Legende


  Untersuchungsbereich



Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12, 12099 Berlin

		Anlage	A 1.1
		Projekt Nr.	P 038/19
Bauvorhaben	U-Bhf. Paulsternstraße 13629 Berlin	Datum	Juli 2019
		Maßstab	-
Inhalt	Übersichtslageplan	Bearbeiter	PK



 <p>IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH Ringbahnstraße 12, 12099 Berlin</p>		Anlage	A 1.2
		Projekt-Nr.	P 038/19
Bauvorhaben	U-Bahnhof Paulsternstraße 13629 Berlin	Datum	Juli 2019
		Maßstab	-
Inhalt	Lage der Bohrungen und Sondierungen	Bearbeiter	PK

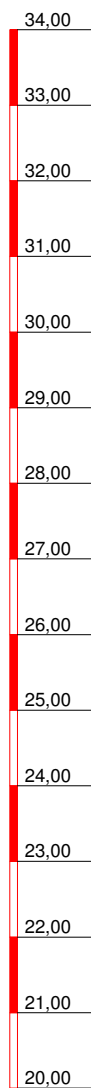
A 2

# BOHRUNGEN UND SONDIERUNGEN

NHN+m

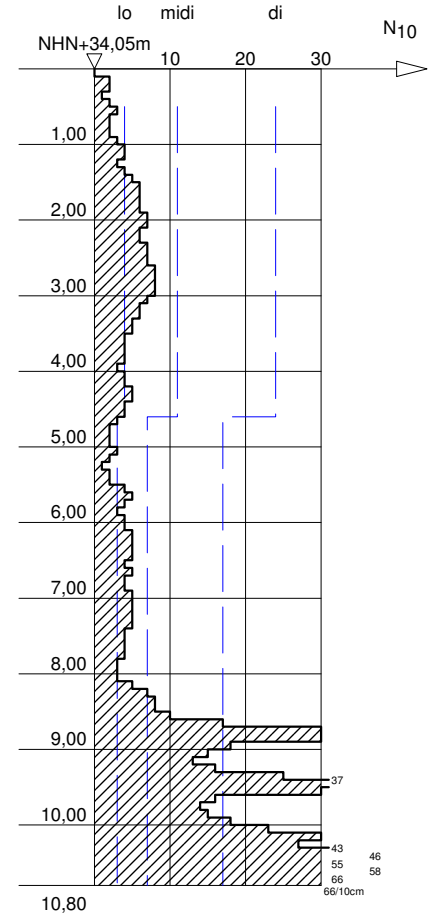
BS1

DPH1



▽NHN+34,05m

( 33,95 ) 0,10	0,10	Betonstein, (A)
( 32,85 ) 1,20	1,10	A, fs- ms', g', Betonbruch, (A)
( 31,65 ) 2,40	1,20	fS, ms, lokal grobsandig, (SE)
	2,10	mS, fs, (SE)
( 29,55 ) 4,50		
	4,80	gS, mS, fg', (SE)
( 24,75 ) 9,30		
( 24,35 ) 9,70	0,40	U, fs- ms', (UL)
( 23,75 ) 10,30	0,60	gS, ms- fs, fg, (SE)
	3,70	fS, ms', ü, lokal Kohlereibsel, lokal Schlufflagen, (SU)
( 20,05 ) 14,00		
20,05		



## ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

## UNTERSUCHUNGSSTELLEN

○ DPH Rammsondierung schwere Sonde ISO 22476-2

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

## BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G	g
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u

## KORNGRÖßENBEREICH

f fein  
m mittel  
g grob

## NEBENANTEILE

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

BODENGRUPPE nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe

## RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2

Schlaggrößen für 10 cm Eindringtiefe	DPL 10	DPM 15	DPH 15
Spitzendurchmesser	3,57 cm	4,37 cm	4,37 cm
Spitzengewicht	10,00 cm <sup>3</sup>	15,00 cm <sup>3</sup>	15,00 cm <sup>3</sup>
Gestängedurchmesser	2,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
Rammhämmergewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm

## BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2

0,55-0,80 13 Schl./30cm	offene Spitze
5/6/7	geschlossene Spitze
1,55-2,00 15 Schl./30cm	
6/7/8	

IFK

IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12 12099 BerlinBauvorhaben: U-Bahnhof Paulsternstraße  
13629 BerlinPlanbezeichnung: Bohrung und Sondierung  
BS1 / DPH1

Anlage: A 2.1

Projekt-Nr: P 038/19

Datum: Juli 2019

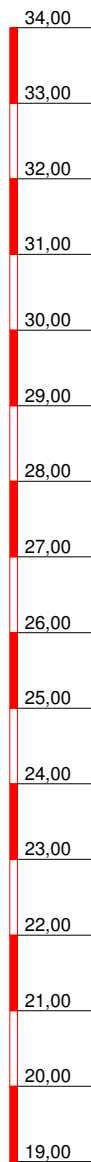
Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: PK

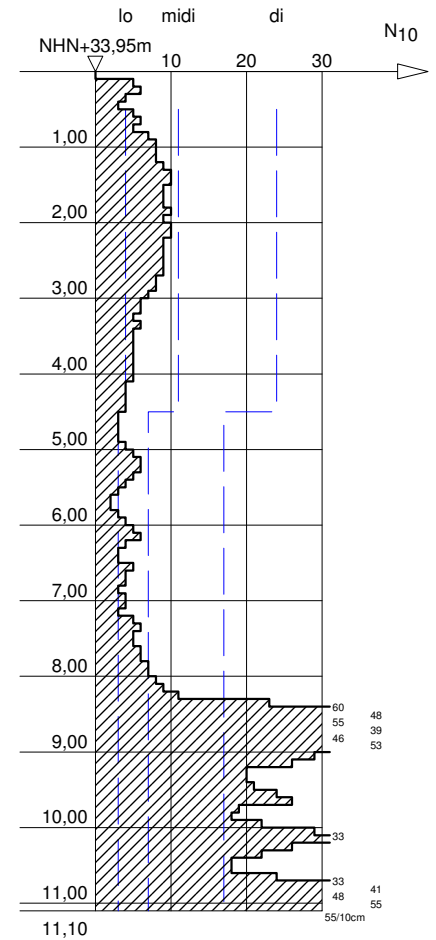
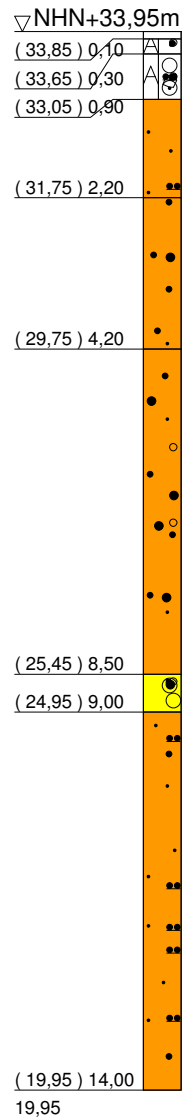
NHN+m

BS2

DPH2



4,50 GW  
+29,45 m NHN



## ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

### UNTERSUCHUNGSSTELLEN

○ DPH Rammsondierung schwere Sonde ISO 22476-2

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

### BODENARTEN

#### Auffüllung

Kies

Sand

Schluff

Steine

kiesig

sandig

schluffig

steinig

A

G

S

U

X

g

s

u

x



### KORNGRÖßENBEREICH

f

m

g

fein

mittel

grob

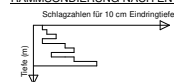
### NEBENANTEILE

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

### BODENGRUPPE

nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe

### RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2



Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

Spitzendurchmesser

Spitzenquerschnitt

Gestängeldurchmesser

Rammhämmergewicht

Fallhöhe

DPL 10

DPM 15

DPH 15

3,57 cm

4,37 cm

4,37 cm

10,00 cm²

15,00 cm²

15,00 cm²

2,20 cm

3,20 cm

3,20 cm

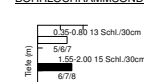
10,00 kg

30,00 kg

50,00 kg

50,00 cm

### BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2



0,35-0,80 13 Schl./30cm

5/6/7

1,55-2,00 15 Schl./30cm

offene Spitze

geschlossene Spitze

IFK

IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12 12099 Berlin

Bauvorhaben: U-Bahnhof Paulsternstraße  
13629 Berlin

Planbezeichnung: Bohrung und Sondierung  
BS2 / DPH2

Anlage: A 2.2

Projekt-Nr: P 038/19

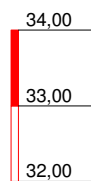
Datum: Juli 2019

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: PK

NHN+m

BS3



▽NHN+33,75m

( 33,65 ) 0,10

0,10 Betonstein, (A)

( 32,25 ) 1,50

1,40 A, f- ms- gs', g', x', (A)

32,25

### ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

#### BODENARTEN

Auffüllung

Kies kiesig  
Sand sandig  
Steine steinig

A  
G g  
S s  
X x



#### KORNGRÖßENBEREICH

f fein  
m mittel  
g grob

#### NEBENANTEILE

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

BODENGRUPPE nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe



IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12 12099 Berlin

Bauvorhaben: U-Bahnhof Paulsternstraße  
13629 Berlin

Planbezeichnung: Bohrung BS3

Anlage: A 2.3

Projekt-Nr: P 038/19

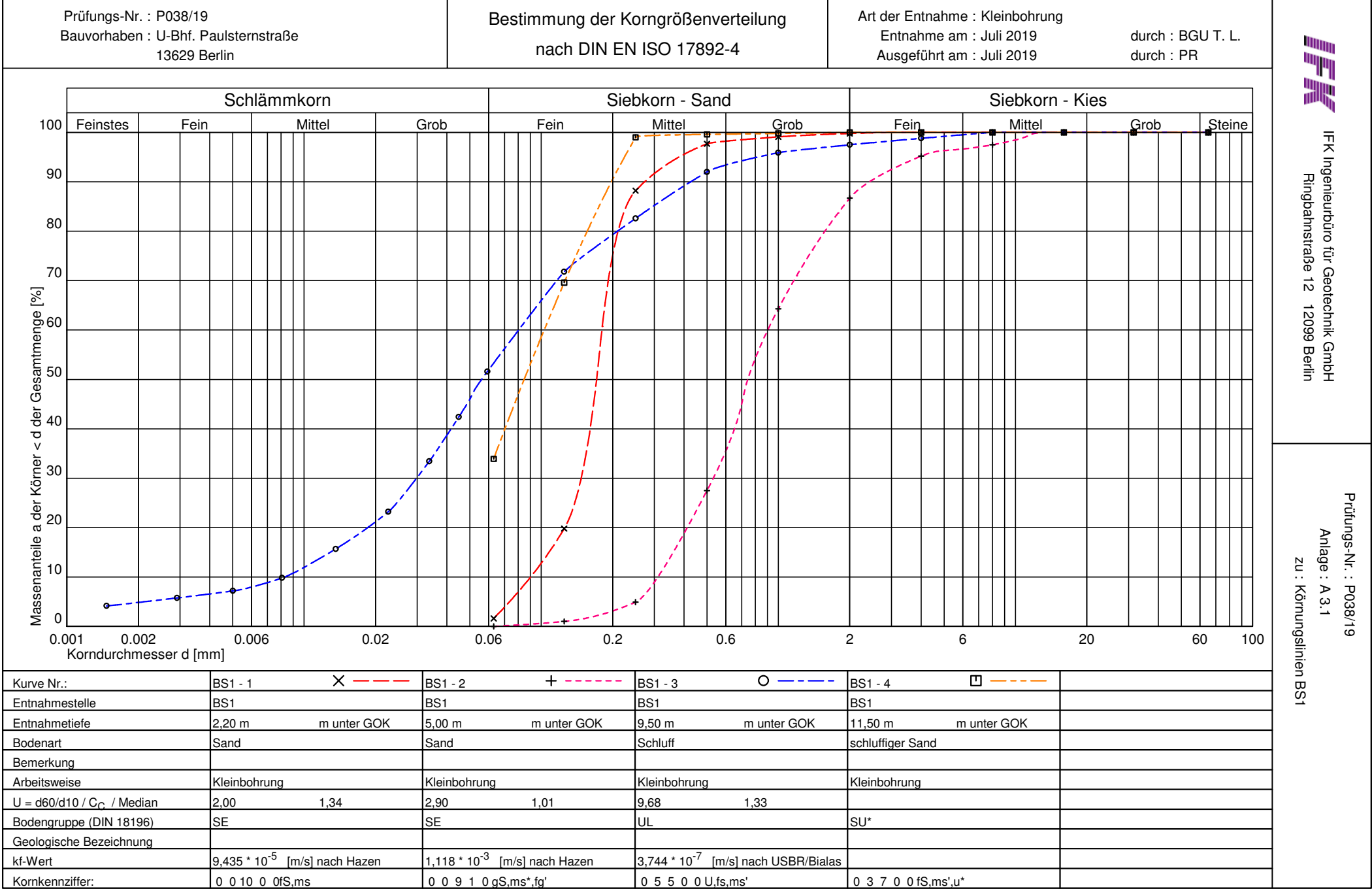
Datum: Juli 2019

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: PK

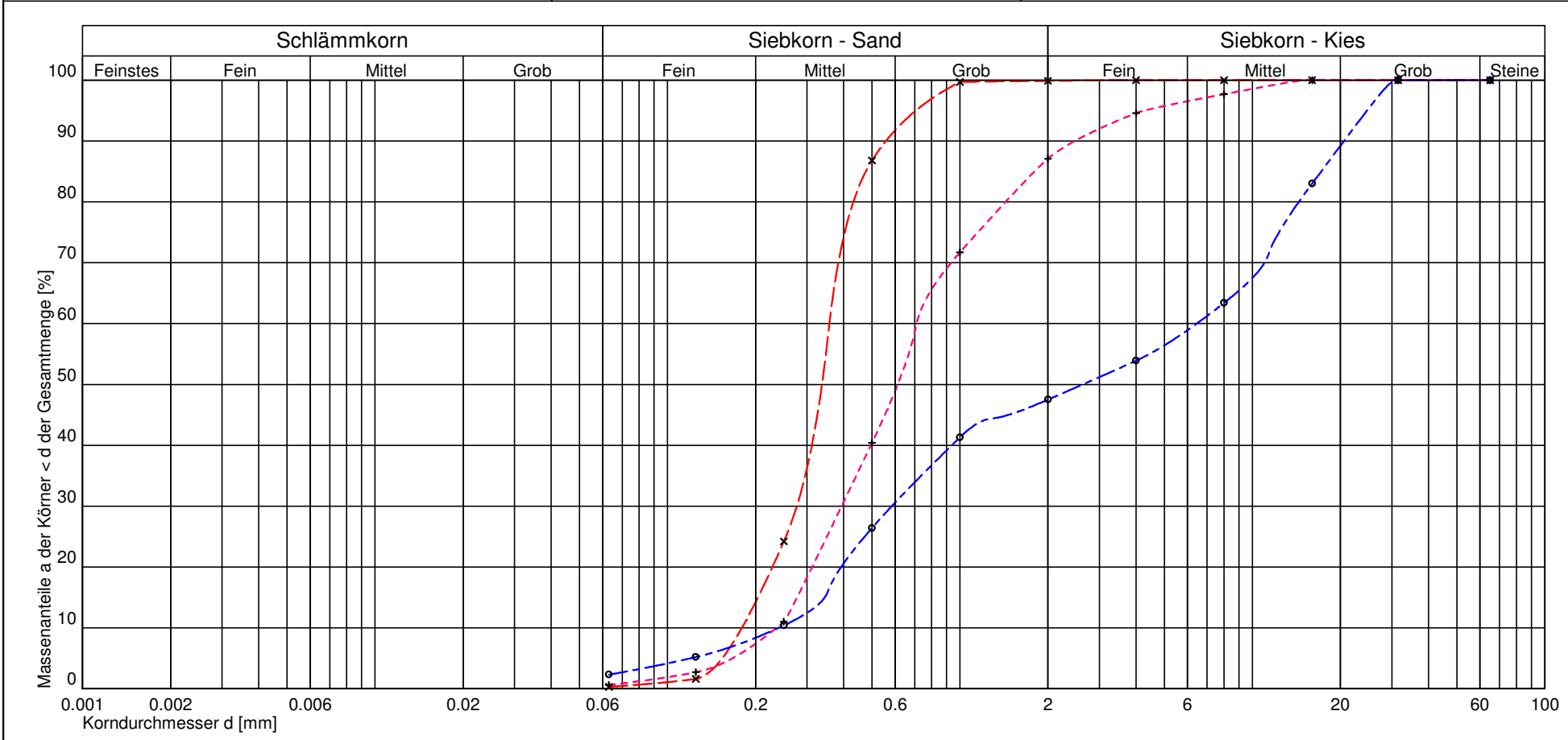
A 3

# LABORVERSUCHE





Prüfungs-Nr. : P038/19 Bauvorhaben : U-Bhf. Paulsternstraße 13629 Berlin	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	Art der Entnahme : Kleinbohrung Entnahme am : Juli 2019 Ausgeführt am : Juli 2019	durch : BGU T. L. durch : PR
--	--	---	---------------------------------



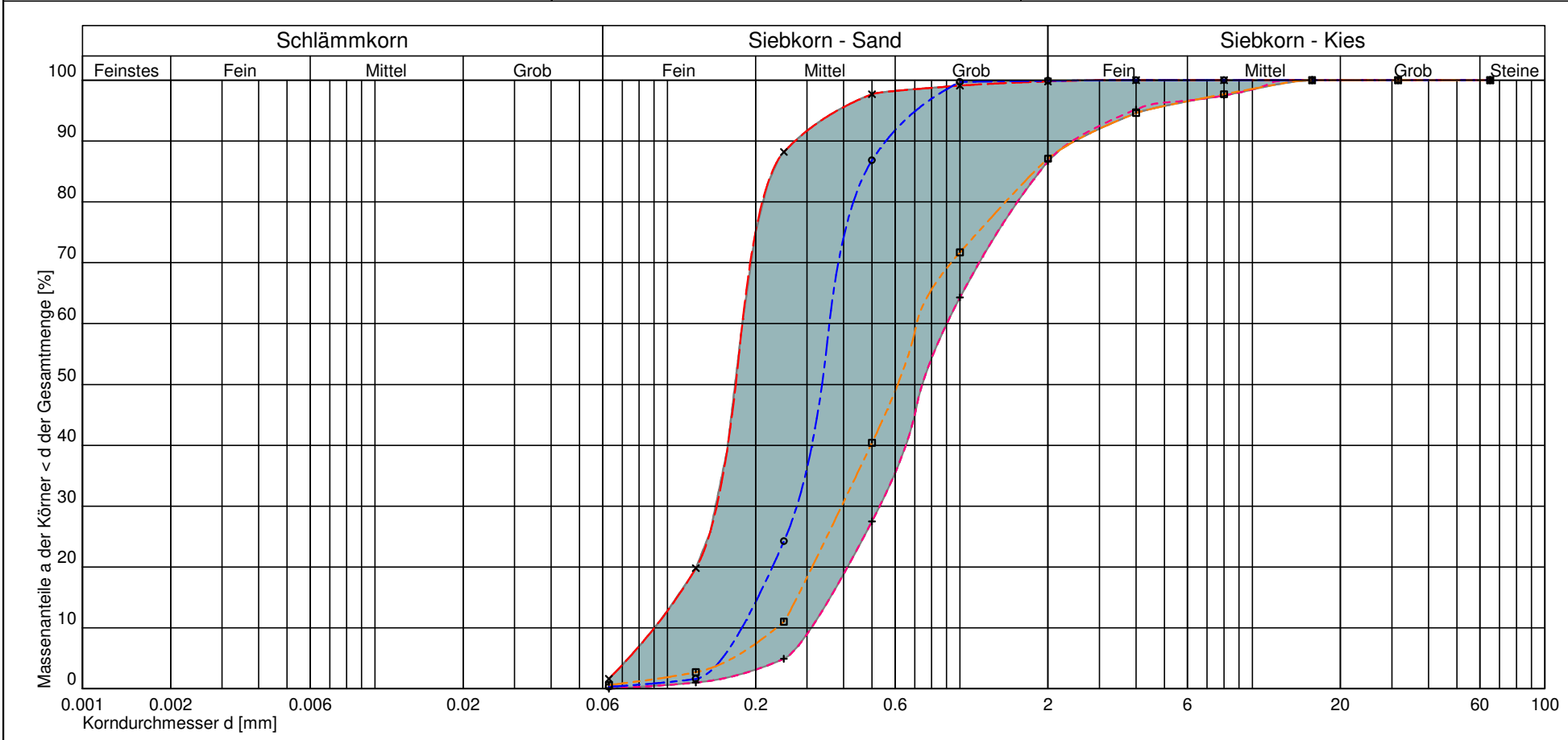
Kurve Nr.:	BS2 - 1	X	BS2 - 2	+	BS2 - 3	O	
Entnahmestelle	BS2		BS2		BS2		
Entnahmetiefe	3,50 m	m unter GOK	7,00 m	m unter GOK	8,80 m	m unter GOK	
Bodenart	Sand		Sand		Kies		
Bemerkung							
Arbeitsweise	Kleinbohrung		Kleinbohrung		Kleinbohrung		
U = d60/d10 / C <sub>C</sub> / Median	1,99	1,19	3,01	0,93	26,91	0,22	
Bodengruppe (DIN 18196)	SE		SE		Gl		
Geologische Bezeichnung							
kf-Wert	3,743 * 10 <sup>-4</sup>	[m/s] nach Hazen	6,457 * 10 <sup>-4</sup>	[m/s] nach Hazen	4,188 * 10 <sup>-4</sup>	[m/s] nach USBR/Bialas	
Kornkennziffer:	0 0 10 0 0mS,fs',gs'		0 0 9 1 0 mS-gS,fs',fg'		0 0 5 5 0 mG,fg',gg',ms,gs,fs'		



IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12 12099 Berlin

Prüfungs-Nr. : P038/19  
Anlage : A 3.2  
zu : Körnungslinien BS2

Prüfungs-Nr. : P038/19 Bauvorhaben : U-Bhf. Paulsternstraße 13629 Berlin	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	Art der Entnahme : Kleinbohrung Entnahme am : Juli 2019 Ausgeführt am : Juli 2019	durch : BGU T. L. durch : PR
--	--	---	---------------------------------



Kurve Nr.:	BS1 - 1	X	BS1 - 2	+	BS2 - 1	O	BS2 - 2	□
Entnahmestelle	BS1		BS1		BS2		BS2	
Entnahmetiefe	2,20 m	m unter GOK	5,00 m	m unter GOK	3,50 m	m unter GOK	7,00 m	m unter GOK
Bodenart	Sand		Sand		Sand		Sand	
Bemerkung								
Arbeitsweise	Kleinbohrung		Kleinbohrung		Kleinbohrung		Kleinbohrung	
U = d60/d10 / C <sub>C</sub> / Median	2,00	1,34	2,90	1,01	1,99	1,19	3,01	0,93
Bodengruppe (DIN 18196)	SE		SE		SE		SE	
Geologische Bezeichnung								
k <sub>f</sub> -Wert	9,435 * 10 <sup>-5</sup>	[m/s] nach Hazen	1,118 * 10 <sup>-3</sup>	[m/s] nach Hazen	3,743 * 10 <sup>-4</sup>	[m/s] nach Hazen	6,457 * 10 <sup>-4</sup>	[m/s] nach Hazen
Kornkennziffer:	0 0 10 0 0	fs,ms	0 0 9 1 0	gS,ms*,fg'	0 0 10 0 0	mS,fs',gs'	0 0 9 1 0	mS-gS,fs',fg'



IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12 12099 Berlin

Prüfungs-Nr. : P038/19  
Anlage : A 3.3  
zu : Körnungsband Sand

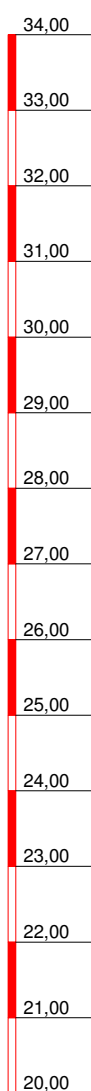
A 4

# AUSBAUZEICHNUNG PEGEL

NHN+m

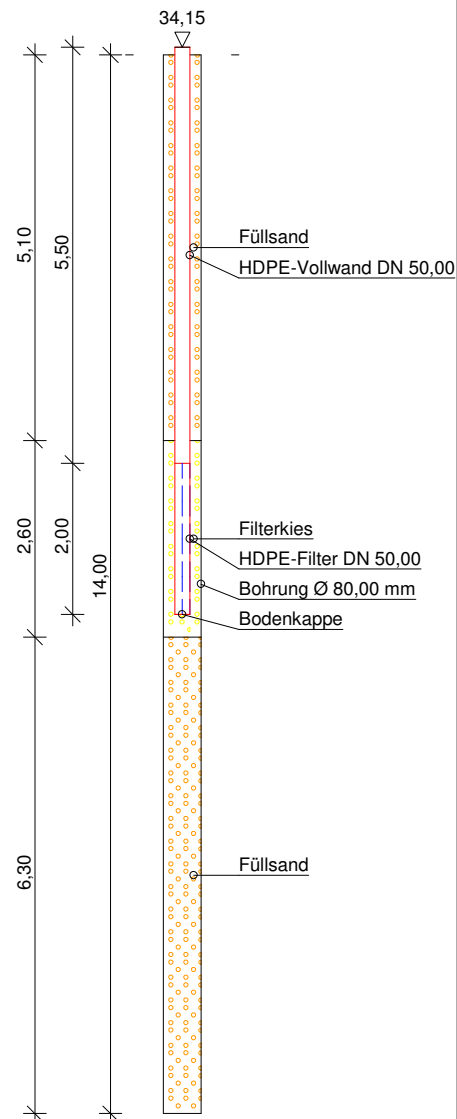
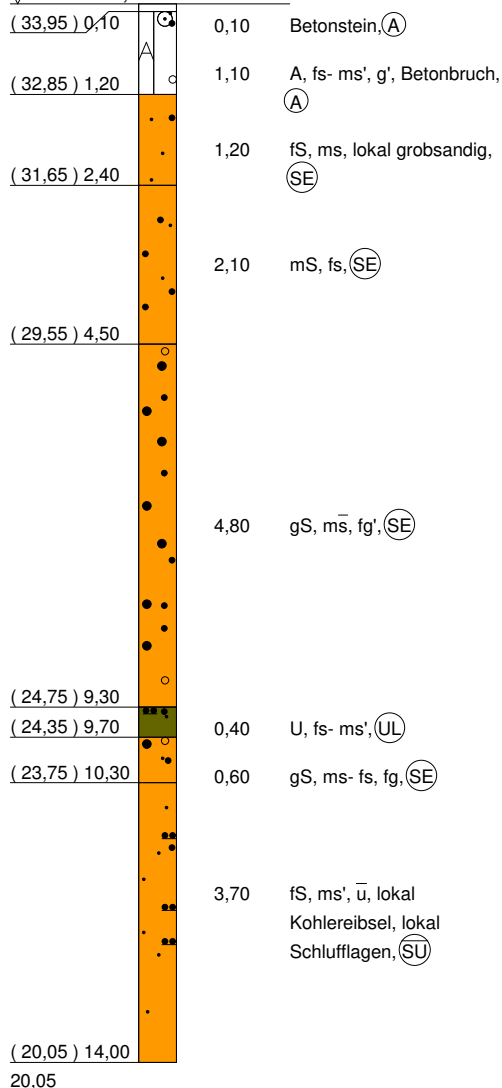
# BS1

# GWM BS1



4,60 GW  
+29,45 m NHN

▽ NHN+34,05m



## ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

### UNTERSUCHUNGSTELLEN

GWM Grundwassermeßstelle

### BODENARTEN

Auffüllung

Kies kiesig  
Sand sandig  
Schluff schluffig

A  
G g  
S s  
U u



### KORNGRÖßENBEREICH

f fein  
m mittel  
g grob

### NEBENANTEILE

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

BODENGRUPPE nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe



IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Ringbahnstraße 12 12099 Berlin

Bauvorhaben: U-Bahnhof Paulsternstraße  
13629 Berlin

Planbezeichnung: Ausbauzeichnung GWM BS1

Anlage: A 4

Projekt-Nr: P 038/19

Datum: Juli 2019

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: PK

A 5

PRÜFBERICHTE

GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN

A 5.1

## PRÜFBERICHT

# UMWELTRELEVANTE PARAMETER



WESSLING GmbH, Haynauer Str. 60, 12249 Berlin

IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Herr Phillip Knobloch  
Ringbahnstraße 12  
12099 BerlinGeschäftsfeld: Umwelt  
  
Ansprechpartner: S. Schulz  
Durchwahl: +49 30 77 507 402  
Fax: +49 30 77 507 444  
E-Mail: stefan.schulz@wessling.de

## Prüfbericht

**BV: U-Bahnhof Paulsternstraße**  
**Projekt-Nr.: P 038/19**

Prüfbericht Nr.	CBE19-013521-1	Auftrag Nr.	CBE-05646-19	Datum	26.07.2019
Probe Nr.	19-117675-01				
Eingangsdatum	17.07.2019				
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe				
Probenart	Grundwasser (UKR)				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	2L PE, 1L BG, 2L BG/Schl., 250 ml PE, 1x Cyanid, 1x AOX, 40 ml Glas stab. DOC, 100 ml PE sta. Ammonium, 100 ml PE stab. Metalle, 50 ml PE stab. Quecksilber, , 100 ml PE für Anionen, 2x HS				
Anzahl Gefäße	16				
Untersuchungsbeginn	18.07.2019				
Untersuchungsende	25.07.2019				





Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013521-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>26.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>Abfiltrierbare Stoffe</b>	mg/l	W/E
		<b>4,2</b>
<b>Filter (abfiltrierbare Stoffe)</b>		W/E
		<b>M&amp;N (REF 202 005)</b>
<b>Absetzbare Stoffe 1h</b>	ml/l	W/E
		<b>&lt;0,1</b>
<b>Leitfähigkeit [25°C], elektrische</b>	µS/cm	W/E
		<b>665</b>
<b>pH-Wert</b>		W/E
		<b>7,2</b>
<b>Messtemperatur pH-Wert</b>	°C	W/E
		<b>16,1</b>

**Summenparameter**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>AOX</b>	µg/l	W/E
		<b>11,0</b>
<b>DOC</b>	mg/l	W/E
		<b>3</b>
<b>Kohlenwasserstoff-Index</b>	mg/l	W/E
		<b>&lt;0,1</b>

**Kationen, Anionen und Nichtmetalle**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>Ammonium (NH<sub>4</sub>)</b>	mg/l	W/E
		<b>&lt;0,05</b>
<b>Cyanid (CN), i. freis.</b>	mg/l	W/E
		<b>&lt;0,005</b>
<b>Nitrat (NO<sub>3</sub>)</b>	mg/l	W/E
		<b>12,0</b>
<b>Chlorid (Cl)</b>	mg/l	W/E
		<b>62</b>
<b>Sulfat (SO<sub>4</sub>)</b>	mg/l	W/E
		<b>32</b>







Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013521-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>26.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

**Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>Benzol</b>	µg/l	W/E
<b>Toluol</b>	µg/l	W/E
<b>Ethylbenzol</b>	µg/l	W/E
<b>m-, p-Xylol</b>	µg/l	W/E
<b>o-Xylol</b>	µg/l	W/E
<b>Styrol</b>	µg/l	W/E
<b>Cumol</b>	µg/l	W/E
<b>m-, p-Ethyltoluol</b>	µg/l	W/E
<b>1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)</b>	µg/l	W/E
<b>o-Ethyltoluol</b>	µg/l	W/E
<b>1,2,3-Trimethylbenzol (Hemillitol)</b>	µg/l	W/E
<b>1,2,4-Trimethylbenzol (Pseudocumol)</b>	µg/l	W/E
<b>Summe nachgewiesener BTEX</b>	µg/l	W/E

**Elemente**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>Quecksilber (Hg)</b>	µg/l	W/E
<b>Arsen (As)</b>	µg/l	W/E
<b>Blei (Pb)</b>	µg/l	W/E
<b>Cadmium (Cd)</b>	µg/l	W/E
<b>Chrom (Cr)</b>	µg/l	W/E
<b>Eisen (Fe)</b>	mg/l	W/E
<b>Kupfer (Cu)</b>	µg/l	W/E
<b>Nickel (Ni)</b>	µg/l	W/E
<b>Zink (Zn)</b>	µg/l	W/E





Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013521-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>26.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>Vinylchlorid</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>Dichlormethan</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>cis-1,2-Dichlorethen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>Trichlormethan</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>1,1,1-Trichlorethan</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>Tetrachlormethan</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>Trichlorethen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>Tetrachlorethen</b>	µg/l W/E	<b>3,5</b>
<b>1,2-Dichlorethan</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,5</b>
<b>Summe nachgewiesener LHKW</b>	µg/l W/E	<b>3,5</b>

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Probe Nr.	19-117675-01	
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
<b>Naphthalin</b>	µg/l W/E	<b>0,04</b>
<b>Acenaphthylen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Acenaphthen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Fluoren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Phenanthren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Anthracen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Fluoranthren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Pyren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Benzo(a)anthracen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Chrysen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,02</b>
<b>Benzo(b)fluoranthren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,01</b>
<b>Benzo(k)fluoranthren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,01</b>
<b>Benzo(a)pyren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,003</b>
<b>Dibenz(ah)anthracen</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,01</b>
<b>Benzo(ghi)perylene</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,01</b>
<b>Indeno(1,2,3-cd)pyren</b>	µg/l W/E	<b>&lt;0,01</b>
<b>Summe nachgewiesener PAK</b>	µg/l W/E	<b>0,04</b>





Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013521-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>26.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

## Abkürzungen und Methoden

pH-Wert in Wasser/Eluat

Leitfähigkeit, elektrisch in Wasser/Eluat

Ammonium

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

Cyanide leicht freisetzbar in Wasser/Eluat

Quecksilber in Wasser/Eluat (AAS)

LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserst.)

Kohlenwasserstoff-Index in Wasser/Eluat (GC)

Abfiltrierbare Stoffe in Wasser/Eluat

Absetzbare Stoffe in Wasser/Eluat

Adsorb. org. Halogenverbindungen (AOX)

BTEX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.)

Gelöste Anionen, Nitrat in Wasser/Eluat

Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat

Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat

Metalle/Elemente in Wasser/Eluat

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

DIN 38404-5 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN 27888 (1993-11)<sup>A</sup>  
DIN 38406 E5-1 (1983-10)<sup>A</sup>  
DIN EN 1484 (1997-08)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)<sup>A</sup>  
DIN EN 1483 (2007-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10301 (1997-08)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 9377-2 (2001-07)<sup>A</sup>  
DIN 38409 H2 (1987-03)<sup>A</sup>  
DIN 38409 H9 (1980-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 9562 (2005-02)<sup>A</sup>  
DIN 38407 F9 (1991-05)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)<sup>A</sup>  
DIN 38407 F8 (1995-10)<sup>A</sup>

**ausführender Standort**[illegible]

W/E

Wasser/Eluat

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i.A.

Till Rehausen

Dipl.-Ing. Technischer Umweltschutz  
Projektleiter

A 5.2

## PRÜFBERICHT

# BETON- UND STAHLAGGRESSIVITÄT



WESSLING GmbH, Haynauer Str. 60, 12249 Berlin

IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH  
Herr Phillip Knobloch  
Ringbahnstraße 12  
12099 BerlinGeschäftsfeld: Umwelt  
  
Ansprechpartner: S. Schulz  
Durchwahl: +49 30 77 507 402  
Fax: +49 30 77 507 444  
E-Mail: stefan.schulz@wessling.de

## Prüfbericht

**BV: U-Bahnhof Paulsternstraße**  
**Projekt-Nr.: P 038/19**

Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013462-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>25.07.2019</b>
Probe Nr.	<b>19-117675-01</b>				
Eingangsdatum	17.07.2019				
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe				
Probenart	Grundwasser (UKR)				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	250 ml BG/Schliff, 1x Sulfid, 250 ml BG/Schl. mit Marmorp., 250 ml PE stab. PMI, 100 ml PE stab. NH <sub>4</sub> , 50 ml PE stab. Met. gelöst, 100 ml PE für Anionen, 250 ml PE				
Anzahl Gefäße	8				
Untersuchungsbeginn	18.07.2019				
Untersuchungsende	25.07.2019				



Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013462-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>25.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.				19-117675-01
Bezeichnung				P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe
<b>Gesamthärte</b>	°dH	W/E	<b>13,8</b>	
<b>Gesamthärte</b>	mmol/l	W/E	<b>2,46</b>	
<b>Gesamthärte (als CaO)</b>	mg/l	W/E	<b>138</b>	
<b>Gesamthärte (als CaCO<sub>3</sub>)</b>	mg/l	W/E	<b>246</b>	
<b>Calciumhärte</b>	mmol/l	W/E	<b>2,15</b>	
<b>Calciumhärte</b>	°dH	W/E	<b>12,0</b>	
<b>Calciumhärte (als CaO)</b>	mg/l	W/E	<b>120</b>	
<b>Calciumhärte (als CaCO<sub>3</sub>)</b>	mg/l	W/E	<b>215</b>	
<b>Härtebereich</b>		W/E	<b>2</b>	
<b>Härtebereich, gem. §9 WRMG (2007)</b>		W/E	<b>mittel</b>	
<b>Härtehydrogencarbonat</b>	mmol/l	W/E	<b>2,46</b>	
<b>Härtehydrogencarbonat</b>	°dH	W/E	<b>13,7</b>	
<b>Härtehydrogencarbonat (als CaO)</b>	mg/l	W/E	<b>137</b>	
<b>Nichtcarbonathärte</b>	mmol/l	W/E	<b>0,00745</b>	
<b>Nichtcarbonathärte</b>	°dH	W/E	<b>0,0663</b>	
<b>Nichtcarbonathärte (als CaO)</b>	mg/l	W/E	<b>0,663</b>	
<b>Calcium (Ca), gelöst</b>	µg/l	W/E	<b>86000</b>	
<b>Magnesium (Mg), gelöst</b>	µg/l	W/E	<b>7700</b>	

**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.				19-117675-01
Bezeichnung				P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe
<b>Aussehen</b>		W/E	<b>farblos</b>	
<b>Geruch</b>		W/E	<b>ohne</b>	
<b>Geruch nach Ansäuern</b>		W/E	<b>/</b>	
<b>pH-Wert</b>		W/E	<b>7,2</b>	
<b>Messtemperatur pH-Wert</b>	°C	W/E	<b>16,1</b>	
<b>Redoxpotential vs. NHE</b>	mV	W/E	<b>423</b>	





Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013462-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>25.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

**Kationen, Anionen und Nichtmetalle**

Probe Nr.	19-117675-01		
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe		
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	W/E	<0,05
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	W/E	<0,039
Kohlensäure (CO <sub>2</sub> ), aggressive	mg/l	W/E	<3,00
Sulfid (S), gelöst	mg/l	W/E	<0,1
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	65
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	W/E	30
Permanganat-Verbrauch	mg/l	W/E	<0,5
Chlorid (Cl)	mol/m <sup>3</sup>	W/E	1,83
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mol/m <sup>3</sup>	W/E	0,312
Calcium (Ca)	mol/m <sup>3</sup>	W/E	2,15

**Sonstiges**

Probe Nr.	19-117675-01		
Bezeichnung	P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l	W/E	4,91



Prüfbericht Nr.	<b>CBE19-013462-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CBE-05646-19</b>	Datum	<b>25.07.2019</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

## Abkürzungen und Methoden

Aussehen	WES 088 (2007-12)	Umweltanalytik Oppin
Geruch/Geschmack von Wasser/Eluat	DEV B1/2 (1971) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Geruch nach Ansäuern	WES 089 (2008-02)	Umweltanalytik Oppin
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404-5 (2009-07) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Permanganat-Verbrauch in Wasser	DIN 4030 Teil 2 (2008-06) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 (2005-12) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Ammonium in Wasser/ Eluat	DIN EN ISO 11732 (2005-05) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Sulfat, berechnet	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Chlorid, berechnet	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat	DIN 38404-10-M4 (1995-04) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Sulfid gelöst in Wasser/Eluat	DIN 38405 D26 (1989-04) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Redoxpotenzial	DIN 38404 C6 (1984-05) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Oppin
Calcium (Ca) (berechnet)	DIN EN ISO 11885 (2009-09) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Hannover
Härte Wasser (Berechnungen)	DIN 38409 H6 u. DIN 4030-2 (1986-01 / 2008-06) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Hannover
Metalle/Elemente (gelöst) in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 11885/ DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) <sup>A</sup>	Umweltanalytik Hannover
W/E	Wasser/Eluat	

**ausführender Standort**

Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Oppin  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover

i.A.

Till DeLa

Till Rehausen

Dipl.-Ing. Technischer Umweltschutz  
Projektleiter



<b>Prüfbericht</b> über die Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität	Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2
---	--

<b>1. Allgemeine Angaben</b>			
Auftraggeber: IFK Ingenieurbüro für Geotechnik		Auftrags-Nr.:	
Bauvorhaben: BV: U-Bahnhof Paulsternstraße		<b>Labor-Nr.: 19-117675-01</b>	
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)		Bezeichnung des Wassers: P 038/19 - BS 1 - Grundwasserprobe	
Entnahmestelle: (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)		Entnahmetiefe: m	
Temperatur des Wassers: °C	Entnahmezeit: Uhr	Entnahmedatum:	
<b>2. Erweiterte Angaben</b>			
Fließrichtung:		Fließgeschwindigkeit: m/s	
Höhe des Wasserspiegels: m		Hydrostatischer Druck: m	
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: (z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald)			
Ort, Datum		Probenehmer	

3. Wasseranalyse			4. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 <sup>1)</sup>		
Parameter	Prüfergebnis		schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Aussehen	farblos		-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	ohne		-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	/		-	-	-
pH-Wert	7,2		6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	<0,5	mg/l	-	-	-
Härte	138	mg CaO / l	-	-	-
Härtehydrogencarbonat	137		-	-	-
Nichtcarbonathärte	0,663		-	-	-
Magnesium (Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> )	7,7	mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<0,05	mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	30	mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	65	mg/l	-	-	-
CO <sub>2</sub> (kalklösend)	<3	mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	<0,1	mg/l	-	-	-

<sup>1)</sup> Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird.  
Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

<b>5. Beurteilung</b>	
Das untersuchte Wasser ist nicht betonangreifend.	
WESSLING GmbH, Haynauer Str. 60, 12249 Berlin	
Berlin, den 25.07.2019 Ort, Datum	S. Schulz Sachbearbeiter

<b>Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern</b> nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)						
<b>Labornummer:</b>		<b>19-117675-01</b>				
Merkmal und Dimension	Einheit	Analyse	unlegierte Eisen		verzinkter Stahl	
<b>(1) Wasserart</b>			$N_1 =$	<b>0</b>	$M_1 =$	<b>-2</b>
a) fließende Gewässer		<b>x</b>				
b) stehende Gewässer						
c) Küste von Binnenseen						
d) anaerobe Moor, Meeresküste						
<b>(2) Lage des Objektes</b>			$N_2 =$	<b>0</b>	$M_2 =$	<b>0</b>
a) Unterwasserbereich		<b>x</b>				
b) Wasser-/Luftbereich						
c) Spritzwasserbereich						
<b>(3) <math>c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})</math></b>						
mit Chlorid ( $\text{Cl}^-$ )	mol/m <sup>3</sup>	<b>2,454</b>				
mit Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	mol/m <sup>3</sup>	<b>1,83</b>				
<b>(4) Säurekapazität bis pH 4,3</b>						
	mol/m <sup>3</sup>	<b>0,312</b>	$N_3 =$	<b>-2</b>	$M_3 =$	<b>0</b>
<b>(5) <math>\text{Ca}^{2+}</math></b>						
	mol/m <sup>3</sup>	<b>4,91</b>	$N_4 =$	<b>4</b>	$M_4 =$	<b>0</b>
<b>(6) pH-Wert</b>						
	-	<b>2,15</b>	$N_5 =$	<b>1</b>	$M_5 =$	<b>3</b>
<b>(7) Objekt/Wasser-Potential <math>U_H</math></b>						
	V	<b>7,2</b>	$N_6 =$	<b>0</b>	$M_6 =$	<b>1</b>
(Zur Feststellung der Fremdkathoden)			$N_7 =$	<b>-8</b>		
Bewertungszahlsumme $W_0 =$	<b>2,50</b>		Bewertungszahlsumme $W_L =$ <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 20px; display: inline-block;"></div>			
Bewertungszahlsumme $W_1 =$	<b>2,50</b>					
Bewertungszahlsumme $W_D =$	<b>2</b>					
<b>Beurteilung:</b> Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <b>sehr gering</b>  <b>sehr gering</b> </div> <div>             bezüglich Mulden und Lochkorrosion und              bezüglich der Flächenkorrosion.           </div> </div>						
Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist <span style="float: right;"><b>sehr gut.</b></span>						
<b>Bemerkung:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>             Bewertung für fließendes Gewässer              im Unterwasserbereich              Berlin, den 25.07.2019           </div> <div style="text-align: center;">             S. Schulz  <i>Sachbearbeiter</i> </div> <div>             WESSLING GmbH, Haynauer Str. 60,              12249 Berlin           </div> </div>						

A 6

HOMOGENBEREICHE

Homogenbereiche VOB 2016

Eigenschaft / Kennwert	[ ]	Definition / Bestimmung gemäß	Gewerke ATV DIN							Homogenbereiche				
			18300	18301	18304	18311	18313	18319	18321	S0	S1, S2, S3	S4	S5	S6
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Auffüllung	Sand	Kies	schluffiger Sand	Schluff
Korngrößenverteilung	-	DIN 18123	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		Körnungsband	Körnungsband	Körnungsband	Körnungsband
Massenanteil Steine	%	DIN EN ISO 14688-1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15 - 30 **	15 - 30 **	15 - 30 **	15 - 30 **	15 - 30 **
Massenanteil Blöcke	%	DIN EN ISO 14688-1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	< 15 **	< 15 **	< 15 **	< 15 **	< 15 **
Massenanteil große Blöcke	%	DIN EN ISO 14688-1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	< 5 **	< 5 **	< 5 **	< 5 **	< 5 **
Mineral. Zusammensetzung der Steine/Blöcke	-	DIN EN ISO 14689-1						✓		-	-	-	-	-
Dichte ρ	t/m³	DIN EN ISO 17892-2, DIN 18125-2	✓				✓	✓		1,7 - 2,1 **	1,8 - 2,2 **	1,8 - 2,3 **	1,8 - 2,3 **	1,8 - 2,3 **
Kohäsion	kN/m²	DIN 18137		✓						-	-	-	-	-
Undrän. Scherfestigkeit	kN/m²	DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	✓	✓		✓	✓	✓	✓	-	-		-	-
Sensitivität	-	DIN 4094-4						✓		-	-	-	-	-
Wassergehalt	%	DIN EN ISO 17892-1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1 - 15 **	1 - 10* bis vollgesättigt	vollgesättigt	vollgesättigt	vollgesättigt
Konsistenz	-	DIN EN ISO 14688-1				✓				-	-	-	-	-
Plastizitätszahl Ip	-	DIN 18122-1	✓	✓	✓		✓	✓	✓	-	-	-	-	-
Konsistenzzahl Ic	-	DIN 18122-1	✓	✓	✓		✓	✓	✓	-	-	-	-	-
Durchlässigkeit	m/s	DIN 18130						✓		-	-	-	-	-
Lagerungsdichte	-	DIN EN ISO 14688-1, DIN 18126	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	lo - md / 0,10 - 0,50 *	md - sd / 0,30 - 0,75 *	d - sd / 0,50 - 0,75 *	d - sd / 0,50 - 0,75 *	d - sd / 0,50 - 0,75 *
Kalkgehalt	-	DIN 18129				✓	✓			< 10 **	< 2 **	< 2 **	< 10 **	< 10 **
Organischer Anteil	%	DIN 18128	✓			✓	✓	✓	✓	2 - 7 **	< 3 *	< 3 **	< 5 *	< 5 *
Benennung und Beschreibung org. Böden	-	DIN EN ISO 14688-1				✓		✓		-	-	-	-	-
Abrasivität	-	NF P-18579		✓				✓		schwach - stark **	mittel - stark **	mittel - sehr stark **	mittel - stark **	schwach - mittel **
Bodengruppe	-	DIN 18196	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	A	SE	GI	SU*	UL

\* aus Labor-/Felduntersuchungen

\*\* geschätzt aus Erfahrung

ATV DIN 18300 - Erdarbeiten

ATV DIN 18301 - Bohrarbeiten

ATV DIN 18304 - Ramm- , Rüttel- und Pressarbeiten

ATV DIN 18311 - Nassbaggerarbeiten

ATV DIN 18313 - Schlitzwandarbeiten mit stützenden Flüssigkeiten

ATV DIN 18319 - Rohrvortriebsarbeiten

ATV DIN 18321 - Düsenstrahlarbeiten

A 7

MUNITIONSTECHNISCHE FREIGABE

# EOD CONSULTANTS

## FREIE FEUERWERKER

**IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH**  
Ringbahnstr. 12

12099 Berlin

Berlin, 17.07.2019

**Freigabe Kampfmittelsondierung**  
**Bauvorhaben: U-Bhf. Paulsternstraße, 13629 Berlin**

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir bedanken uns für Ihren Auftrag und übersenden Ihnen die munitionstechnische Freigabe Ihrer Bohrpunkte. Die Sondierungen erfolgten am 15.07.2019.

### Freigabe

Die für Ihr BV.: U-Bhf. Paulsternstraße, 13629 Berlin untersuchten 2 Bohrpunkte:

BS 1/ DPH 1

BS 2/ DPH 2

sind gemäß dem beiliegenden Lageplan munitionstechnisch unbedenklich und freigegeben.

Die Freigabe gilt bis in eine Tiefe von - 6,0m ab OKG.  
Die freigegebenen Bereiche sind im Gelände markiert.

Die Freigabe ist nur als Original und mit signiertem Lageplan vom 17.07.2019 gültig!

Marco Malina  
i.A. Jenny Schreyer

**EOD CONSULTANTS**

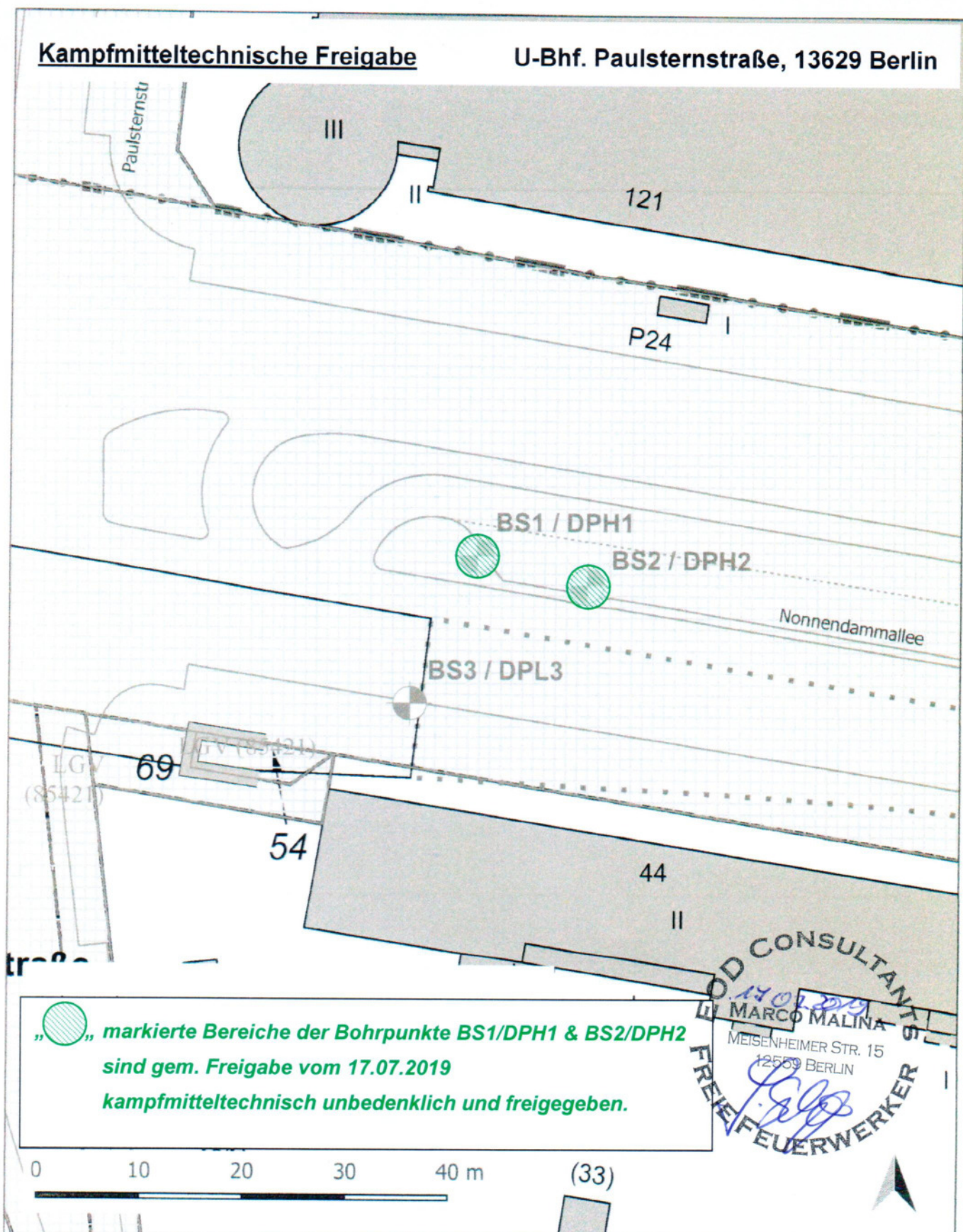
Bef.schein Nr.: 10/98 LaGetSi Berlin  
Erlaubnis Nr.: 1.3-SP 571/01 LZ Nr.: 10/ 01 LaGetSi Berlin


MARCO MALINA  
MEISENHEIMER STR. 15  
12559 BERLIN  
E-MAIL: eod-consultants@gmx.de


TEL.: 030 / 651 52 35  
FUNK: 0173 / 633 511 8  
FAX: 030 / 659 40 30 2

BANKVERBINDUNG: COMMERZBANK  
IBAN: DE50 1208 0000 4034 1988 01  
BIC: DRESDEFF120  
STEUERNr.: 36 / 431 / 61 842  
UST-ID NR.: DE 231352990





„“ markierte Bereiche der Bohrpunkte BS1/DPH1 & BS2/DPH2 sind gem. Freigabe vom 17.07.2019 kampfmitteltechnisch unbedenklich und freigegeben.

 <p>IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH Ringbahnstraße 12, 12099 Berlin</p>		Anlage	-
		Projekt-Nr.	P 038/19
Bauvorhaben	U-Bhf. Paulsternstraße 13629 Berlin	Datum	Juli 2019
		Maßstab	1:1.500
Inhalt	Lageskizze Bohrungen	Bearbeiter	PK