



**Öffentlich bestellte und vereidigte  
Sachverständige und Prüfsachver-  
ständige für Erd- und Grundbau**

Darwinstraße 13 · 10589 Berlin  
Tel. +49-30-78 90 89-0 · Fax -89  
E-Mail office@gudconsult.de  
www.gudconsult.de

Standorte  
| Hamburg | Leipzig | Athen  
| Köln | Michendorf | New Delhi

# GEOTECHNISCHER BERICHT

## zum Bauvorhaben U-Bhf. Zitadelle

### Barrierefreier Ausgang

### Am Juliesturm in Berlin-Spandau

**Gutachten  
Beratung  
Planung  
Bauüberwachung**

---

**Auftraggeber:** Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)  
Holzmarktstraße 15-17  
10589 Berlin

---

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Hans L. Hebener  
Dipl.-Ing. G. Kattner

Berlin, den 09.03.2015

Berichtsnummer: G 154/14

Dieser Bericht umfasst 16 Seiten und 5 Anlagen.

K:\U-Zitadelle\_G154.14\BERICHTE-GUTACHTEN\150304.G154-14.Ka.doc

Geschäftsleitung  
Dr. rer. nat. Götz Hirschberg  
Dr.-Ing. Fabian Kirsch<sup>1</sup>  
Dr.-Ing. Jens Mittag<sup>1</sup>  
Dipl.-Ing. Univ. Nikolaus Schneider  
Dr.-Ing. Silke Appel (ppa.)  
Dipl.-Ing. Kerstin Deterding (ppa.)<sup>5</sup>  
Dipl.-Ing. Hilmar Leonhardt (ppa.)  
Dipl.-Ing. Josef A. Patron (ppa.)

Senior-Partner  
Prof. Dr.-Ing. Kurt-M. Borchert<sup>1 2 5</sup>  
Dipl.-Ing. Hans L. Hebener<sup>1 3</sup>  
Prof. Dr.-Ing. Thomas Richter<sup>1 4</sup>  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Stavros Savidis

- <sup>1</sup> Anerkannter Prüfsachverständiger für den Erd- und Grundbau.  
<sup>2</sup> von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugruben, Injektionen und Bauwerksabdichtungen im Untergrund.  
<sup>3</sup> von der Baukammer Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Spezialtiefbau, Schwingungen im Baugrund und Bauwerk, Gründungsschäden.  
<sup>4</sup> von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gründungen, Wasserhaltungen, Erschütterungen im Baugrund.  
<sup>5</sup> EBA-Gutachter für Geotechnik bei Baumaßnahmen im Eisenbahnbau.

**INHALTSVERZEICHNIS**

|          |                                  |           |
|----------|----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>ZUSAMMENFASSUNG</b>           | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>VERANLASSUNG</b>              | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>UNTERLAGEN</b>                | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>BAUVORHABEN</b>               | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE</b>    | <b>8</b>  |
|          | 5.1 Geologische Situation        | 8         |
|          | 5.2 Baugrundaufschlüsse          | 8         |
|          | 5.3 Lagerungsverhältnisse        | 9         |
|          | 5.4 Grundwasserverhältnisse      | 10        |
| <b>6</b> | <b>BAUGRUND</b>                  | <b>11</b> |
|          | 6.1 Altlasten                    | 11        |
|          | 6.2 Bodenklassifizierung         | 11        |
|          | 6.3 Bodenkennwerte               | 12        |
| <b>7</b> | <b>GRÜNDUNG</b>                  | <b>13</b> |
|          | 7.1 Nachweis von Flachgründungen | 13        |
|          | 7.2 Hinweise für Pfahlgründungen | 14        |
| <b>8</b> | <b>RESÜMEE</b>                   | <b>15</b> |
|          | <b>VERZEICHNIS DER ANLAGEN</b>   | <b>16</b> |

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ingenieurbüro GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH wurde auf der Grundlage des Angebots A 433/14 mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts für die Herstellung eines barrierefreien Ausgangs am Westende des vorhandenen U-Bahnhofs Zitadelle beauftragt. Für die Ausführung dieses Ausganges wurden unterschiedliche Varianten der Vorplanung vorgelegt. Die genaue Ausführung und Lage des Vorhabens ist deshalb noch nicht abschließend geklärt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden auf beiden Seiten der zweispurigen Straße am Juliierturm eine Bohrung und eine Drucksondierung bis in Tiefen von ca. 20 m unter Gelände ausgeführt. Bei beiden Bohrungen wurde unter einer unterschiedlich mächtigen Auffüllung aus Bauschutt und verunreinigten Sanden bis in größere Tiefe von ca. 20 m überwiegend Mittelsand angetroffen, der teilweise unmittelbar unter der Auffüllung und in Tiefen von ca. 12 m und 17 m von unterschiedlich mächtigen organischen Schichten aus Mudde oder Torfmudde durchzogen ist.

Die Lagerungsverhältnisse der Sande wurden durch unmittelbar neben den Bohrungen durchgeführte Drucksondierungen ermittelt. Bei beiden Aufschlüssen wurde eine sehr lockere Lagerung mit Spitzendrücken von  $q_c = 2,0 \text{ MN/m}^2$  bis ca.  $4 \text{ MN/m}^2$  ausgewiesen. Darunter ist ab ca. 11,0 m Tiefe ein geringer Anstieg in den Bereich einer mitteldichten Lagerung zu verzeichnen. Ein durchgehend mitteldicht gelagerter Boden wurde jedoch erst ab Sondiertiefen von ca. 21 m unter Gelände angetroffen.

Das Grundwasser wurde jetzt im Unterpegel der Bohrung B2 in 2,5 m Tiefe unter Gelände auf +29,6 m NHN gemessen. Dieser Wert korrespondiert mit den Ergebnissen der Grundwassergleichenkarten diesem Bereich Grundwasserhöhen von ca. +29,5 m NHN bis +30,0 m NHN.

Die ermittelten Parameter der chemischen Untersuchungen für die Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen erlauben nach den jetzigen Ergebnissen keine Einleitung in den R-Kanal, so dass vor Beginn einer Wasserabsenkung weitere Untersuchungen notwendig sind. Das Grundwasser ist nicht betonangreifend. Die Untersuchungen der Stahlaggressivität weisen eine sehr geringe Korrosionswahrscheinlichkeit aus.

Für die Ausführung von Treppen oder Podeste im Ausgangsbereich oder für Streifen- und Einzelfundamente der Überbauung von Eingangsbereichen ist bedingt durch die anstehenden Untergrundverhältnisse eine Bodenverbesserung erforderlich. Vorgeschlagen wird hier ein Bodenaustausch und die Einbringung einer gut verdichteten Kies- oder Schottertragschicht. Die Bemessung der Gründung kann dann in Anlehnung an DIN 1054:2010-12 über Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach Tabelle A6.2 der o. g. DIN erfolgen.

Nach den Festlegungen der EA Pfähle im Zusammenhang mit den festgestellten Lagerungsverhältnissen der Sande wurde für mögliche Pfahlgründungen eine Mindestlänge der Bohrpfähle von  $\approx 27$  m ermittelt. Alternativ ist hier der Einsatz von Verdrängungspfählen zu überprüfen, bei den bedingt durch die Herstellung und einer möglichen Pfahlfußausrammung die Gründungstiefen und damit die Pfahllängen unmittelbar in situ festgelegt werden können.

## **2 VERANLASSUNG**

Auf Grundlage des Angebotes A 434/14 vom 29.07.2014 wurde das Ingenieurbüro GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH beauftragt, die Durchführung von geotechnischen Untersuchungen in situ zu veranlassen und einen geotechnischen Bericht für den geplanten barrierefreien Ausbau am Westende des U-Bahnhofes Zitadellenweg zu bearbeiten.

### 3 UNTERLAGEN

Für die Bearbeitung standen uns nachfolgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U 1] Projektdarstellungen der Vorplanung einschl. Auszüge aus Leitungsplänen im Baubereich sowie die Darstellung unterschiedlicher Ausführungsvarianten, bearbeitet durch „Architekten am Kaiserdamm“, Dipl.-Ing. Detlev Hesse, im September 2014 bis Januar 2015
- [U 2] Grundriss- und Schnittzeichnungen des vorhandenen U-Bhf. Zitadelle mit Daten von 1977 bis 1980, bearbeitet vom Senator für Bau- und Wohnungswesen; Vllid-Bahnbau
- [U 3] Schichtenverzeichnisse und Bodenproben sowie Ergebnisse von Drucksondierungen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse, ausgeführt von der Bohrfirma Bernhard Daug's Brunnenbau- Bodensanierung GmbH im November/Dezember 2014
- [U 4] Grundwassergleichenkarte Ausgabe Mai 2014, erarbeitet von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und veröffentlicht im geologischen Atlas von Berlin
- [U 5] Statischer Vorentwurf für „Barrierefreier Ausbau“ vom 30.01.2015, bearbeitet von HTPS, Hoch- und Tiefbau-Planung Schröder, Berlin
- [U 6] Bericht Bauforschung T2961 zur „Ermittlung charakteristischer Bodenkenngrößen für gemischtkörnige und organische Böden als Grundlage für Bauvorschriften
- [U 7] Hauptbodenarten im Raum Berlin als Baugrund, Vortrag in der Baugrundtagung Berlin 1978
- [U 8] Auszug einer Veröffentlichung „Deutscher Betontag 1977“ über Sonderbauweisen beim Bau der U-Bahn in Berlin-Spandau

## 4 BAUVORHABEN

Der U-Bahnhof Zitadelle in der Straße „Am Juliesturm“ soll durch einen barrierefreien zweiten Ausgang am Westende der in den 1980-er Jahren gebauten Tunnelanlage ergänzt werden. Der U-Bahnhof liegt im Bereich der hier zweispurigen Straße, im Wesentlichen unmittelbar unter dem Mittelstreifen. Der jetzige U-Bahn-Ausgang ermöglichte den Ausstieg auf der Nordseite unmittelbar im Bereich des Zitadellenweges.

Vorgesehen ist, den neuen barrierefreien Ausgang am Westende des Bahnhofs so zu integrieren, dass die beidseitig vorhandenen Gehwege der zweispurigen Straße ohne Beeinträchtigung des Straßenverkehrs erreicht werden können. Die im Rahmen der Vorplanung untersuchten Möglichkeiten beinhalten Konstruktionen, bei denen die Bahnsteigtreppe durch Laftunnel so verbunden sind, dass diese unter der Straße bis hin zu den Ausgängen auf den Gehwegen in Tiefen von ca. -3,5 m flach neben den Altunnel abgesetzt werden.

Als Anlage 1.3 sind Zeichnungen für die zuletzt vorgeschlagene Lösung mit Ausgängen unmittelbar auf dem Mittelstreifen dem Gutachten beigelegt. Hier wird bei Variante A und B nach dem teilweisen Aufbruch der westlichen Stirnwand des Bahnhofs jede Bahnsteigtreppe so nach oben geführt, dass die Verbindung beider Treppenaufgänge noch unmittelbar über dem Bahnhofstunnel erfolgt. Beide Varianten liegen im Mittelstreifen, so dass zum Erreichen der beidseitigen Gehwege eine Überquerung der Straße notwendig wird.

Die Lage der vorgeschlagenen zwei Varianten und weitere Einzelheiten sind aus der Anlage 1.3, Seite 1 und 2 ersichtlich.

Der vorhandene U-Bahntunnel sowie die baulichen Anlagen des Bahnhofs sind nach [U2] beidseitig von einer Stahlbetonschlitzwand begrenzt. Die Oberkante der Schlitzwand liegt bezogen auf NN-Höhen durchgehend auf +31,0 m NN, die Endtiefe ist mit +15,35 m NN angegeben. Nach den Schnittdarstellungen der Altunterlagen wurde die Tunnelsohle und auch die Bahnhofssohle einschließlich Unterbeton und Dichtung auf ca. +22 m NN gegründet. Die während der Bauarbeiten hergestellte Schlitzwand endet damit ca. 6,6 m unter der Gründungssohle.

Bei einem für den Standort anzunehmenden mittleren Grundwasserstand von ca. +29,6 m NHN müssen die Veränderungen im Bereich des vorhandenen Tunnel durchgehend unter Grundwasser ausgeführt werden.

## **5 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

### **5.1 Geologische Situation**

Nach der geologischen Karte von Berlin liegt der Standort im Bereich des Warschauer-Berliner-Urstromtales. Der Standort wird geprägt durch Talsande der Weichselkaltzeit, die jedoch mit See- und Moorablagerungen als Mudde- und/oder Torfschichten durchzogen sind.

Aus Baugrunduntersuchungen von mehreren in der Nähe gelegenen Bauvorhaben ist bekannt, dass diese organischen Einlagerungen unregelmäßig in unterschiedlichen Tiefen und Schichtdicken, z. T. mit Beimengungen von Feinsand, anstehen.

Die genaue Schichtenfolge ist den Bohrprofilen (Anlage 2.1 und 2.2) zu entnehmen.

### **5.2 Baugrundaufschlüsse**

Bedingt durch die örtlichen Verhältnisse und die Leitungsführung konnten auf jeder Gehwegseite jeweils nur eine Bohrung und zugehörig eine Drucksondierung durchgeführt werden. Die Lage der Aufschlüsse ist auf Anlage 1.2 dargestellt. Sowohl bei der Durchführung der Bohrungen als auch beim Ansatz der Drucksondierung mussten die Ansatzpunkte nach dem jeweiligen Vorschachten mehrere Male versetzt werden, so dass eine nähere Zuordnung der Aufschlüsse zu den jetzt auf dem Mittelstreifen vorgesehenen Baumaßnahmen nicht möglich war.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind auf Anlage 3.1, Seite 1 und 2 jeweils als Bohrprofil mit zugehöriger Drucksondierung nebeneinander aufgetragen. Bei beiden Bohrungen wurde unter einer ca. 1 m bis 2 m dicken Auffüllung aus Sand und Ziegelbruch der gewachsene Boden angetroffen. Während bei der Bohrung B1 unmittelbar ab 2 m Tiefe eine 1,5 m Muddeschicht ansteht, wurde bei der Bohrung B2 bis 2,5 m Tiefe ein teilweise organisch verunreinigter Feinsand angetroffen. Hier ist nicht eindeutig zu bestimmen, ob es sich dabei bereits zum einen durch andere Baumaßnahmen eingebrachten Auffüllungsbereich handelt. Unter diesem organischen Feinsand steht eine 0,9 m dicke Muddeschicht an, die dann wiederum bis 4,75 m Tiefe von zersetzter Torf-Mudde unterlagert wird.

Bei beiden Aufschlüssen stehen dann nichtbindige Böden als Mittel- oder Grobsande an. Erst in Tiefen 16,6 m in der Bohrung B1 und 12,2 m in der Bohrung B2 wurden organische Schichten als Mudde oder schwach organischer Schluff angetroffen. Die organische Schicht wurde in der Bohrung B1 bis 19 m Tiefe nicht durchstoßen, während bei der Bohrung B2 die Muddeschicht ausschließlich zwischen 12,2 m und

14,7 m unter Gelände erbohrt wurde. Danach folgen hier bis zur Aufschlusstiefe von 20 m Mittelsande mit Braunkohlespuren.

Zur Dokumentation der teilweise tiefenabhängig schnell wechselnden Schichtenfolge wurden aus Bohrung B1 insgesamt 4 Linerproben entnommen. Die Ergebnisse sind in Anlage 3.2 dokumentiert. Hier ist ersichtlich, dass im Bereich zwischen 2 m und 4 m Aufschlusstiefe die Abfolge der tatsächlich vorhandenen Böden aus der Dokumentation der gestörten Proben nicht eindeutig abzuleiten ist. Erst bei den Linerproben sind die zwischen 4 m und 5 m vorhandenen geringmächtigen Einlagerungen von stark schluffigen Sanden und Torf oder Braunkohle zu erkennen. Der Liner zwischen 17 m und 18 m zeigt durchgehend die auch in der Schichtdarstellung der Bohrfirma ausgewiesene Muddeschicht.

Nach den als Anlage 2 beigefügten Aufzeichnungen des Bohrbetriebs konnte in der Bohrung B2 in der dort erbohrten Muddeschicht keine ungestörte Probe entnommen werden. Bei dem Versuch einen Stutzen zu entnehmen trat ein totaler Kernverlust ein.

### 5.3 Lagerungsverhältnisse

Die zur Erkundung der Lagerungsverhältnisse ausgeführten Drucksondierungen DS1 und DS2 sind den Anlagen 3.1, Seite 1 und 2 unmittelbar neben den Bohrungen aufgetragen. Bei den Sondierungen wurden bis in Tiefen von ca.  $q_c = 10$  m bis 12 m Spitzenwiderstände in der Größenordnung von ca.  $q_c = 2,0$  MN/m<sup>2</sup> bis  $q_c = 4,0$  MN/m<sup>2</sup> ausgewiesen, die dann geringfügig auf  $q_c = 5,0$  MN/m<sup>2</sup> bis 7,0 MN/m<sup>2</sup> ansteigen.

Mindestens bis ca. 11,0 m Tiefe ist der anstehende Mittelsand sehr locker gelagert. Darunter beginnt mit Spitzendrücken bis  $q_c \approx 8,0$  MN/m<sup>2</sup> ein Übergangsbereich zu einer mitteldichten Lagerung.

Ein merklicher Anstieg des Spitzenwiderstandes wurde bei beiden Sondierungen erst in Tiefen ab ca. 21 m unter Ansatzpunkt ausgewiesen. Ab dieser Tiefe ist bis zur Aufschlusstiefe durchgehend eine mindestens mitteldichte Lagerung mit Werten von  $q_c \geq 10$  MN/m<sup>2</sup> ausgewiesen.

Die bereits auf kurze Entfernung tiefenabhängig vorhandene Veränderung der Lagerungsverhältnisse ist offensichtlich auf die geologische Situation der Sedimentierung mit organischen Anteilen zurückzuführen.

Die Tiefenlage der in den Bohrungen dargestellten organischen Schichten ist aus den neben den Spitzendruckkurven aufgetragenen Reibungsverhältnis ( $f_s / q_c \times 100$ ) ersichtlich.

#### 5.4 Grundwasserverhältnisse

Das Grundwasser wurde bei der Bohrung B1 in einer Tiefe von 3,70 m unter der Muddeschicht angeschnitten, während bei Bohrung B2 das Grundwasser in 2,50 m Tiefe über der stauenden Muddeschicht ansteht. Hier wurde ein Doppelpegel zur Messung möglicher Stauhohizonte eingebaut. Bei der am 04.03.2015 durchgeführten Messung konnte das Grundwasser im Oberpegel wegen Verschlämmung nicht gemessen werden, im Unterpegel lag das Grundwasser 2,5 m unter Gelände.

Bezogen auf die vorhandenen Geländehöhen von ca. +32,10 m NHN entspricht der in B2 erbohrte und jetzt im Unterpegel gemessene Grundwasserstand mit +29,6 m NHN den Isolinien der Grundwassergleichkarte 2012 mit einer Grundwasserhöhe von ca. +29,7 m NHN. Als Bauwasserstand sollte deshalb die Höhe des Grundwassers mit 0,5 m über den Isolinien auf ca. +30,20 m NHN angesetzt werden.

Bei der Untersuchungen des Grundwassers nach dem „Merkblatt SenStadtUm September 2013 zur Grundwasserbenutzung bei Baumaßnahmen“ wurden die zulässigen Parameter für eine Einleitung in den R-Kanal bei Eisen, AOX und den abfiltrierbaren Stoffen überschritten. Vor Beginn der Wasserabsenkung sind aktuelle Untersuchungen des Grundwassers für eine eventuell notwendige Einleitung in den M-Kanal und/oder die Bereitstellung von Reinigungsanlagen erforderlich.

Nach Anlage 5 ist das anstehende Grundwasser nicht betonangreifend. Die Ermittlung der Stahlaggressivität weist eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion aus. Auch die Wahrscheinlichkeit einer Flächenkorrosion ist sehr gering. Weitere Messergebnisse sind den Tabellen der Anlage 5 zu entnehmen.

## 6 BAUGRUND

### 6.1 Altlasten

Bedingt durch die örtliche Situation lagern die Aufschlüsse überwiegend zwischen vorhandenen Leitungen oder unmittelbar neben vorhandenen Bauten im Bereich unterschiedlich zusammengesetzter Ziegel-, Beton- und Sandauffüllungen. Bei den beiden dann ausgeführten Bohrungen wurde der dort anstehende Fein- und Mittelsand ohne organoleptischen Befund angetroffen. Auf die Durchführung von chemisch analytischen Untersuchungen von Bodenproben wurde verzichtet. Nach endgültiger Festlegung der Lage und Ausführung des geplanten U-Bahnausganges sind entsprechende Altlastenuntersuchungen durchzuführen.

### 6.2 Bodenklassifizierung

Die in dem Untersuchungsgebiet angetroffenen Baugrundsichten können gemäß DIN 8300, Din 18301 und Din 18196 in nachfolgende Klassifizierung eingestuft werden.

**Tabelle 6-1** Bodenklassifizierung

| Bodenart                                      | Kurzzeichen nach DIN 18196 | Bodenklasse nach DIN 18300 | Bodenklasse nach DIN 18301 |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Auffüllung, sandig, schwach schluffig, Steine | A                          | 3-4                        | (BS1-BS2)<br>BN1/BN2       |
| Sand, locker bis mitteldicht                  | SE                         | 3                          | BN1                        |
| Sand-Schluff-Gemisch (Mergel)                 | SU/Se*                     | 4-5                        | BB2-BB3                    |
| Mudde   | F                          | 2                          | BO1                        |

Für Auffüllungen muss von Bodenklassen von 3 bis 4 ausgegangen werden. Da die Einordnung abhängig von der jeweils örtlich vorhandenen Zusammensetzung und Steingröße der einzelnen Bereiche ist, sollte die anzusetzende Bodenklasse bei der Durchführung von Erdarbeiten in Abstimmung mit dem Auftragnehmer festgelegt werden.

### 6.3 Bodenkennwerte

Für die Durchführung von erdstatischen Berechnungen sind in der nachfolgenden Tabelle die maßgebenden charakteristischen Bodenkennwerte zusammengestellt.

**Tabelle 6-2** Charakteristische Bodenkennwerte

| Bodenart          | Wichte*                | Scherfestigkeit |                      |                      | Steife-<br>modul     | Durchlässigkeit                                       |
|-------------------|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
|                   |                        | $\varphi'_k$    | $c'_k$               | $c_{u,k}$            |                      |   |
|                   | $\gamma_k / \gamma'_k$ | [°]             | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | $E_{s \text{ erst}}$ | [m/s]   |
| Auffüllung        | 19/11                  | 30,0            | -                    | -                    |                      | -   |
| Sand, locker      | 18/10                  | 32,5            | -                    | -                    | $15\sqrt{z}$         | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-4}$                   |
| Sand, mitteldicht | 18,5/10,5              | 35,0            | -                    | -                    | $20\sqrt{z}$         | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-4}$                   |
| Sand, dicht       | 19/10                  | 37,5            | -                    | -                    | $25\sqrt{z}$         | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-4}$                   |
| <i>Mudde</i>      | <i>13/3</i>            | <i>10</i>       | <i>10</i>            | <i>10-15</i>         | <i>1 bis 2</i>       | <i><math>1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8}</math></i> |

\* Für Auftriebsnachweise sind die angegebenen Wichten um 1 kN/m<sup>3</sup> zu reduzieren.

Die Bodenkennwerte wurden unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung aus Feld- und Laborergebnissen, nach Erfahrungswerten und vorhandenen Korrelationen mit vergleichbaren Böden abgeleitet. Insbesondere für die Muddeschicht sind die Bodenkennwerte als grobe Schätzung zu verstehen. Sofern es für spezielle Aufgaben genauerer Angaben bedarf, müssen diese aus in situ ungestört zu entnehmender Proben der Güteklasse 1 in Laborversuchen genauer bestimmt werden.

## 7 GRÜNDUNG

### 7.1 Nachweis von Flachgründungen

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen [U3] liegen Gründungen im oberen Bereich bis in Tiefen von ca. 3,5 m bis 4,5 m im Auffüllungsbereich oder bereits in der Muddeschicht. Darunter steht bis in größere Tiefen ein überwiegend sehr locker bis locker gelagerter Sand an. Der mitteldicht gelagerte Sand wurde bei beiden Drucksondierungen erst ab einer Tiefe von ca. 23 m ausgewiesen.

Das Grundwasser liegt ca. 2,0 m bis 2,5 m unter Gehweg oder Straße. Für die unmittelbare Auflagerung von Fußböden, Treppenstufen oder Streifen- und Einzelfundamenten der Überbauung von Ausgängen auf dem anstehenden Untergrund ist deshalb eine Bodenverbesserung erforderlich. Vorgeschlagen wird ab Gründungsebene die Einbringung einer mindestens ca. 0,5 m dicken, gut verdichteten Kies- oder Schottertragschicht. Für diese Tragschicht sind die für den Straßenbau ausgewiesenen Körnungsbereiche von Schotter- und/oder Kiestragschichten im Sieblinienbereich 0/32 oder 0/56 zu verwenden. Einbau und Verdichtung der Polsterschicht muss lagenweise so erfolgen, dass eine Festigkeit von  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  ausgewiesen wird.

Auf dem Planum der Tragschicht (Gründungspolster) ist eine ausreichende Festigkeit der Aushubsohle von  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Alternativ ist eine Verstärkung der Polsterdicke und/oder die Anwendung von Geogittern erforderlich.

Nach einer Verbesserung des Untergrundes kann die Bemessung der Standsicherheit von flach gegründeten Baugliedern nach dem vereinfachten Verfahren (DIN 1054:2010-12, Abschnitt 6.10) erfolgen. Als Bemessungswert des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  können die Werte der Tabelle A6.2 angesetzt werden. Die durch den wechselnden Grundwasserstand notwendige Abminderung von ca. 15% ist hierbei zu berücksichtigen.

Für den Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Grundbruch muss der Bemessungswert  $\sigma_{E,d}$  der Sohlruckbeanspruchung aus den charakteristischen Vertikalbeanspruchungen multipliziert mit den maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerten ermittelt werden. Eine ausreichende Sicherheit ist vorhanden, wenn die Bedingung  $\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$  erfüllt ist.

## 7.2 Hinweise für Pfahlgründungen

Für die Vorbemessung von Pfahlgründungen sind nachstehend in Anlehnung an EA-Pfähle Pkt. 5.4.6.2 charakteristische Bemessungswerte als Erfahrungswerte zusammengestellt.

Abhängig von den erbohrten Schichten werden hier ausschließlich Bemessungswerte für nichtbindigen Boden angegeben.

**Tabelle 7-1** Bemessungswerte in nichtbindigen Böden für Bohrpfähle

|  |  |       |        |
|--|--|-------|--------|
| Sondierspitzenwiderstand $q_c$<br>[MN/m <sup>2</sup> ]             | 10,0   | 15,0  | > 25,0 |
| Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | 90,0   | 120,0 | 150,0  |
| bezogene Pfahlkopfsetzung $s/D$                                    | Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |       |        |
| 0,02   | 850  | 1.200 | 2.000  |
| 0,03   | 1.250  | 1.600 | 2.600  |
| 0,10   | 2.450  | 3.500 | 4.650  |

- Einbindung in tragfähige Schicht mit  $q_c \geq 10,0 \text{ MN/m}^2 \geq 2,5 \text{ m}$
- Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb Pfahlfußfläche  $\geq 3 \cdot D$ , min = 1,5 m.

Nach dem Verlauf der Spitzenwiderstände  $q_c$  der Drucksondierungen (Anlage 3.1) beginnt die mitteldichte Lagerung der Sande ( $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$ ) erst ca. 23 m unter Gelände. Die in der Tabelle genannten Bemessungswerte bedingen darüber hinaus eine Einbindung von mindestens 2,5 m in die tragfähige Schicht mit  $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$  und eine Dicke der darunter anstehenden tragfähigen Schicht von mindestens drei Pfahldurchmessern, minimal 1,5 m. Bei Einhaltung dieser Vorgaben müssen Bohrpfähle mit einer Mindestlänge von  $L = 23,0 + (2,5+1,5) = 27,0 \text{ m}$  ausgeführt werden.

In der EA-Pfähle, Ausgabe 2012, Kapitel 5.4 sind weitere auf dem Markt angebotene Pfahlssysteme beschrieben und mit Erfahrungswerten für unterschiedliche Bodenarten belegt. Alternativ ist hier der Einsatz von Verdrängungspfähle zu überprüfen.

## 8 RESÜMEE

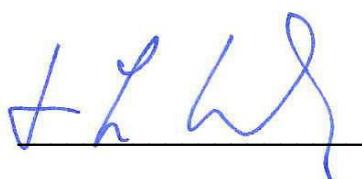
Nach den vorliegenden Untersuchungen ist eine endgültige Festlegung der notwendigen Gründungsmaßnahmen erst nach der Auswahl eines der bisher vorgeschlagenen Standorte der Baumaßnahme möglich. Bei der Auswahl des Standortes ist jedoch zu beachten, dass speziell bei Baukonstruktionen außerhalb der alten Tunnelanlagen die Lasten überwiegend durch eine Tiefgründung abzufangen sind.

Die aus jetziger Sicht günstigste Variante ist der Ausgang unmittelbar auf dem Mittelstreifen. Hierbei ist jedoch eine barrierefreie Überbrückung der Straßen nicht vorhanden.

Bevorzugt sollte jedoch Variante A untersucht werden. Bereits die statische Vorplanung des Ingenieurbüros HTPS weist für diese Variante die geringsten Schwierigkeiten bei dem Einbau von Treppen und Zwischendecken auf.

Die Baumarbeiten erfolgen im Schutze einer Trogbaugrube mittels überschnittener Bohrpfahlwand oder Spundbohlen. Die Abdichtung der vertikalen Fugen zwischen Bestandsschlitzwand und Baugrubenwand kann mittels einer Düsenstrahlplombe realisiert werden.

Für die horizontale Fuge der Baugrubenwand über der Tunneldecke der U-Bahn ist eine Vereisung erforderlich.



Dipl.-Ing. Hans L. Hebener



Dipl.-Ing. G. Kattner

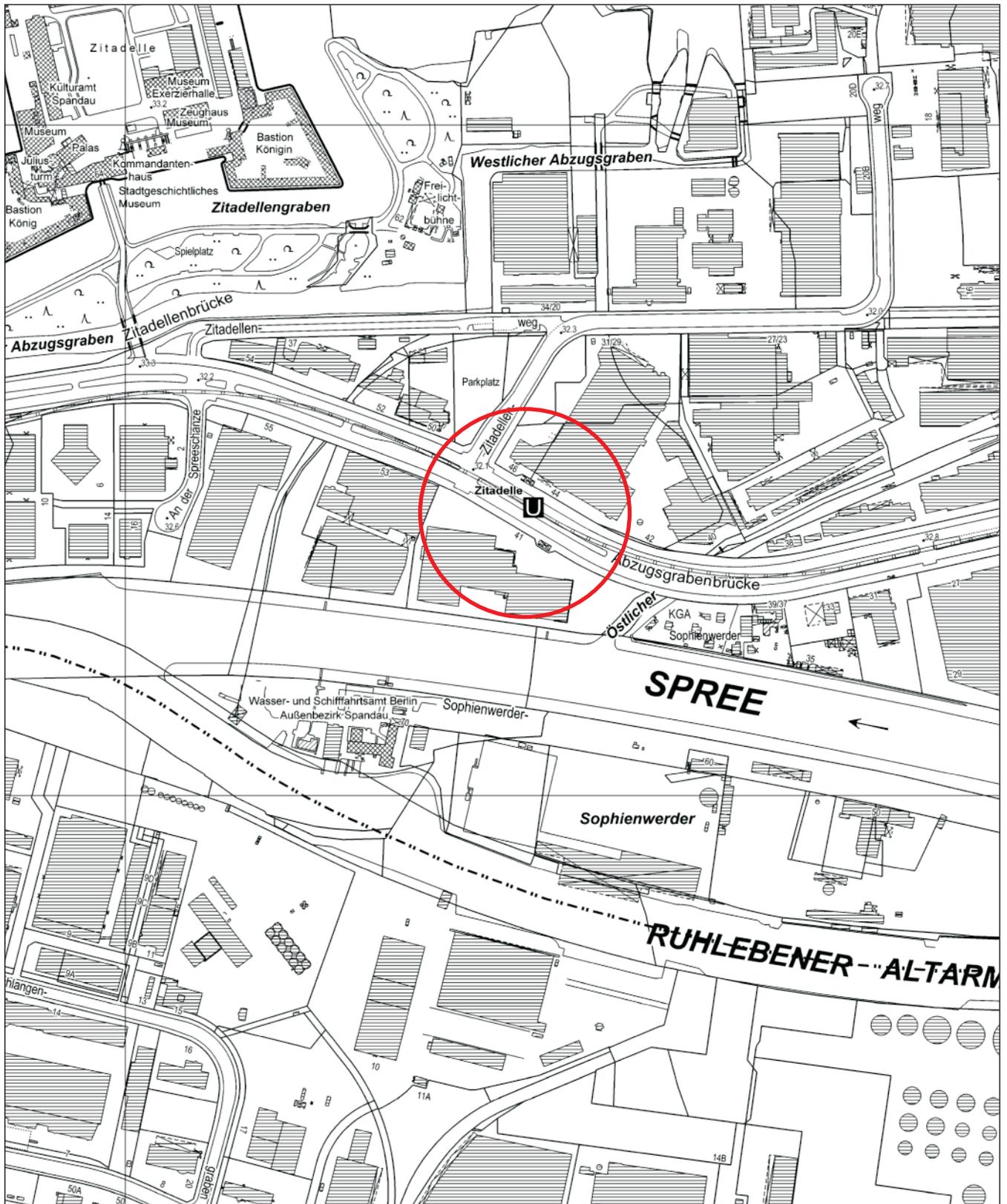
**VERZEICHNIS DER ANLAGEN**

|   | <b>Seiten-<br/>anzahl</b> |
|---|---------------------------|
| <b>1 Pläne</b>  |                           |
| 1.1 Übersichtsplan  | 1                         |
| 1.2 Lageplan Ausgang I mit Untersuchungsstellen   | 1                         |
| 1.3 Vorplanung Variante A und B   | 2                         |
| <b>2 Aufschlussergebnisse Bohrbetrieb</b>   |                           |
| 2.1 Bohrung B1 und B2   | 10                        |
| 2.2 Drucksondierung CPT 1 und CPT 2   | 4                         |
| 2.3 Lageskizzen der Aufschlusspunkte  | 3                         |
| <b>3 Darstellung der Aufschlüsse</b>  |                           |
| 3.1 Schnittdarstellung B1/D1 - B2/D2  | 2                         |
| 3.2 Bilddokumentation Liner   | 1                         |
| <b>4 Laboruntersuchungen</b>  |                           |
| 4.1 Korngrößenverteilung  | 3                         |
| 4.2 Glühverlust - organische Anteile  | 2                         |
| 4.3 Zustandsgrenzen   | 1                         |
| 4.4 Wassergehalt  | 1                         |
| <b>5 Prüfbericht Nr. B1500240, Beton- und Stahlaggressivität sowie Einleitwerte nach „Merkblatt SenStadtUm September 2013</b> | <b>7</b>                  |

## **ANLAGE 1**



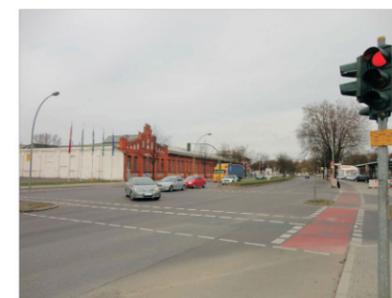
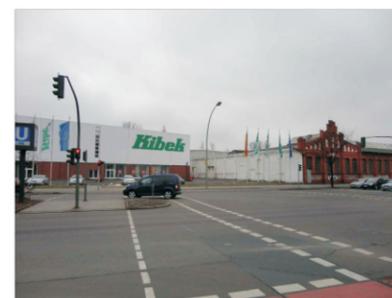
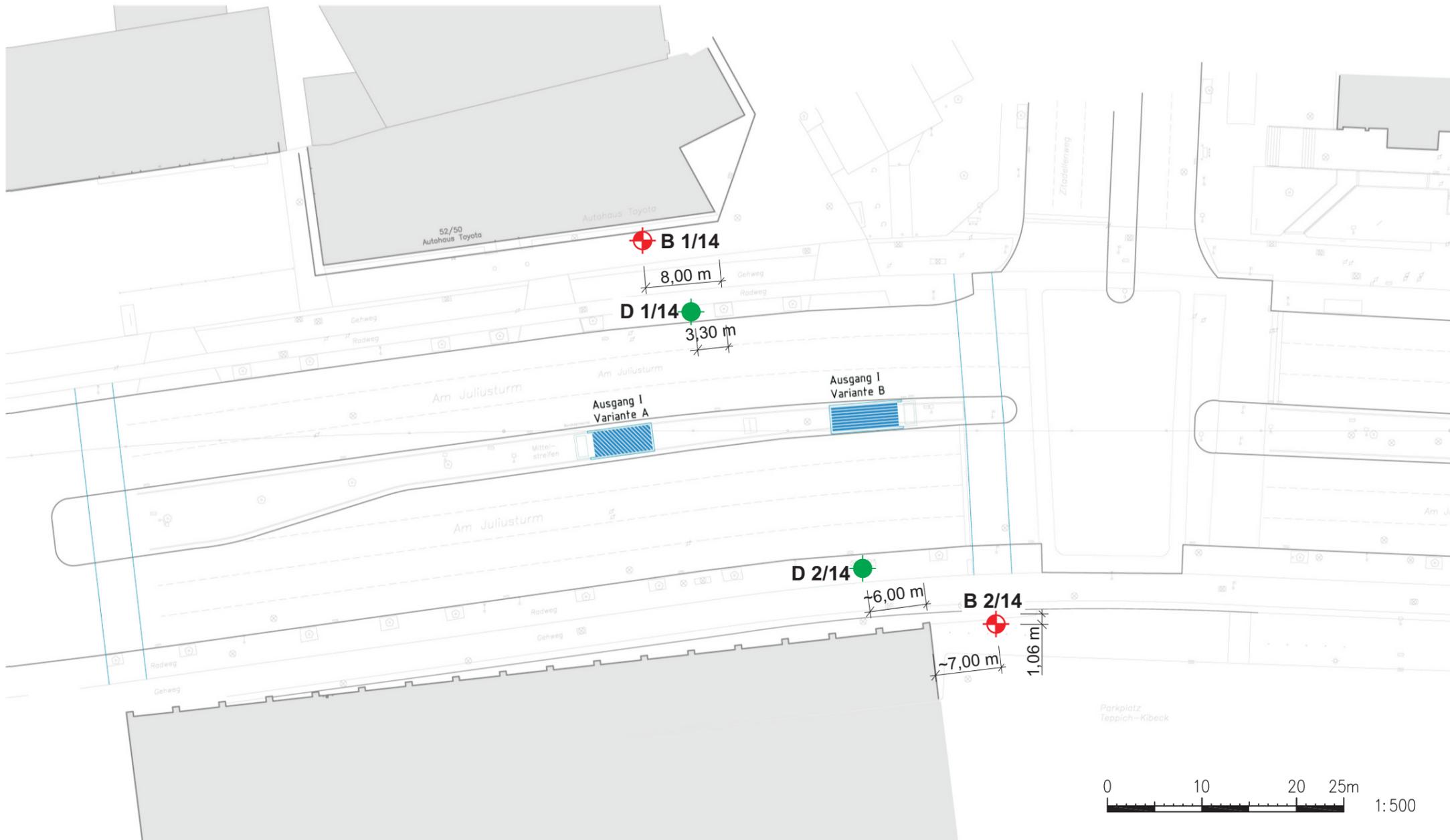
Übersicht M 1 : 5.000



Quelle: K5 RD / DVD 122, Stand: Januar 2012, Bezirksämter von Berlin und Senatsverwaltung für Stadtentwicklung III, Maßstab 1:5000

office@gudconsult.de · Darwinstraße 13 · 10589 Berlin · Telefon (030) 78 90 89-0 · Telefax (030) 78 90 89 89

File: P:\ANLAGEN\G154\_15\G154\_15\_A1.cdr



Legende

- Bestand
- Neubau
- Abbruch
- Bushaltestelle
- Straßenlaterne
- Ampel
- Straßenschild
- Straßeneinlauf
- Gehölz
- Laubbaum
- Wasserschieber
- Gasschieber
- Schacht (rund)
- Schacht (eckig)
- Lichtmast
- Unterflurhydrant

(B 1/14) Bohrung

(D 1/14) Drucksondierung



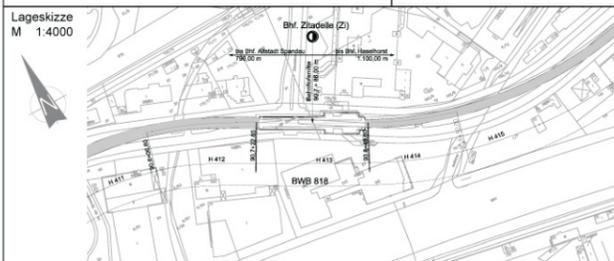
**Projekt-Nr.**  
**G 154/14**  
**Anlage 1.2**

|                |                               |                         |                    |
|----------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| a              | Varianten 1, 2 + 3a entfallen | 22.01.2015              | Sieste/Es          |
| Index          | Änderung                      | Datum                   | Name               |
| Betriebsleiter |                               | Techn. Aufsichtsbehörde | Zg.-Nr. Zi_VP 100a |

## Lageplan Ausgang I mit Untersuchungsstellen

|                  |  |  |                            |
|------------------|--|--|----------------------------|
| Freigabevermerke | Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung geprüft | Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung geprüft | Zur Ausführung freigegeben |
| Einverstanden    |  |  |                            |
| Datum            | Projektlg.   | Datum  | Objektplaner               |

|  |   |       |              |
|--|---|-------|--------------|
| Bauherr <b>BERLINER VERKEHRSBETRIEBE (BVG)</b><br>Anstalt des öffentlichen Rechts<br>Bereich Infrastruktur<br>Bautechnische Anlagen  | Die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung wird bestätigt<br>Für den AG<br>Für den AN |       |              |
| Auftragnehmer <b>Architekten am Kaiserdamm</b><br>Dipl.-Ing. Detlev Hesse<br>Kaiserdamm 20<br>14057 Berlin<br>Tel: 303 / 40 50 560-0<br>Fax: 303 / 40 50 560-60<br>Email: info@ak-hesse.de | bearbeitet 19.01.2015 Sieste<br>gezeichnet 19.01.2015 Essmann<br>geprüft Sieste                 |       |              |
| Datum  | Unterschrift  | Datum | Unterschrift |



|             |  |               |   |
|-------------|--|---------------|---|
| Zg.-Nr.     | Zi_VP 100a   | Planungsphase | Vorplanung  |
| Dateiname   | Projekt <b>U-Bhf Zitadelle (Zi)</b><br><b>Barrierefreier Ausbau / Neubau Ausgang I</b> |               |   |
| Maßstab     | 1:250  | Bauteil       | <b>Ausgang I / Varianten</b><br><b>Lageplan Übersicht</b> |
| Blattgröße  | DIN A1   | Bauwerksnr.   | H 413   |
| Projekt-Nr. | A 27251  | Bahnhof       | Zitadelle (Zi)  |
| Bauwerksb.  | 818-2  | Linie         | U7  |





## **ANLAGE 2**

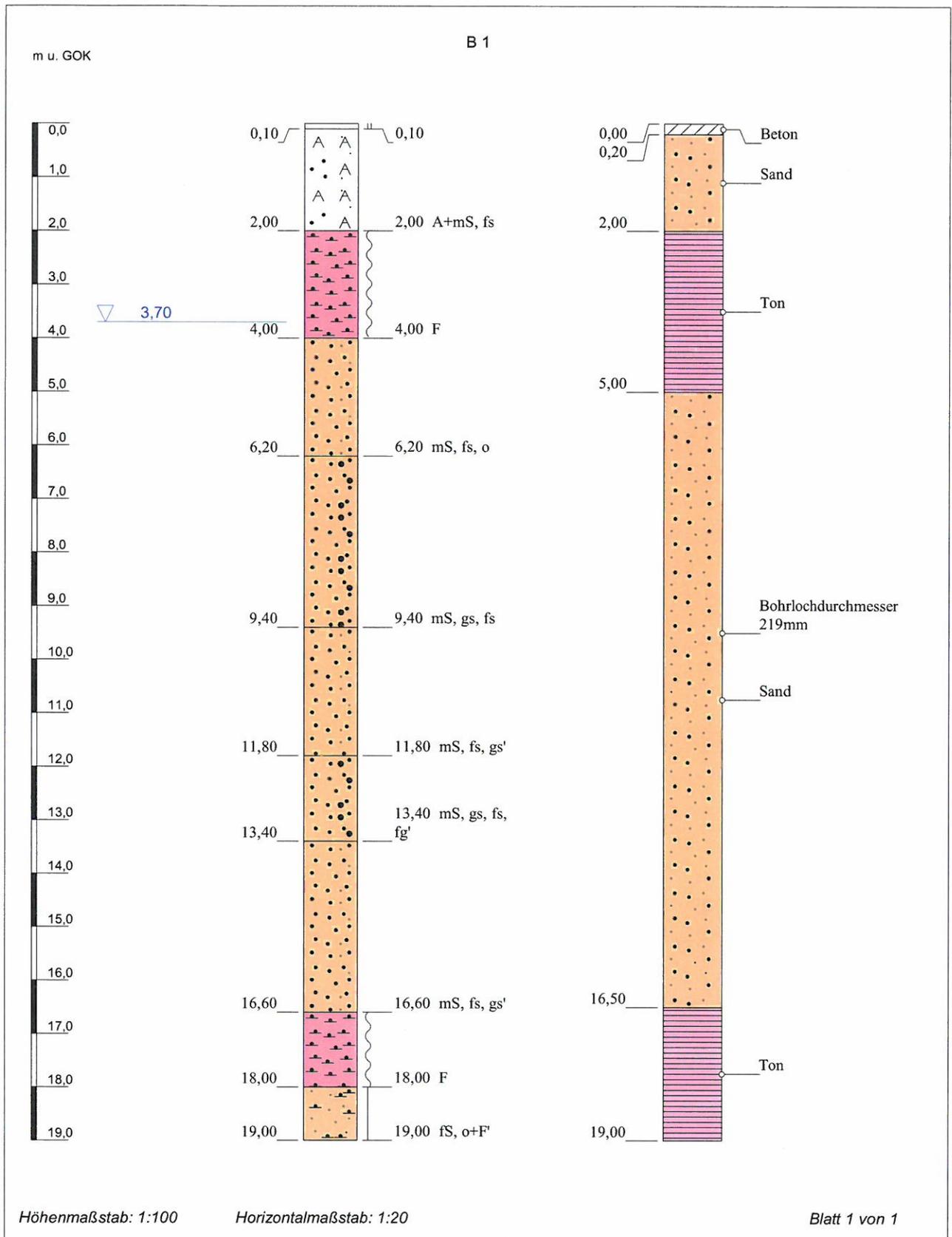
## **ANLAGE 2.1**

| <b>Kopfbblatt nach DIN 4022</b> zum Schichtenverzeichnis<br>für Bohrungen<br>Baugrundbohrung / Wasserbohrung*)  |   | Archiv-Nr: _____<br>Aktenzeichen: <u>G 154/14</u> |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
|---|---|---|------------------|----------------|--------|------------------|------------|--------------------|---|--|------------|---------------|----|--|------------|--|--|--|--------------|--|--|--|--------------|--|--|--|
| <b>1</b> Objekt<br><u>U-Bahnhof Zitadelle</u>   | Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: _____<br>Anzahl der Testberichte und ähnliches: _____  |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>2</b> Bohrung Nr: <u>B 1</u> Zweck: <u>Baugrunderkundung</u><br>Ort: <u>Berlin-Spandau</u><br>Lage (Topographische Karte M=1:25000): _____ Nr: _____<br>Rechts: <u>0,0</u> Hoch: <u>0,0</u> Lotrecht/Neigung: _____ °      Richtung: _____ °<br>Höhe des      } a) zu NHN <u>0,00</u> m      über/unter/gleich<br>Ansatzpunktes      } b) zu _____ m      m      Gelände*) |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>3</b> Lageskizze: (Maßstab 1: _____ / unmaßstäblich*)<br><div style="border: 1px dashed black; height: 300px; width: 100%;"></div>   |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>4</b> Auftraggeber: <u>GuD Consult GmbH, Berlin</u><br>Fachaufsicht: <u>Herr Dipl.-Ing. Kattner</u>  |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>5</b> Bohrunternehmen: <u>Bernhard Daug's Brunnenbau GmbH</u><br>gebohrt von: <u>03.11.2014</u> bis: <u>04.11.2014</u> Tagesbericht-Nr: _____ Projekt-Nr: _____<br>Geräteführer: <u>Herr Döring</u> Qualifikation: <u>Fachkraft DIN EN ISO 22475-1</u><br>Geräteführer: _____      Qualifikation: _____<br>Geräteführer: _____      Qualifikation: _____                   |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>6</b> Bohrgerät Typ: <u>DSB 1</u> Baujahr: _____<br>Bohrgerät Typ: _____      Baujahr: _____   |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>7</b> Messungen und Tests im Bohrloch: _____   |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| <b>8</b> Probenübersicht:   | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 20%;">Art - Behälter</th> <th style="width: 10%;">Anzahl</th> <th style="width: 40%;">Aufbewahrungsort</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bohrproben</td> <td><i>Linerproben</i></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bohrproben</td> <td><i>Becher</i></td> <td style="text-align: center;">15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bohrproben</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sonderproben</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wasserproben</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |   |                  | Art - Behälter | Anzahl | Aufbewahrungsort | Bohrproben | <i>Linerproben</i> | 4 |  | Bohrproben | <i>Becher</i> | 15 |  | Bohrproben |  |  |  | Sonderproben |  |  |  | Wasserproben |  |  |  |
|   | Art - Behälter  | Anzahl  | Aufbewahrungsort |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| Bohrproben  | <i>Linerproben</i>  | 4   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| Bohrproben  | <i>Becher</i>   | 15  |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| Bohrproben  |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| Sonderproben  |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |
| Wasserproben  |   |   |                  |                |        |                  |            |                    |   |  |            |               |    |  |            |  |  |  |              |  |  |  |              |  |  |  |

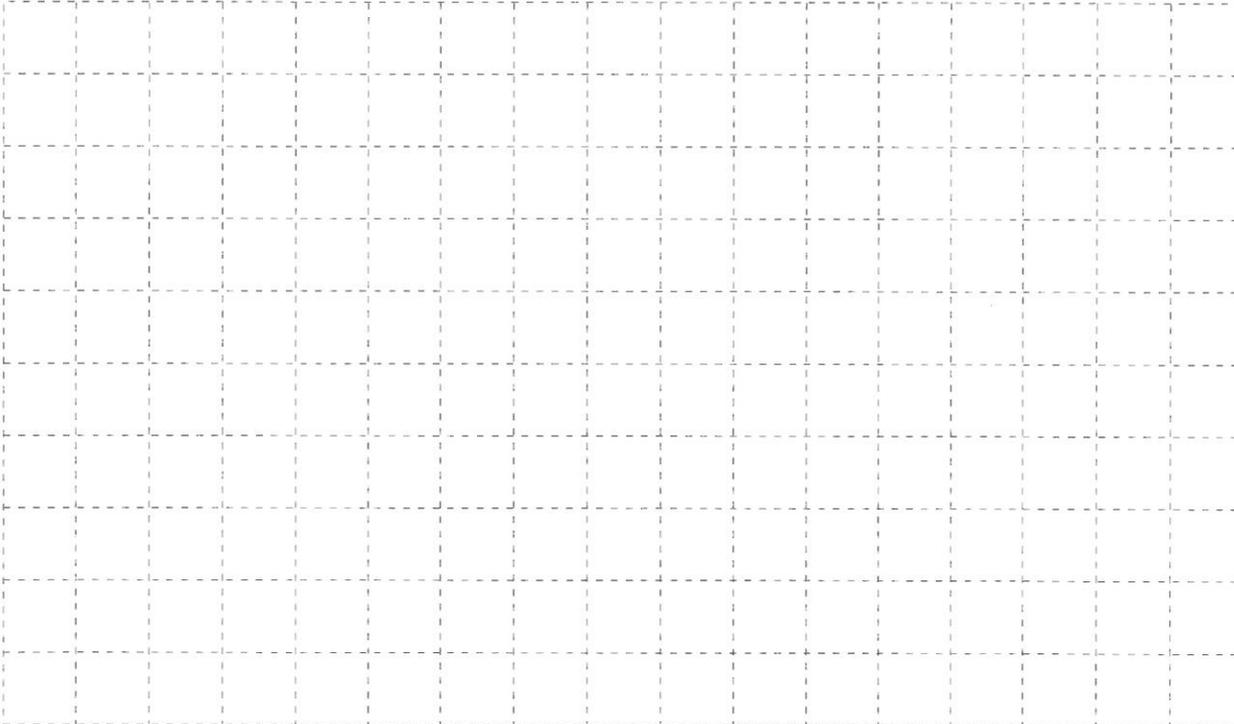
|  |  | <h2 style="text-align: center;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="text-align: center;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> |                  |  |   | Seite: 1  |              |                                    |               |
|---|--|---|------------------|--|---|---|--------------|------------------------------------|---------------|
| Projekt: U-Bahnhof Zitadelle  |  |   |                  |  |   | Bohrzeit:<br>von: 03.11.2014<br>bis: 04.11.2014 |              |                                    |               |
| Bohrung: B 1  |  |   |                  |  |   |   |              |                                    |               |
| 1   | 2  |   |                  |  | 3   | 4   | 5            | 6                                  |               |
| Bis<br><br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt                                     | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen |   |                  | Bemerkungen  | Entnommene Proben   |   |              |                                    |               |
|   | b) Ergänzende Bemerkungen                  |   |                  |  | Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges | Art   | Nr           | Tiefe<br>in m<br>(Unter-<br>kante) |               |
|   | c) Beschaffenheit nach Bohrgut             | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  | e) Farbe         |  |   |   |              |                                    |               |
|   | f) Übliche Benennung                       | g) Geologische Benennung  | h) Gruppe        |  |   |   |              |                                    | i) Kalkgehalt |
| 0,10  | a) Pflaster                                |   |                  | Pflaster aufgenommen<br><br>Es wurde insgesamt viermal Pflaster aufgenommen und jeweils vorgeschachtet. Der Ansatzpunkt musste dreimal versetzt werden ! |   |   |              |                                    |               |
|   | b)   |   |                  |  |   |   |              |                                    |               |
|   | c) fest                                    | d)  | e) grau          |  |   |   |              |                                    |               |
|   | f) Pflaster                                | g)  | h)               |  |   |   |              |                                    | i)            |
| 2,00  | a) Aufschüttung, Mittelsand, feinsandig    |   |                  | Vorschachtung bis 2,00 m   | B<br>B  | 1<br>2  | 1,10<br>2,00 |                                    |               |
|   | b)   |   |                  |  |   |   |              |                                    |               |
|   | c) abgerundet, kantig                      | d)  | e) grau          |  |   |   |              |                                    |               |
|   | f) Auffüllung, Sand                        | g)  | h)               |  |   |   |              |                                    | i)            |
| 4,00  | a) Mudde                                   |   |                  | Schnecke<br>Ø 178 mm<br>bis 4,00 m<br>Grundwasserspiegel 3.70m   | L<br>L  | 1<br>2  | 3,00<br>4,00 |                                    |               |
|   | b)   |   |                  |  |   |   |              |                                    |               |
|   | c) weich                                   | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau, schwarz |  |   |   |              |                                    |               |
|   | f) Mudde                                   | g)  | h)               |  |   |   |              |                                    | i)            |
| 6,20  | a) Mittelsand, feinsandig, organisch       |   |                  | Ventilbohrer<br>Ø 178 mm<br>Verrohrung<br>Ø 219 mm<br>bis 19,00 m  | L<br>B  | 3<br>3  | 5,00<br>6,20 |                                    |               |
|   | b)   |   |                  |  |   |   |              |                                    |               |
|   | c) abgerundet                              | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau          |  |   |   |              |                                    |               |
|   | f) Sand                                    | g)  | h)               |  |   |   |              |                                    | i)            |

|  |   | <h2 style="text-align: center;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="text-align: center;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> |           |                    |  | Seite: 2  |    |                              |
|---|---|---|-----------|--------------------|--|---|----|------------------------------|
| Projekt: U-Bahnhof Zitadelle  |   |   |           |                    |  | Bohrzeit:<br>von: 03.11.2014<br>bis: 04.11.2014 |    |                              |
| Bohrung: B 1  |   |   |           |                    |  |   |    |                              |
| 1   | 2   |   |           |                    | 3  | 4   | 5  | 6                            |
| Bis<br><br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt                                     | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen                |   |           |                    | Bemerkungen<br><br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges | Entnommene Proben                               |    |                              |
|   | b) Ergänzende Bemerkungen                                 |   |           |                    |  | Art   | Nr | Tiefe in m (Unter-<br>kante) |
|   | c) Beschaffenheit nach Bohrgut                            | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  | e) Farbe  |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Übliche Benennung                                      | g) Geologische Benennung  | h) Gruppe | i) Kalk-<br>gehalt |  |   |    |                              |
| 9,40  | a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig                     |   |           |                    |  | B<br>B<br>B                                     | 4  | 7,20                         |
|   | b)  |   |           |                    |  |   | 5  | 8,20                         |
|   | c) abgerundet   |   |           |                    |  |   | 6  | 9,40                         |
|   | d) mäßig schwer zu bohren                                 | e) grau   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Sand   | g)  | h)        | i)                 |  |   |    |                              |
| 11,80   | a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig             |   |           |                    |  | B<br>B  | 7  | 10,40                        |
|   | b)  |   |           |                    |  |   | 8  | 11,80                        |
|   | c) abgerundet   |   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | d) mäßig schwer zu bohren                                 | e) grau   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Sand   | g)  | h)        | i)                 |  |   |    |                              |
| 13,40   | a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig, feinsandig |   |           |                    |  | B<br>B  | 9  | 12,80                        |
|   | b)  |   |           |                    |  |   | 10 | 13,40                        |
|   | c) abgerundet   |   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | d) mäßig schwer zu bohren                                 | e) grau   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Sand   | g)  | h)        | i)                 |  |   |    |                              |
| 16,60   | a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig             |   |           |                    |  | B<br>B<br>B                                     | 11 | 14,40                        |
|   | b)  |   |           |                    |  |   | 12 | 15,30                        |
|   | c) abgerundet   |   |           |                    |  |   | 13 | 16,60                        |
|   | d) mäßig schwer zu bohren                                 | e) grau   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Sand   | g)  | h)        | i)                 |  |   |    |                              |
| 18,00   | a) Mudde  |   |           |                    |  | B<br>L  | 14 | 17,00                        |
|   | b)  |   |           |                    |  |   | 4  | 18,00                        |
|   | c) weich  |   |           |                    |  |   |    |                              |
|   | d) mäßig schwer zu bohren                                 | e) schwarz  |           |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Mudde  | g)  | h)        | i)                 |  |   |    |                              |

|  |  | <h2 style="text-align: center;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="text-align: center;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> |                  |                    |  | Seite: 3  |    |                              |
|---|--|---|------------------|--------------------|--|---|----|------------------------------|
| Projekt: U-Bahnhof Zitadelle  |  |   |                  |                    |  | Bohrzeit:<br>von: 03.11.2014<br>bis: 04.11.2014 |    |                              |
| Bohrung: B 1  |  |   |                  |                    |  |   |    |                              |
| 1   | 2  |   |                  |                    | 3  | 4   | 5  | 6                            |
| Bis<br><br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt                                     | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen |   |                  |                    | Bemerkungen<br><br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges | Entnommene Proben                               |    |                              |
|   | b) Ergänzende Bemerkungen                  |   |                  |                    |  | Art   | Nr | Tiefe in m (Unter-<br>kante) |
|   | c) Beschaffenheit nach Bohrgut             | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  | e) Farbe         |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Übliche Benennung                       | g) Geologische Benennung  | h) Gruppe        | i) Kalk-<br>gehalt |  |   |    |                              |
| 19,00   | a) Feinsand, schwach Mudde, organisch      |   |                  |                    |  | B   | 15 | 19,00                        |
|   | b)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | c) halbfest                                | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau, schwarz |                    |  |   |    |                              |
|   | f) Sand, Mudde                             | g)  | h)               | i)                 |  |   |    |                              |
|   | a)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | b)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | c)   | d)  | e)               |                    |  |   |    |                              |
|   | f)   | g)  | h)               | i)                 |  |   |    |                              |
|   | a)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | b)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | c)   | d)  | e)               |                    |  |   |    |                              |
|   | f)   | g)  | h)               | i)                 |  |   |    |                              |
|   | a)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | b)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | c)   | d)  | e)               |                    |  |   |    |                              |
|   | f)   | g)  | h)               | i)                 |  |   |    |                              |
|   | a)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | b)   |   |                  |                    |  |   |    |                              |
|   | c)   | d)  | e)               |                    |  |   |    |                              |
|   | f)   | g)  | h)               | i)                 |  |   |    |                              |



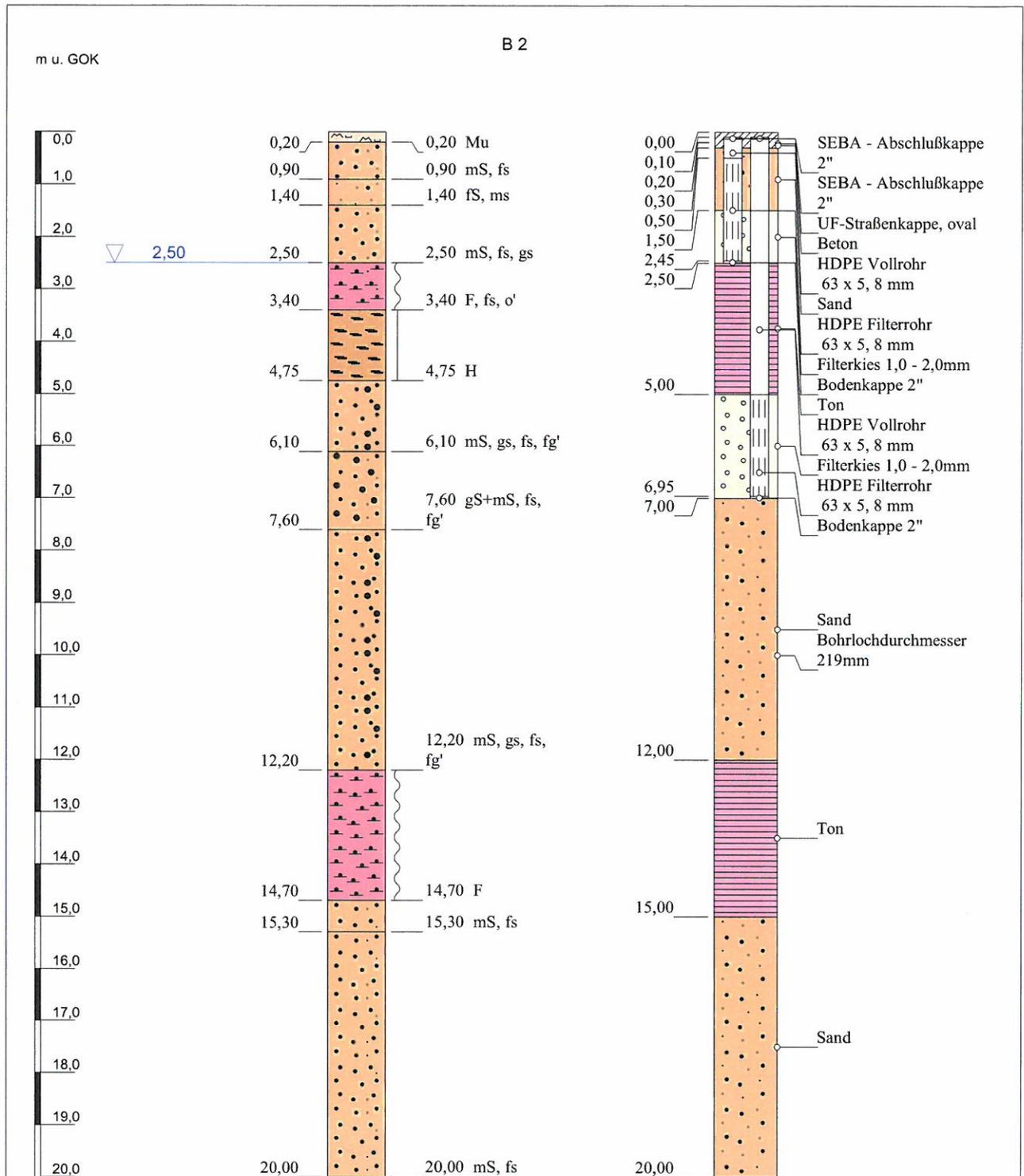
|   |                   |  |
|---|-------------------|--|
| <b>Projekt:</b> U-Bahnhof Zitadelle             |                   | <p><b>BERNHARD DAUS</b><br/>Brunnenbau<br/>Brunnensanierung GmbH</p> |
| <b>Bohrung:</b> B 1                             |                   |  |
| <b>Auftraggeber:</b> GuD Consult GmbH, Berlin   | Rechtswert: 0     |  |
| <b>Bohrfirma:</b> Bernhard Daus Brunnenbau GmbH | Hochwert: 0       |  |
| <b>Bearbeiter:</b> Frau Kuhnhold                | Ansatzhöhe: 0,00m |  |
| <b>Datum:</b> 12.01.2015                        | Anlage 1          | Endtiefe: 19,00m   |

| <b>Kopfblatt nach DIN 4022</b> zum Schichtenverzeichnis<br>für Bohrungen<br>Baugrundbohrung / Wasserbohrung*)   |  | Archiv-Nr: _____<br>Aktenzeichen: <u>G 154/14</u> |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
|---|--|---|------------------|----------------|--------|------------------|------------|---------------|-----------|--|------------|--|--|--|------------|--|--|--|--------------|----------------|----------|--|--------------|-----------------|----------|--|
| <b>1 Objekt</b><br><u>U-Bahnhof Zitadelle</u>   | Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: _____<br>Anzahl der Testberichte und ähnliches: _____ |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>2 Bohrung Nr:</b> <u>B 2</u> <b>Zweck:</b> <u>Pegelbohrung</u><br><b>Ort:</b> <u>Berlin-Spandau</u><br>Lage (Topographische Karte M=1:25000): _____      Nr: _____<br>Rechts: <u>0,0</u> Hoch: <u>0,0</u> Lotrecht/Neigung: _____ °      Richtung: _____ °<br>Höhe des      } a) zu NHN <u>0,00</u> m      über/unter/gleich<br>Ansatzpunktes      } b) zu _____ m      m      Gelände*)   |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>3 Lageskizze:</b> (Maßstab 1: _____ / unmaßstäblich*)  |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
|    |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>4 Auftraggeber:</b> <u>GuD Consult GmbH, Berlin</u><br>Fachaufsicht: <u>Herr Dipl.-Ing. Kattner</u>  |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>5 Bohrunternehmen:</b> <u>Bernhard Daug's Brunnenbau GmbH</u><br>gebohrt von: <u>15.12.2014</u> bis: <u>18.12.2014</u> Tagesbericht-Nr: _____ Projekt-Nr: _____<br>Geräteführer: <u>Herr Stange</u> Qualifikation: <u>Geräteführer</u><br>Geräteführer: _____      Qualifikation: _____<br>Geräteführer: _____      Qualifikation: _____   |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>6 Bohrergerät Typ:</b> <u>WD 80</u> Baujahr: _____<br>Bohrergerät Typ: _____      Baujahr: _____   |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>7 Messungen und Tests im Bohrloch:</b> _____   |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| <b>8 Probenübersicht:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Probenübersicht:</th> <th style="width: 20%;">Art - Behälter</th> <th style="width: 10%;">Anzahl</th> <th style="width: 40%;">Aufbewahrungsort</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bohrproben</td> <td><u>Becher</u></td> <td style="text-align: center;"><u>20</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bohrproben</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bohrproben</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sonderproben</td> <td><u>Stutzen</u></td> <td style="text-align: center;"><u>3</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wasserproben</td> <td><u>Flaschen</u></td> <td style="text-align: center;"><u>3</u></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |  |   | Probenübersicht: | Art - Behälter | Anzahl | Aufbewahrungsort | Bohrproben | <u>Becher</u> | <u>20</u> |  | Bohrproben |  |  |  | Bohrproben |  |  |  | Sonderproben | <u>Stutzen</u> | <u>3</u> |  | Wasserproben | <u>Flaschen</u> | <u>3</u> |  |
| Probenübersicht:  | Art - Behälter   | Anzahl  | Aufbewahrungsort |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| Bohrproben  | <u>Becher</u>  | <u>20</u>   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| Bohrproben  |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| Bohrproben  |  |   |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| Sonderproben  | <u>Stutzen</u>   | <u>3</u>  |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |
| Wasserproben  | <u>Flaschen</u>  | <u>3</u>  |                  |                |        |                  |            |               |           |  |            |  |  |  |            |  |  |  |              |                |          |  |              |                 |          |  |

|  |  | <h2 style="text-align: center;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="text-align: center;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> |                            |  |   | Seite: 1  |      |                                    |
|---|--|---|----------------------------|--|---|---|------|------------------------------------|
| Projekt: U-Bahnhof Zitadelle  |  |   |                            |  |   | Bohrzeit:<br>von: 15.12.2014<br>bis: 18.12.2014 |      |                                    |
| Bohrung: B 2  |  |   |                            |  |   |   |      |                                    |
| 1   | 2  |   |                            |  | 3   | 4   | 5    | 6                                  |
| Bis<br><br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt                                     | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen |   |                            | Bemerkungen  | Entnommene Proben   |   |      |                                    |
|   | b) Ergänzende Bemerkungen                  |   |                            |  | Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges | Art   | Nr   | Tiefe<br>in m<br>(Unter-<br>kante) |
|   | c) Beschaffenheit nach Bohrgut             | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  | e) Farbe                   |  |   |   |      |                                    |
|   | f) Übliche Benennung                       | g) Geologische Benennung  | h) Gruppe    i) Kalkgehalt |  |   |   |      |                                    |
| 0,20  | a) Oberboden                               |   |                            | Vorschachtung bis 1, 80 m<br><br>Der Ansatzpunkt wurde dreimal versetzt. Es wurden zwei Suchschlitze ausgeführt sowie an zwei weiteren Punkten Asphalt |   |   |      |                                    |
|   | b) Grasnarbe                               |   |                            |  |   |   |      |                                    |
|   | c) abgerundet                              | d)  | e) braun                   |  |   |   |      |                                    |
|   | f) Mutterboden                             | g)  | h)    i)                   |  |   |   |      |                                    |
|   |  |   |                            |  | aufgekernt.   |   |      |                                    |
| 0,90  | a) Mittelsand, feinsandig                  |   |                            |  | B   | 1   | 0,90 |                                    |
|   | b)   |   |                            |  |   |   |      |                                    |
|   | c) abgerundet                              | d)  | e) braun                   |  |   |   |      |                                    |
|   | f) Sand                                    | g)  | h)    i)                   |  |   |   |      |                                    |
| 1,40  | a) Feinsand, mittelsandig                  |   |                            |  | B   | 2   | 1,40 |                                    |
|   | b)   |   |                            |  |   |   |      |                                    |
|   | c) abgerundet                              | d)  | e) gelb                    |  |   |   |      |                                    |
|   | f) Sand                                    | g)  | h)    i)                   |  |   |   |      |                                    |
| 2,50  | a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig      |   |                            | Schnecke<br>Ø 178 mm<br>bis 4, 00 m<br>Grundwasserspiegel<br>2.50m   | B   | 3   | 2,50 |                                    |
|   | b) schwach Kohle                           |   |                            |  |   |   |      |                                    |
|   | c) abgerundet                              | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau                    |  |   |   |      |                                    |
|   | f) Sand                                    | g)  | h)    i)                   |  |   |   |      |                                    |

|  |  | <h2 style="text-align: center;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="text-align: center;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> |                  |  |   | Seite: 2            |                                |    |
|---|--|---|------------------|--|---|---------------------|--------------------------------|----|
| Projekt: U-Bahnhof Zitadelle  |  |   |                  |  | Bohrzeit:<br>von: 15.12.2014<br>bis: 18.12.2014 |                     |                                |    |
| Bohrung: B 2  |  |   |                  |  |   |                     |                                |    |
| 1   | 2  |   |                  |  | 3   | 4                   | 5                              | 6  |
| Bis<br><br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt                                     | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen                     |   |                  | Bemerkungen<br><br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges | Entnommene Proben                               |                     |                                |    |
|   | b) Ergänzende Bemerkungen                                      |   |                  |  | Art   | Nr                  | Tiefe in m (Unter-<br>kante)   |    |
|   | c) Beschaffenheit nach Bohrgut                                 | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  | e) Farbe         |  |   |                     |                                |    |
|   | f) Übliche Benennung   | g) Geologische Benennung  | h) Gruppe        |  | i) Kalk-<br>gehalt                              |                     |                                |    |
| 3,40  | a) Mudde, feinsandig, schwach organisch, zersetzt              |   |                  | Versuch 2 Stutzen zu schlagen, 100 % Kernverlust !   | S<br>B  | 1<br>4              | 2,75<br>3,40                   |    |
|   | b)   |   |                  |  |   |                     |                                |    |
|   | c) weich   | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau          |  |   |                     |                                |    |
|   | f) Mudde   | g)  | h)               |  |   |                     |                                | i) |
| 4,75  | a) Torf, zersetzt  |   |                  | Ventilbohrer<br>Ø 178 mm<br>Verrohrung<br>Ø 219 mm<br>bis 20,00 m                            | S<br>B  | 2<br>5              | 4,25<br>4,75                   |    |
|   | b)   |   |                  |  |   |                     |                                |    |
|   | c) halbfest  | d) mäßig schwer zu bohren   | e) schwarz       |  |   |                     |                                |    |
|   | f) Torf  | g)  | h)               |  |   |                     |                                | i) |
| 6,10  | a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig, schwach feinkiesig      |   |                  |  | B   | 6                   | 6,10                           |    |
|   | b)   |   |                  |  |   |                     |                                |    |
|   | c) abgerundet  | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau, schwarz |  |   |                     |                                |    |
|   | f) Sand  | g)  | h)               |  |   |                     |                                | i) |
| 7,60  | a) Grobsand, Mittelsand, feinsandig, schwach feinkiesig        |   |                  |  | Wa<br>B<br>B                                    | 1<br>7<br>8         | 7,00<br>7,10<br>7,60           |    |
|   | b)   |   |                  |  |   |                     |                                |    |
|   | c) abgerundet  | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau          |  |   |                     |                                |    |
|   | f) Sand  | g)  | h)               |  |   |                     |                                | i) |
| 12,20   | a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig, sehr schwach feinkiesig |   |                  |  | B<br>B<br>B<br>B                                | 9<br>10<br>11<br>12 | 8,60<br>9,60<br>10,60<br>12,20 |    |
|   | b)   |   |                  |  |   |                     |                                |    |
|   | c) abgerundet  | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau          |  |   |                     |                                |    |
|   | f) Sand  | g)  | h)               |  |   |                     |                                | i) |

|  |  | <b>Schichtenverzeichnis</b><br>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben |                  |               |  | Seite: 3          |    |                                    |
|---|--|---|------------------|---------------|--|-------------------|----|------------------------------------|
| Projekt: U-Bahnhof Zitadelle  |  |   |                  |               | Bohrzeit:<br>von: 15.12.2014<br>bis: 18.12.2014  |                   |    |                                    |
| Bohrung: B 2  |  |   |                  |               |  |                   |    |                                    |
| 1   | 2  |   |                  |               | 3  | 4                 | 5  | 6                                  |
| Bis<br><br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt                                     | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen |   |                  |               | Bemerkungen<br><br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges | Entnommene Proben |    |                                    |
|   | b) Ergänzende Bemerkungen                  |   |                  |               |  | Art               | Nr | Tiefe<br>in m<br>(Unter-<br>kante) |
|   | c) Beschaffenheit nach Bohrgut             | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  | e) Farbe         |               |  |                   |    |                                    |
|   | f) Übliche Benennung                       | g) Geologische Benennung  | h) Gruppe        | i) Kalkgehalt |  |                   |    |                                    |
| 14,70   | a) Mudde, zersetzt                         |   |                  |               | Versuch Stutzen zu schlagen bei 14,00 m, 100 % Kernverlust !                                 | B                 | 13 | 13,20                              |
|   | b)   |   |                  |               |  | S                 | 3  | 13,25                              |
|   | c) weich                                   | d) mäßig schwer zu bohren   | e) schwarz       |               |  | B                 | 14 | 14,20                              |
|   | f) Mudde                                   | g)  | h)               | i)            |  | B                 | 15 | 14,70                              |
| 15,30   | a) Mittelsand, feinsandig                  |   |                  |               |  | B                 | 16 | 15,30                              |
|   | b) Muddерeste                              |   |                  |               |  |                   |    |                                    |
|   | c) abgerundet                              | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau, schwarz |               |  |                   |    |                                    |
|   | f) Sand                                    | g)  | h)               | i)            |  |                   |    |                                    |
| 20,00   | a) Mittelsand, feinsandig                  |   |                  |               |  | B                 | 17 | 16,30                              |
|   | b)   |   |                  |               |  | B                 | 18 | 17,30                              |
|   | c) abgerundet                              | d) mäßig schwer zu bohren   | e) grau          |               |  | B                 | 19 | 18,30                              |
|   | f) Sand                                    | g)  | h)               | i)            |  | B                 | 20 | 20,00                              |
|   | a)   |   |                  |               |  |                   |    |                                    |
|   | b)   |   |                  |               |  |                   |    |                                    |
|   | c)   | d)  | e)               |               |  |                   |    |                                    |
|   | f)   | g)  | h)               | i)            |  |                   |    |                                    |
|   | a)   |   |                  |               |  |                   |    |                                    |
|   | b)   |   |                  |               |  |                   |    |                                    |
|   | c)   | d)  | e)               |               |  |                   |    |                                    |
|   | f)   | g)  | h)               | i)            |  |                   |    |                                    |



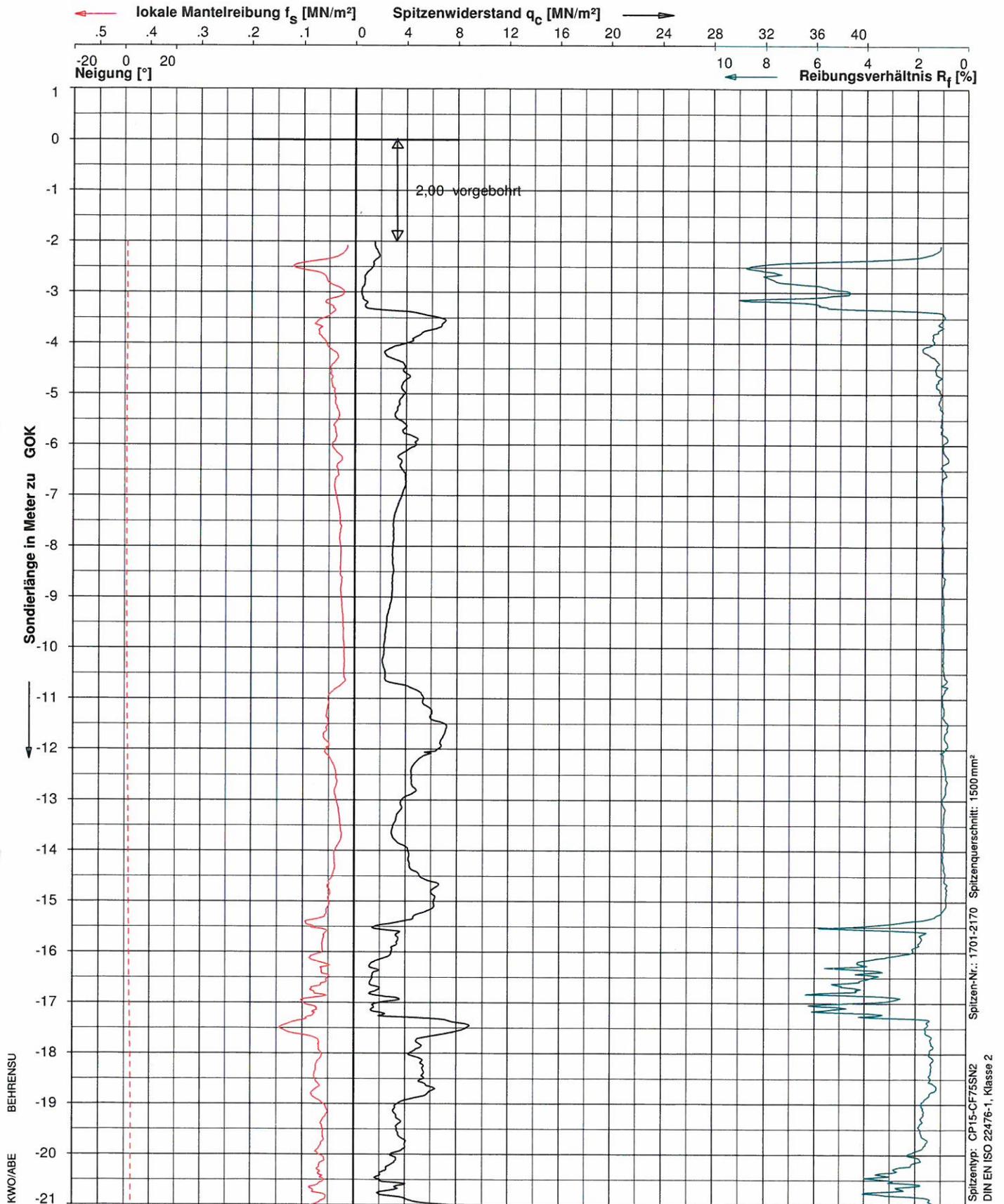
Höhenmaßstab: 1:110

Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

|  |                   |                  |
|--|-------------------|------------------|
| <b>Projekt:</b> U-Bahnhof Zitadelle      |                   |                  |
| <b>Bohrung:</b> B 2                      |                   |                  |
| Auftraggeber: GuD Consult GmbH, Berlin   | Rechtswert: 0     |                  |
| Bohrfirma: Bernhard Daus Brunnenbau GmbH | Hochwert: 0       |                  |
| Bearbeiter: Frau Kuhnhold                | Ansatzhöhe: 0,00m |                  |
| Datum: 12.01.2015                        | Anlage 1          | Endtiefe: 20,00m |

## **ANLAGE 2.2**



ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Daug's Brunnenbau GmbH  
Berlin, An der Zitadelle



**Fugro Consult GmbH**

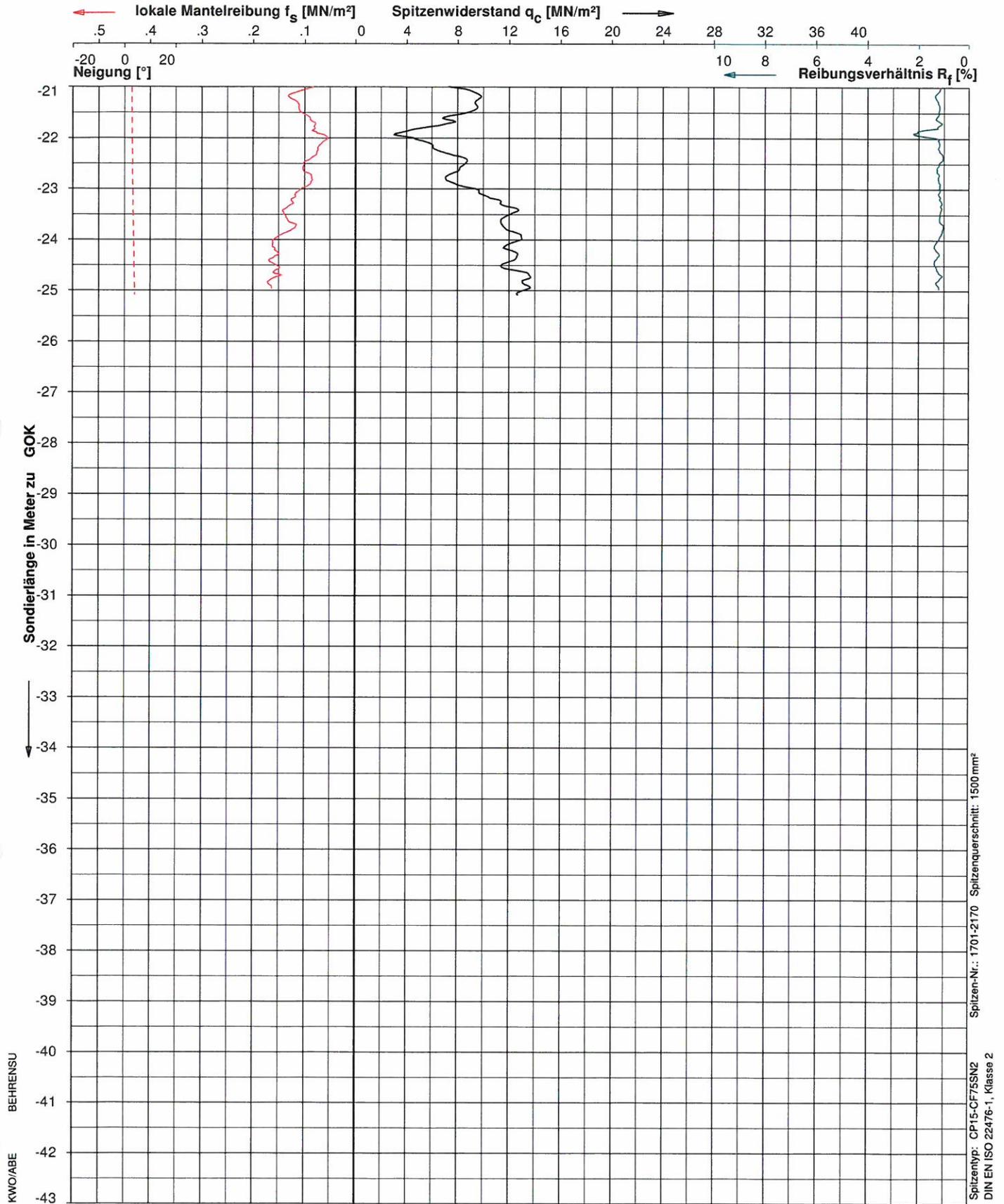
Wolfener Str. 36, 12681 Berlin  
Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

DIN ISO 9001

Datum : 13-Oct-2014  
Sondierende : Solltiefe  
Gelände : 0.00 m zu GOK  
Endtiefe : -25.08 m zu GOK

Projekt: 62-14824-1

Sondierung: CPT-01



ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Daug's Brunnenbau GmbH  
 Berlin, An der Zitadelle



**Fugro Consult GmbH**

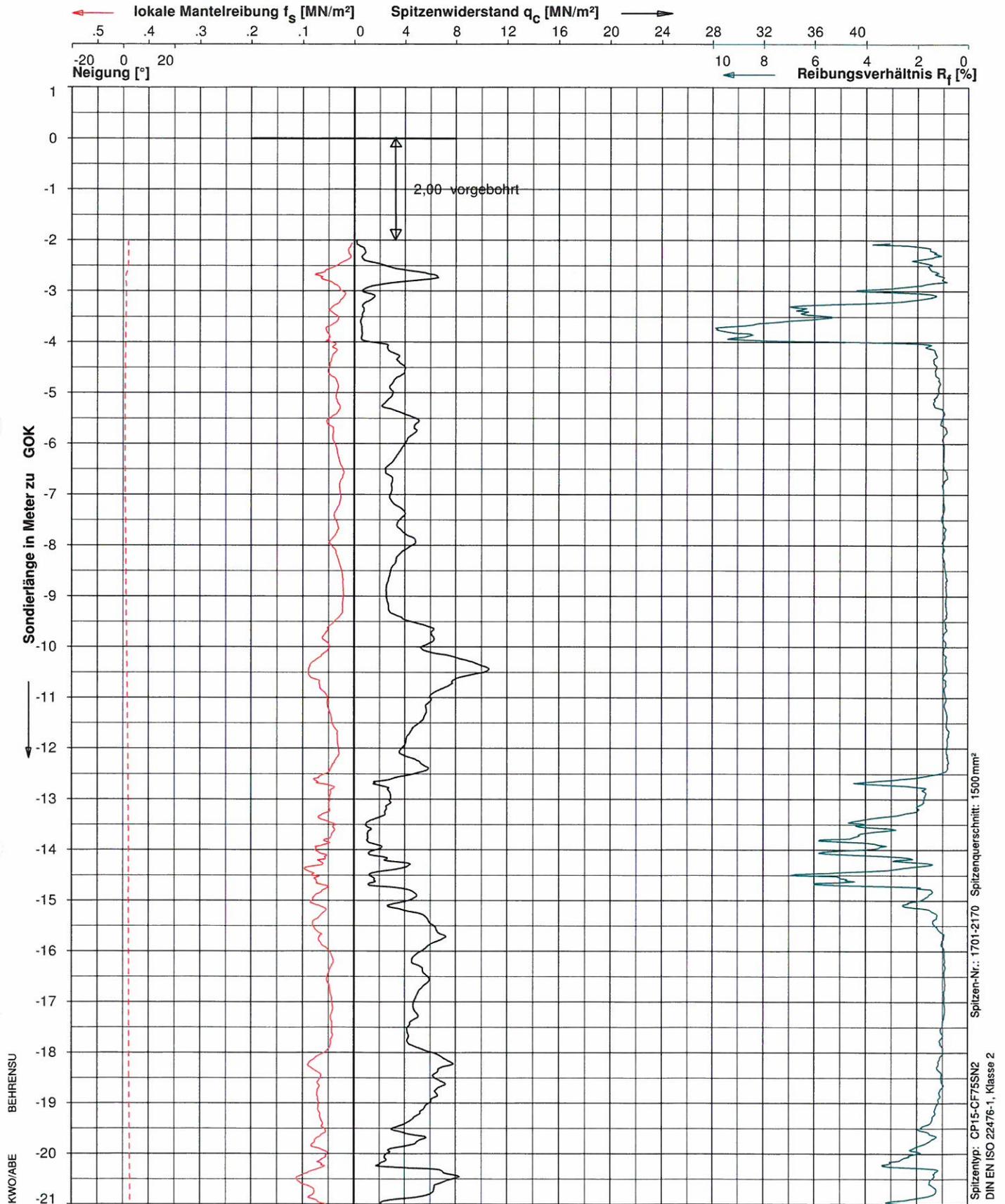
Wolfener Str. 36, 12681 Berlin  
 Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

DIN ISO 9001

Datum : 13-Oct-2014  
 Sondierende : Solltiefe  
 Gelände : 0.00 m zu GOK  
 Endteufe : -25.08 m zu GOK

Projekt: 62-14824-1

Sondierung: CPT-01



ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Daug's Brunnenbau GmbH  
Berlin, An der Zitadelle



**Fugro Consult GmbH**

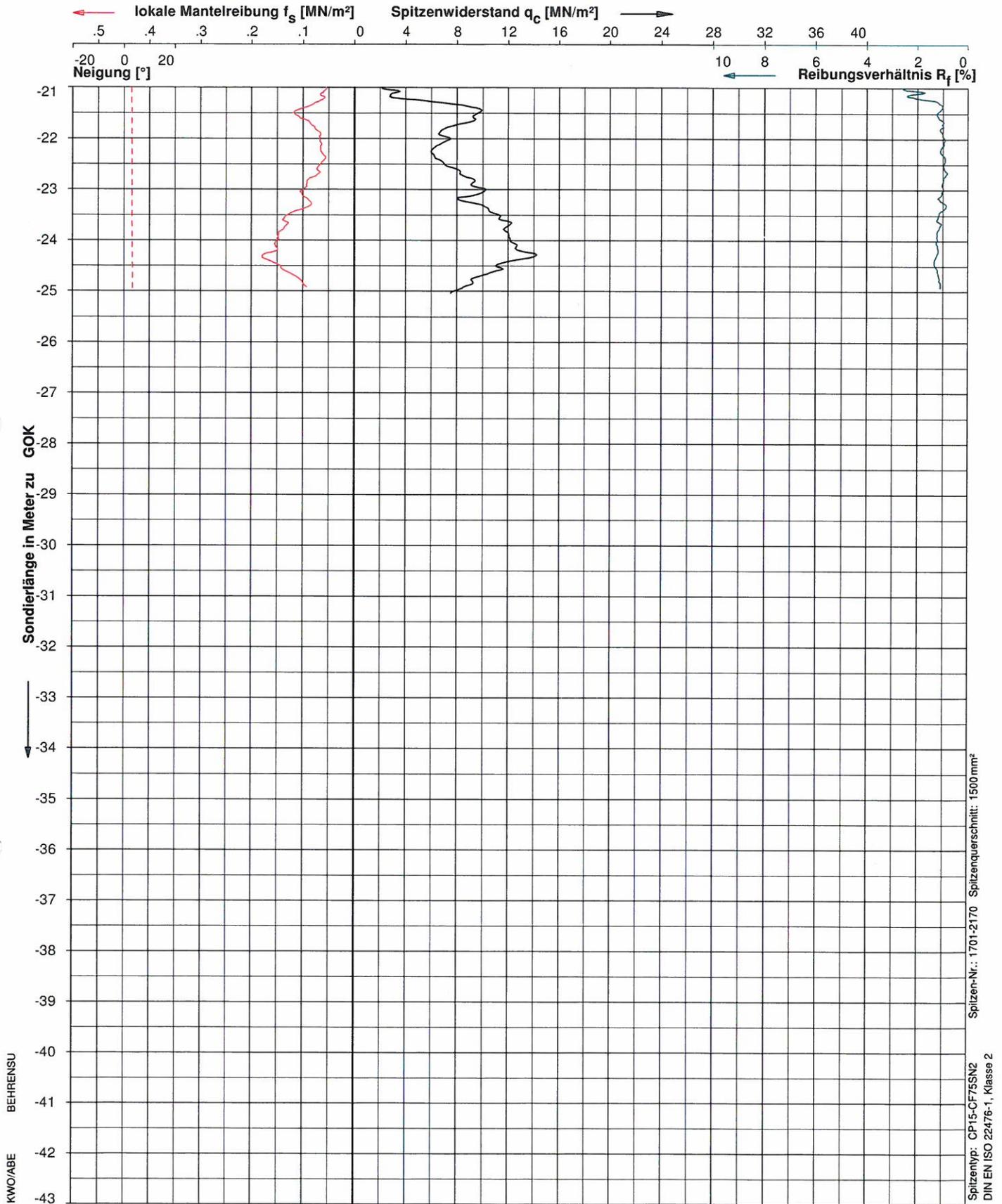
Wolfener Str. 36, 12681 Berlin  
Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

Datum : 13-Oct-2014  
 Sondierende : Solltiefe  
 Gelände : 0.00 m zu GOK  
 Endteufe : -25.04 m zu GOK

Projekt: 62-14824-1

Sondierung: CPT-02

DIN ISO 9001



Spitzen-Nr.: 1701-2170 Spitzenquerschnitt: 1500mm<sup>2</sup>  
Spitzen-Typ: CPT15-CF75SN2  
DIN EN ISO 22476-1, Klasse 2

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Daug's Brunnenbau GmbH  
Berlin, An der Zitadelle



**Fugro Consult GmbH**  
Wolfener Str. 36, 12681 Berlin  
Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

Datum : 13-Oct-2014  
Sondierende : Solltiefe  
Gelände : 0.00 m zu GOK  
Endteufe : -25.04 m zu GOK

Projekt: 62-14824-1  
Sondierung: CPT-02

DIN ISO 9001

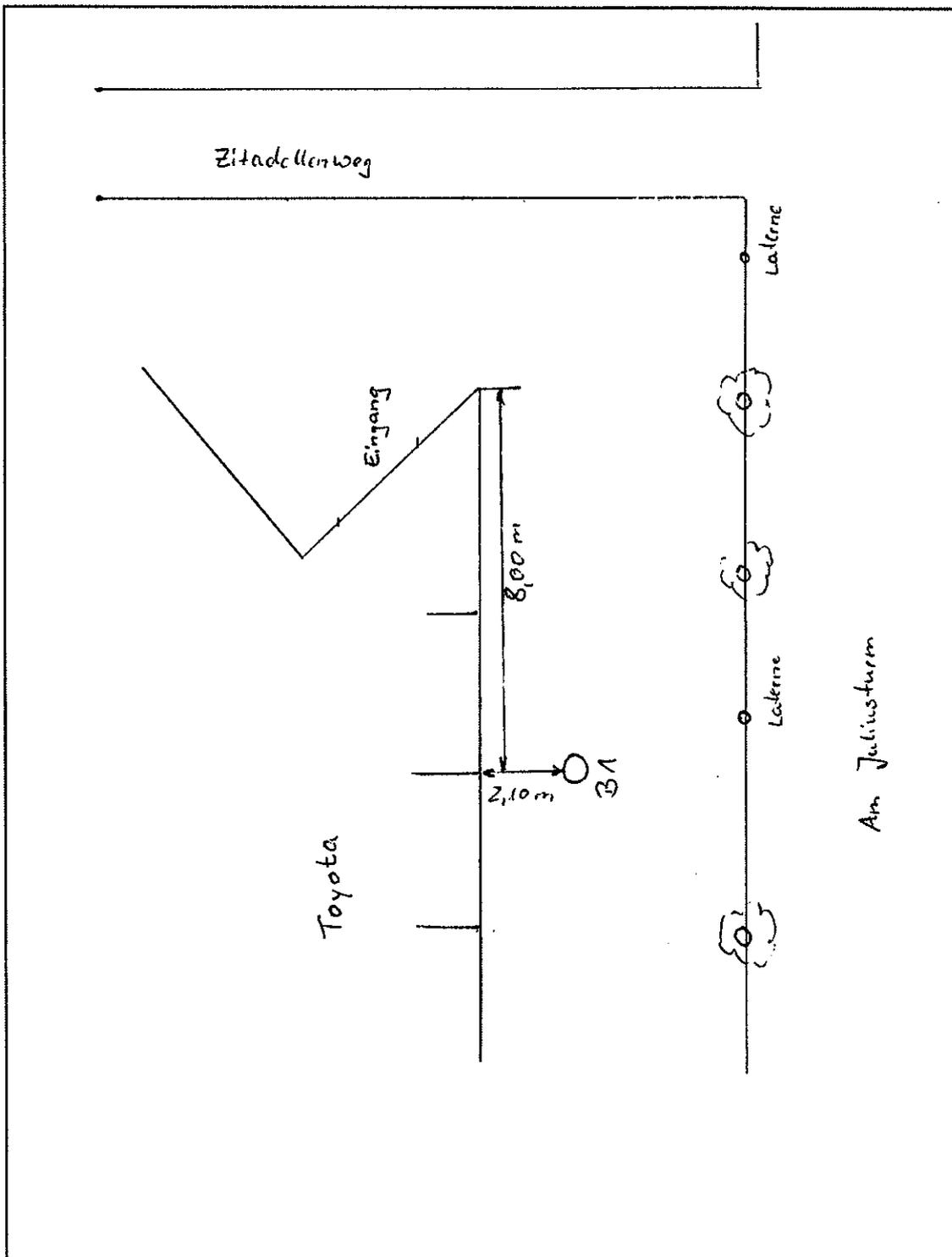
## **ANLAGE 2.3**

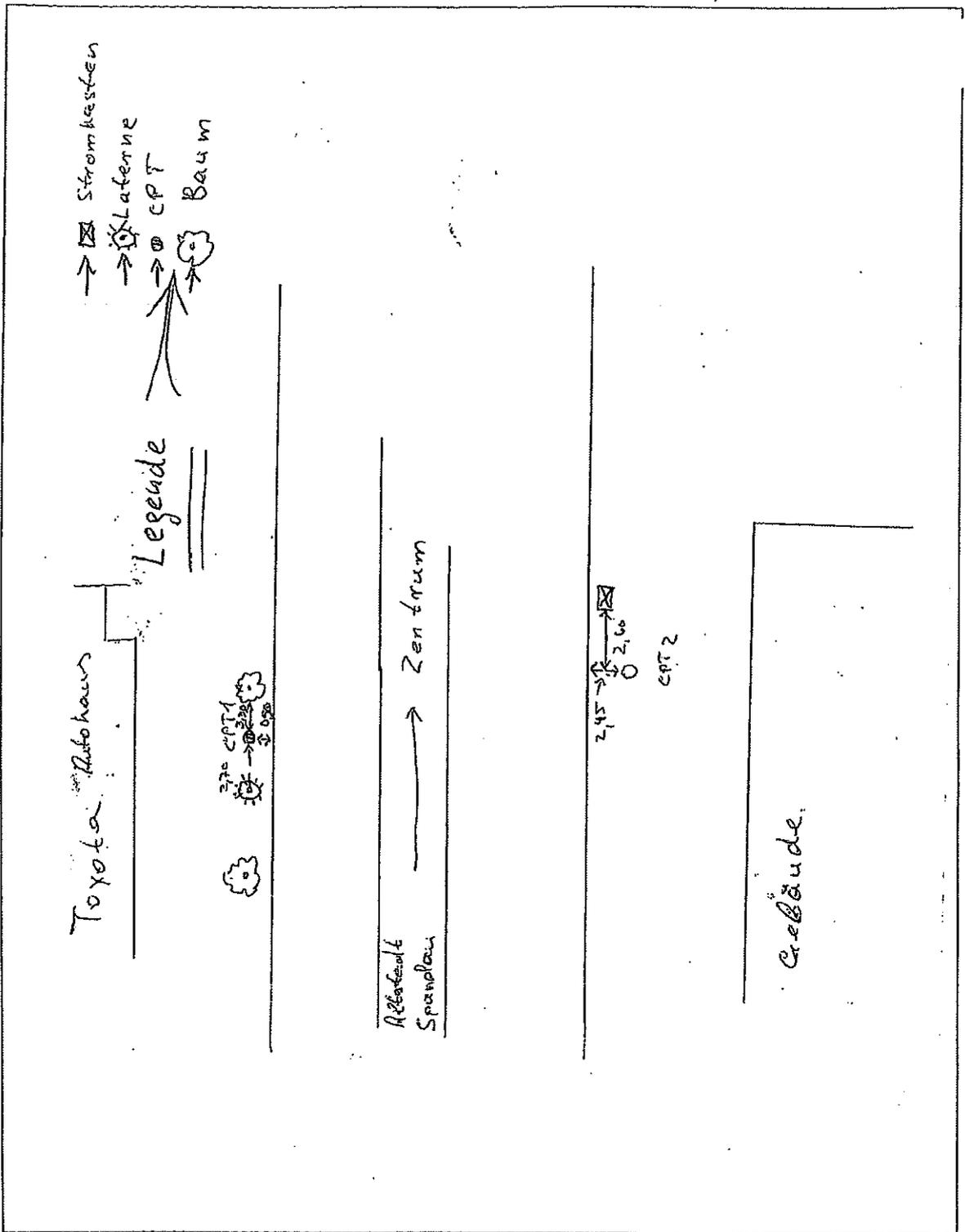
**Bernhard Daus Brunnenbau-Brunnensanierung GmbH**

16727 Oberkrämer/OT Bötzow, Werkstr. 10c Tel.: (030) 300 61 450 Fax: (030) 300 61 480

BV: Berlin-Spandau, U-Bahnhof Zitadelle

hier: Lageskizze B1





|               |                         |          |            |
|---------------|-------------------------|----------|------------|
| Projekt       | Berlin, Außer Zitadelle |          |            |
|               | Lageskizze              |          |            |
| Auftraggeber  | Dany's                  | Pr.-Nr.: | 62/14824-1 |
| Auftragnehmer | Fugro Consult GmbH      |          |            |
| Datum         | 13.10.14                |          |            |
| gezeichnet    | Wollmann                | geprüft: | Anlage     |

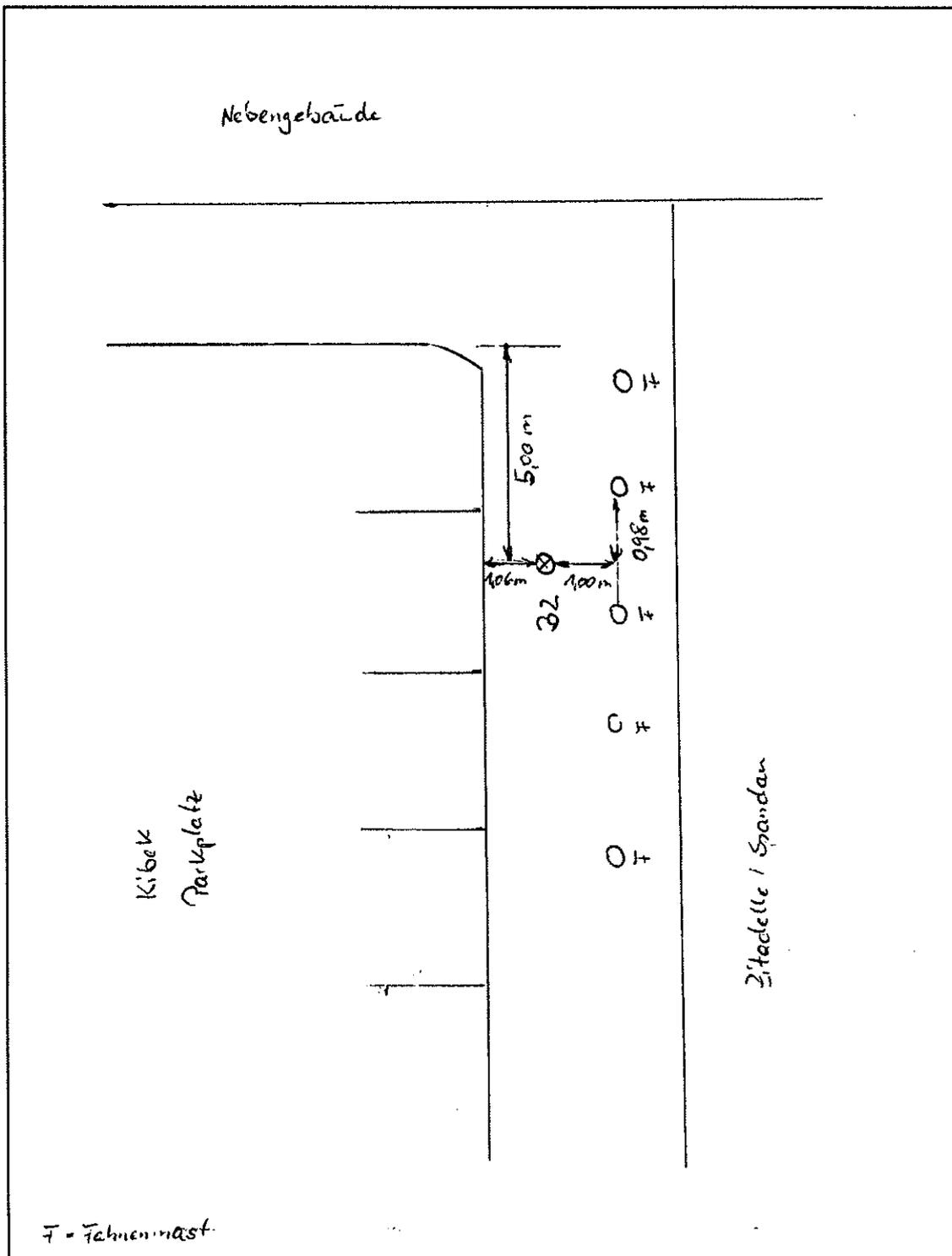


**Bernhard Daug's Brunnenbau-Brunnensanierung GmbH**

16727 Oberkrämer/OT Bötzow, Werkstr. 10c Tel.: (030) 300 61 450 Fax: (030) 300 61 480

BV: Berlin-Spandau, U-Bahnhof Zitadelle

hier: Lageskizze B2



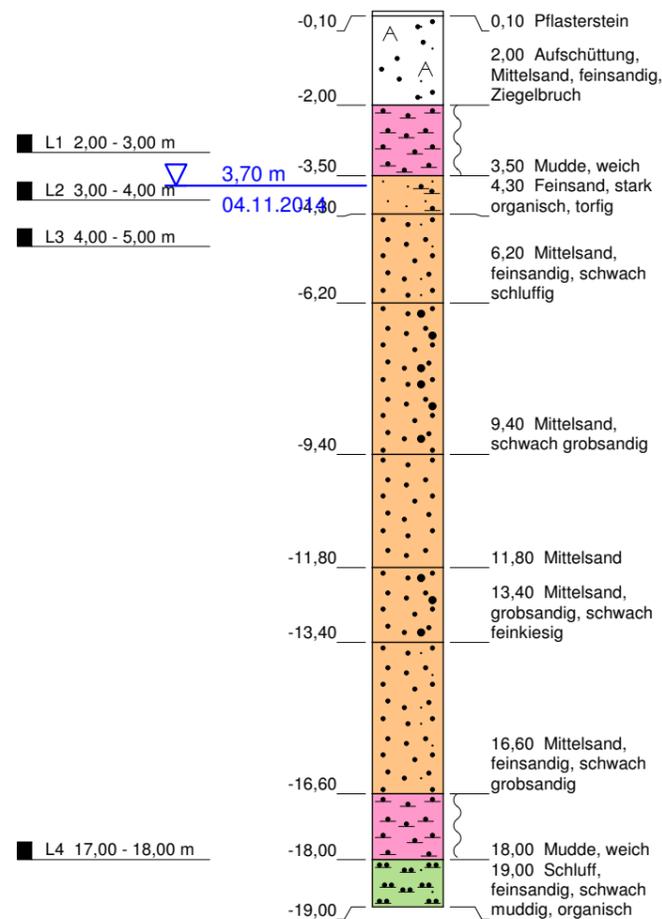
## **ANLAGE 3**



Ergebnisse der Aufschlüsse

**B 1/14**

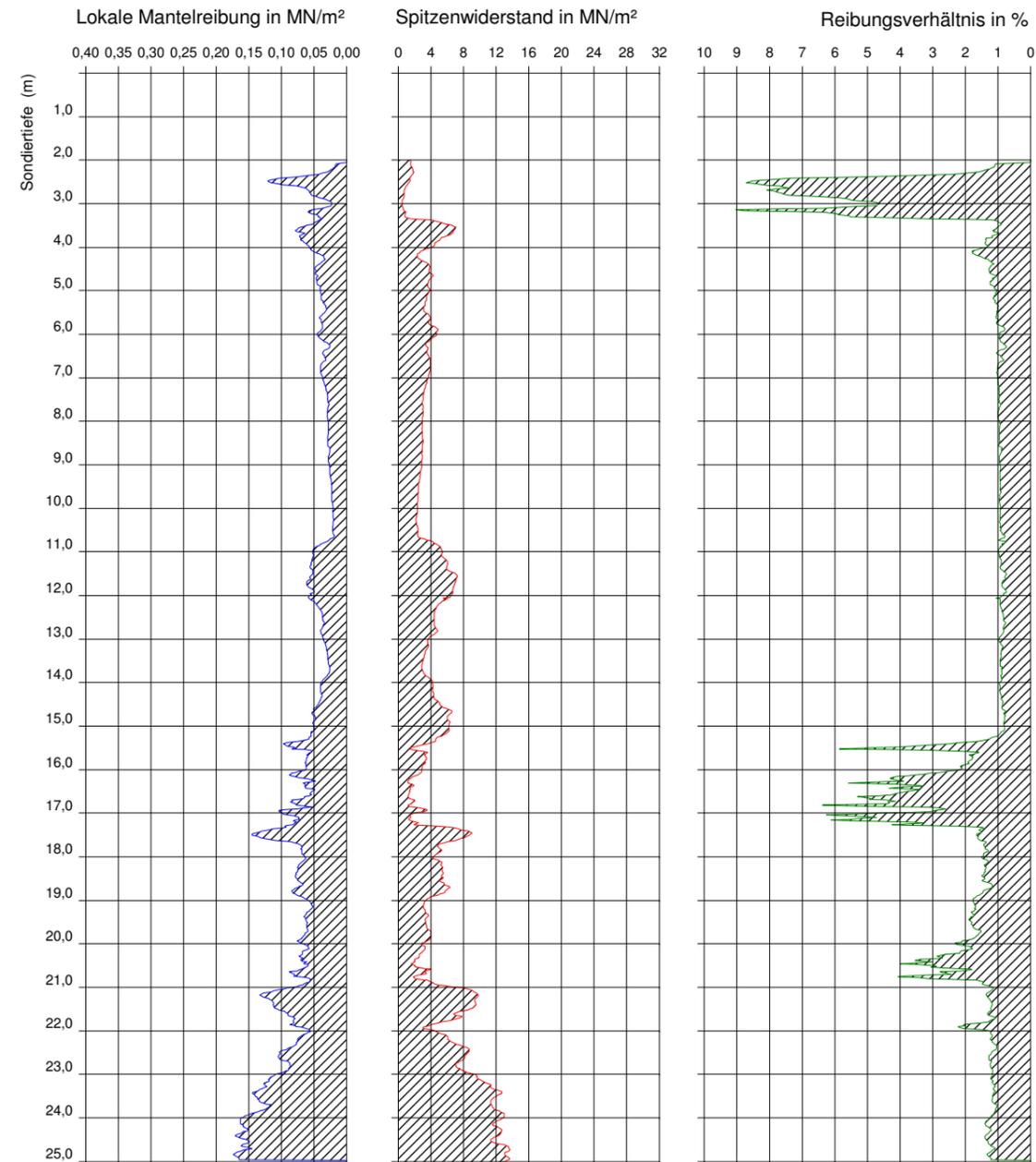
+ 0,00 m NHN



Höhenmaßstab 1:150

**D 1/14**

+0,00 m NHN

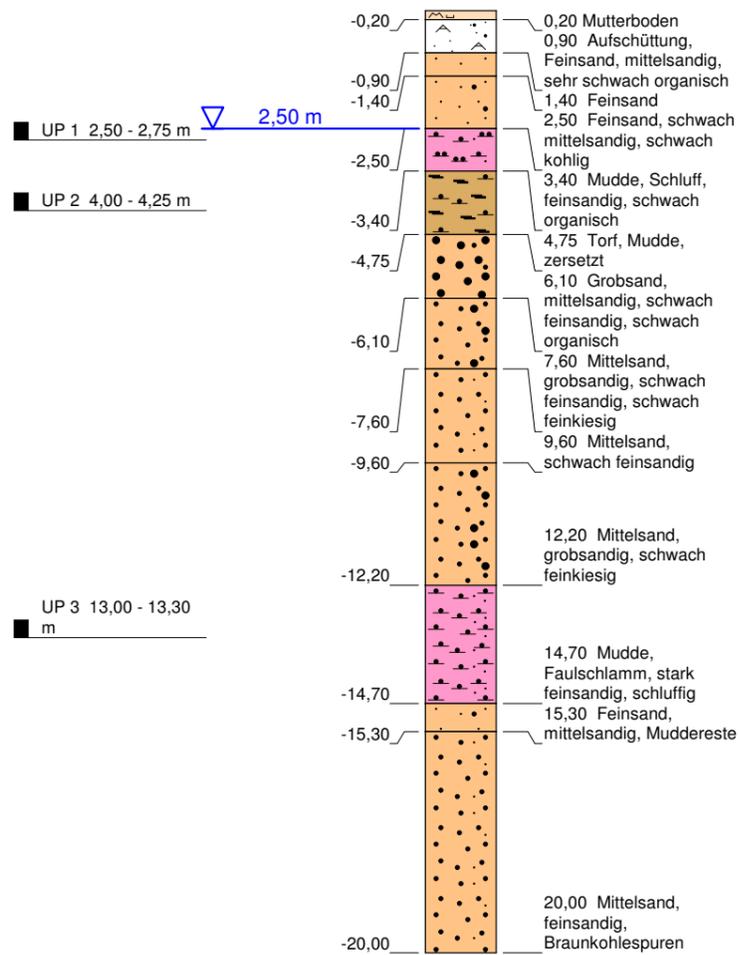




Ergebnisse der Aufschlüsse

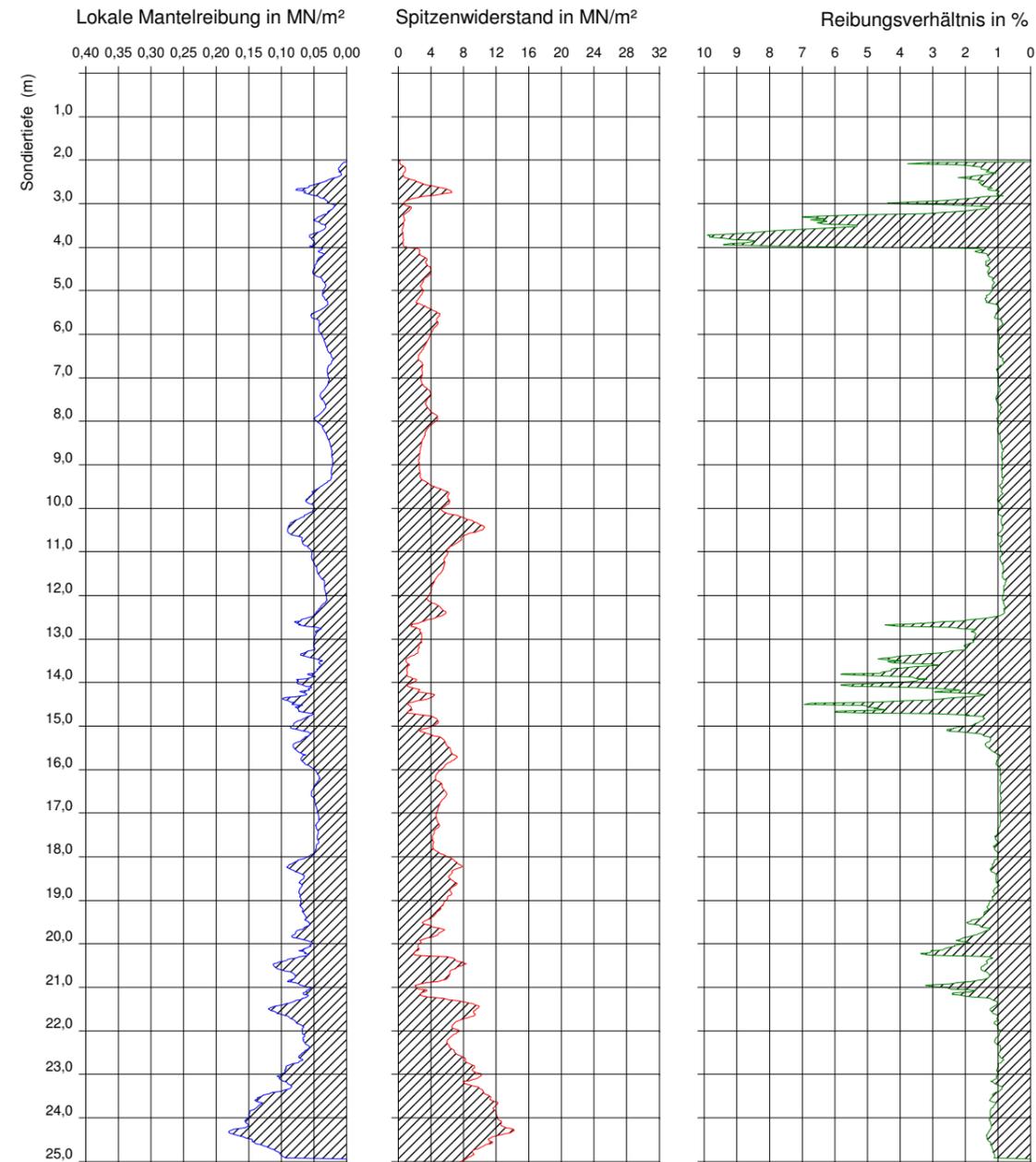
**B 2/14**

+ 0,00 m NHN



**D 2/14**

+0,00 m NHN



Höhenmaßstab 1:150



Bilddokumentation



## **ANLAGE 4**

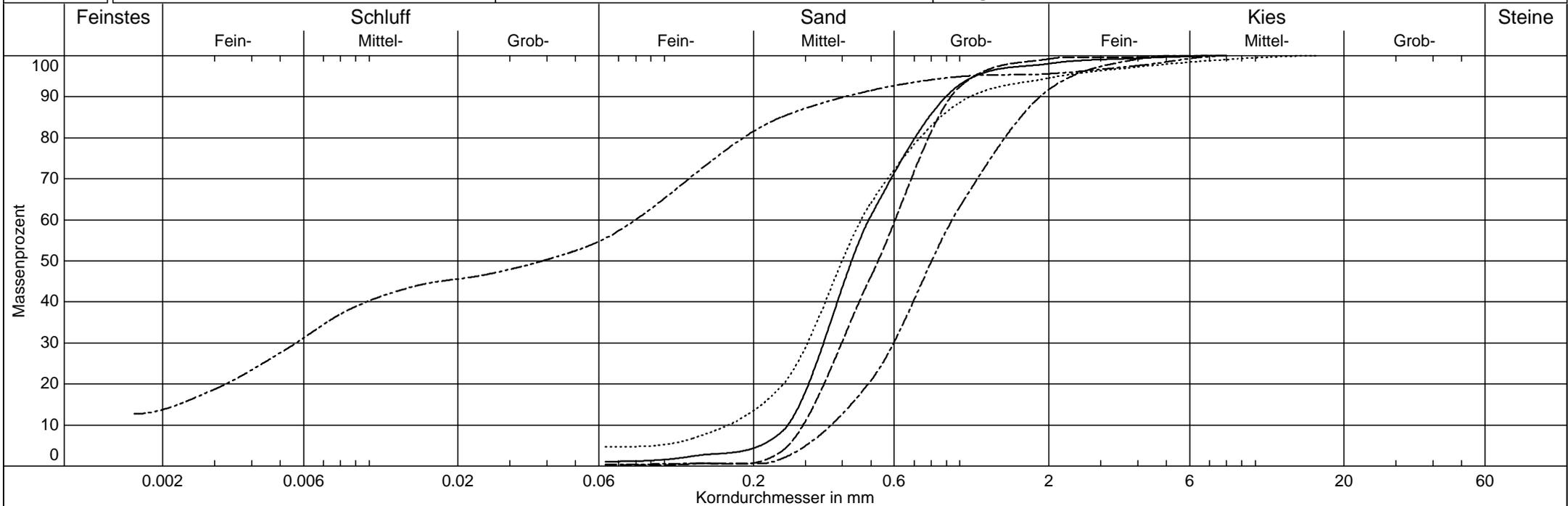


GuD Geotechnik u. Dynamik GmbH  
 Darwinstr. 13  
 10589 Berlin  
 Tel/Fax: 7890890 / 78908989

# Kornverteilung

DIN 18 123-5/-7

Projekt : U-Bahn Zitadelle U7  
 Projektnr.: G 154/14  
 Datum : 19.01.2015  
 Anlage : 4.1 Seite 1



| Labornummer          | ———— B1/14-6,2     | ----- B1/14-9,4    | ----- B1/14-12,8   | ----- B2/14-2,75     | ..... B2/14-6,1    |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Entnahmestelle       | B1/14              | B1/14              | B1/14              | B2/14                | B2/14              |
| Entnahmetiefe        | 5,0-6,2m           | 8,2-9,4m           | 11,8-12,8m         | 2,5-2,75m            | 4,75-6,1m          |
| Ungleichförm. U      | U = 1.9            | U = 2.0            | U = 2.6            | -                    | U = 2.8            |
| Krümmungszahl Cc     | Cc = 0.9           | Cc = 0.9           | Cc = 1.0           | -                    | Cc = 1.2           |
| Bodenart             | mS,gs              | mS,gs              | gS,ms,fg'          | U,s                  | mS,gs,fs',g'       |
| Bodengruppe          | SE                 | SE                 | SE                 | U                    | SE                 |
| d10 / d60            | 0.262/0.491 mm     | 0.295/0.604 mm     | 0.367/0.941 mm     | - /0.080 mm          | 0.165/0.463 mm     |
| Frostempfindl.klasse | F1                 | F1                 | F1                 | F3                   | F1                 |
| Anteil < 0.063 mm    | 1.1 %              | 0.2 %              | 0.4 %              | 55.5 %               | 4.7 %              |
| Kornfrakt. T/U/S/G   | 0.0/1.1/96.9/1.9 % | 0.0/0.2/99.0/0.8 % | 0.0/0.4/91.3/8.2 % | 13.8/41.7/40.1/4.4 % | 0.0/4.7/89.8/5.4 % |
| kf nach Hazen        | 7.9E-004 m/s       | 1.0E-003 m/s       | 1.6E-003 m/s       | -                    | 3.1E-004 m/s       |
| kf nach Beyer        | 9.0E-004 m/s       | 1.1E-003 m/s       | 1.7E-003 m/s       | -                    | 3.4E-004 m/s       |

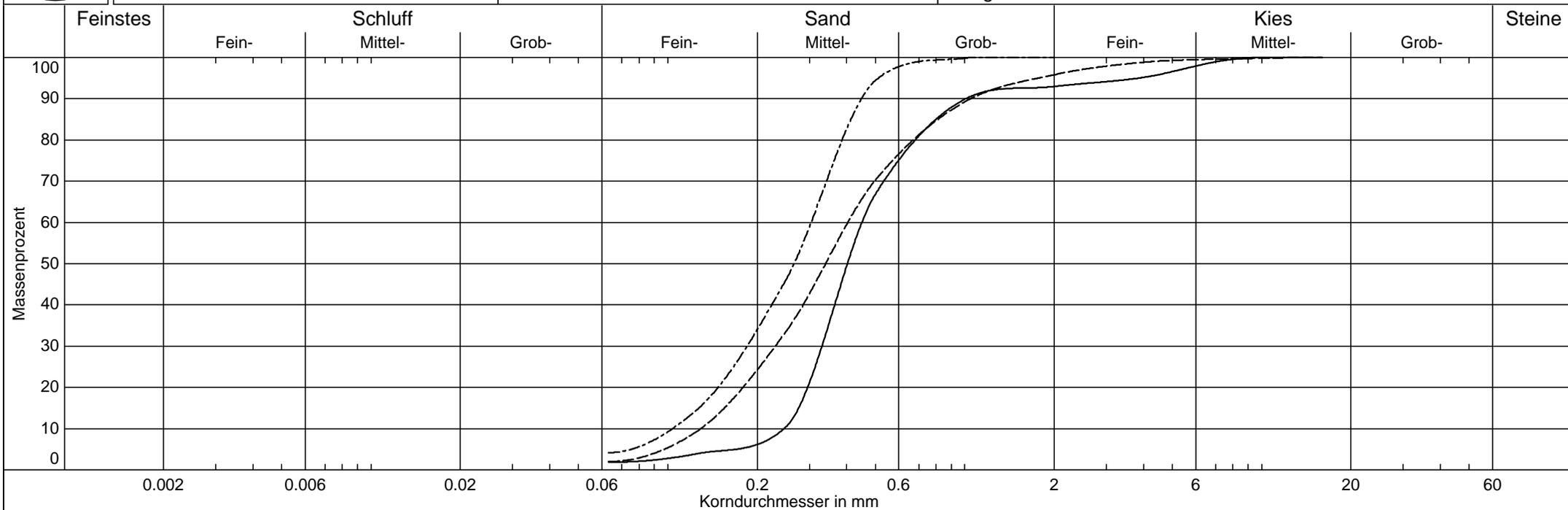


GuD Geotechnik u. Dynamik GmbH  
 Darwinstr. 13  
 10589 Berlin  
 Tel/Fax: 7890890 / 78908989

# Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : U-Bahn Zitadelle U7  
 Projektnr.: G 154/14  
 Datum : 19.01.2015  
 Anlage : 4.1 Seite 2



| Labornummer                       | ———— B2/14-7,6     | ----- B2/14-12,2   | --- · --- B2/14-17,3 |  |  |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--|--|
| Entnahmestelle                    | B2/14              | B2/14              | B2/14                |  |  |
| Entnahmetiefe                     | 7,1-7,6m           | 10,6-12,2m         | 16,3-17,3m           |  |  |
| Ungleichförm. U                   | U = 1.8            | U = 3.1            | U = 2.9              |  |  |
| Krümmungszahl Cc                  | Cc = 1.0           | Cc = 1.0           | Cc = 1.1             |  |  |
| Bodenart                          | mS,gs,fg'          | mS,fs,gs           | mS,fs                |  |  |
| Bodengruppe                       | SE                 | SE                 | SE                   |  |  |
| d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub> | 0.246/0.450 mm     | 0.129/0.404 mm     | 0.104/0.304 mm       |  |  |
| Frostempfindl.klasse              | F1                 | F1                 | F1                   |  |  |
| Anteil < 0.063 mm                 | 1.8 %              | 2.0 %              | 4.2 %                |  |  |
| Kornfrakt. T/U/S/G                | 0.0/1.8/91.1/7.0 % | 0.0/2.0/93.8/4.2 % | 0.0/4.2/95.8/0.0 %   |  |  |
| k <sub>f</sub> nach Hazen         | 7.0E-004 m/s       | 1.9E-004 m/s       | 1.2E-004 m/s         |  |  |
| k <sub>f</sub> nach Beyer         | 8.0E-004 m/s       | 2.1E-004 m/s       | 1.4E-004 m/s         |  |  |
|                                   |                    |                    |                      |  |  |



GuD Geotechnik u.  
Dynamik Consult GmbH

## Glühverlust DIN 18 128

Anlage: 4.2

Seite : 1

|  |                            |   |  |
|--|----------------------------|---|--|
| <b>Bauvorhaben</b><br>U-Bhf Zitadelle U7 |                            | <b>Projekt-Nr.</b><br>G 154/14                                  |  |
| <b>Datum:</b><br>21.01.2015              | <b>Bearbeiter:</b><br>Moll | <b>Prüfmittel:</b><br><b>Waagen-Nr.:</b> 1<br><b>Labor-Nr.:</b> |  |

|                             |             |                    |             |       |              |       |
|-----------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------|--------------|-------|
| Glühtemperatur: T= 550 [°C] |             | Glühzeit : t=2 [h] |             |       |              |       |
| Entnahmestelle:             | B1/14       |                    | B1/14       |       | B2/14        |       |
| Entnahmetiefe: [m]          | 16,6-17,0m  |                    | 18,0-19,0m  |       | 2,5-2,75m    |       |
| Bodenart:                   |             |                    |             |       |              |       |
| Bodengruppe:                |             |                    |             |       |              |       |
| Behälter-Nr.:               | 5           | 15                 | 8           | 12    | 12           | 7     |
| md+mB [g]                   | 26,44       | 31,50              | 40,12       | 38,04 | 27,10        | 27,21 |
| Behälter mB [g]             | 18,15       | 20,06              | 19,86       | 20,30 | 20,30        | 20,31 |
| ungegl. Pr. Md [g]          | 8,29        | 11,44              | 20,26       | 17,74 | 6,80         | 6,90  |
| mgl+mB [g]                  | 25,76       | 30,48              | 39,86       | 37,84 | 26,04        | 26,14 |
| Behälter mB [g]             | 18,15       | 20,06              | 19,86       | 20,30 | 20,30        | 20,31 |
| gegl. Pr. Mgl [g]           | 7,61        | 10,42              | 20,00       | 17,54 | 5,74         | 5,83  |
| Massenverlust [g]           | 0,68        | 1,02               | 0,26        | 0,20  | 1,06         | 1,07  |
| Glühverlust Vgl [%]         | 8,20        | 8,92               | 1,28        | 1,13  | 15,59        | 15,51 |
| Mittelwert Vgl` [%]         | <b>8,56</b> |                    | <b>1,21</b> |       | <b>15,55</b> |       |

### HUMUSGEHALTE BEI BÖDEN GEMÄSS DIN 4022 TEIL 1

| Benennung     | Sand und Kies |         | Ton und Schluff |          | Farbe |
|---------------|---------------|---------|-----------------|----------|-------|
|               | H-Gehalt [%]  | Farbe   | H-Gehalt [%]    | Farbe    |       |
| schwach humos | 1 bis 3       | grau    | 2 bis 5         | Mineral- | farbe |
| humos         | über 3 bis 5  | dunkel- | über 5 bis 10   | dunkl-   | grau  |
| stark humos   | über 5        | schwarz | über 10         | schwarz  |       |

Bemerkungen:



GuD Geotechnik u.  
Dynamik Consult GmbH

## Glühverlust DIN 18 128

Anlage: 4.2

Seite : 2

**Bauvorhaben**

U-Bhf Zitadelle U7

**Projekt-Nr.**

G 154/14

**Datum:**

21.01.2015

**Bearbeiter:**

Moll

**Prüfmittel:****Waagen-Nr.:**

1

**Labor-Nr.:**

Glühtemperatur: T= 550 [°C]

Glühzeit : t=2 [h]

Entnahmestelle:

B2/14

Entnahmetiefe: [m]

4,0-4,25m

Bodenart:

Bodengruppe:

Behälter-Nr.:

2

11

md+mB [g]

33,31

34,27

Behälter mB [g]

20,27

19,75

ungegl. Pr. Md [g]

13,04

14,52

mgl+mB [g]

31,83

32,51

Behälter mB [g]

20,27

19,75

gegl. Pr. Mgl [g]

11,56

12,76

Massenverlust [g]

1,48

1,76

Glühverlust Vgl [%]

11,35

12,12

Mittelwert Vgl` [%]

**11,74**

### HUMUSGEHALTE BEI BÖDEN GEMÄSS DIN 4022 TEIL 1

Sand und Kies

Ton und Schluff

**Benennung**

H-Gehalt [%]

Farbe

H-Gehalt [%]

Farbe

schwach humos

1 bis 3

grau

2 bis 5

Mineral-

farbe

humos

über 3 bis 5

dunkel-

über 5 bis 10

dunkl-

grau

grau

stark humos

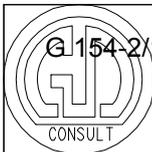
über 5

schwarz

über 10

schwarz

Bemerkungen:



GuD Geotechnik u. Dynamik GmbH  
 G 154-2/14 - Anlage 4.1 Seite 52  
 DaWinstr. 13  
 10589 Berlin  
 Tel/Fax: 789089 / 78908989

Projekt : U-Bhf Zitadelle U7  
 Projektnr.: G 154/14  
 Anlage : 4.3  
 Datum : 23.01.15

# Zustandsgrenzen

DIN 18 122

Labornummer: B2/14-2,75

Tiefe : 2,5-2,75m

Bodenart :

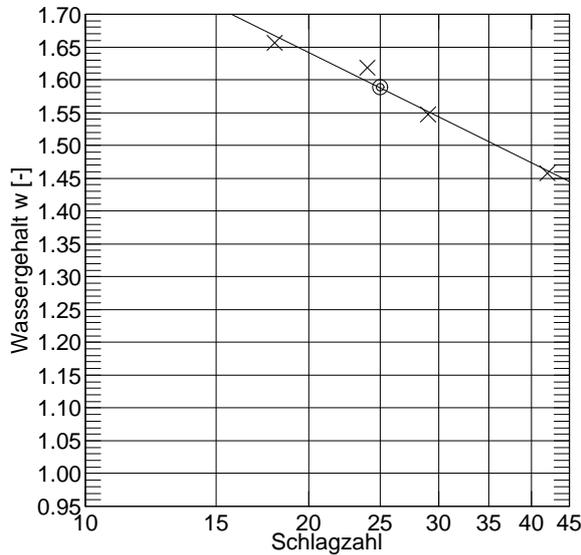
Entnahmestelle: B2/14

Art der Entn. : ungestört

Ausgef. durch :

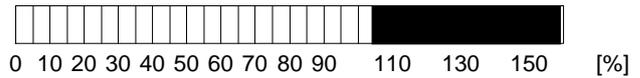
Entn. am :

| Behälter-Nr.                                 | Fließgrenze |       |       |       | Ausrollgrenze |       |       |        |
|--|-------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|--------|
|  | 14          | 18    | 13    | 7     | 14            | 27    | 23    |        |
| Zahl der Schläge                             | 24          | 29    | 42    | 18    |               |       |       |        |
| Feuchte Probe + Behälter<br>$m_f + m_B$ [g]  | 39.84       | 44.81 | 43.13 | 44.99 | 36.68         | 35.46 | 35.25 |        |
| Trockene Probe + Behälter<br>$m_t + m_B$ [g] | 33.30       | 37.17 | 35.07 | 31.63 | 34.94         | 34.03 | 34.12 |        |
| Behälter<br>$m_B$ [g]                        | 29.26       | 32.23 | 29.54 | 23.56 | 33.32         | 32.64 | 33.01 |        |
| Wasser<br>$m_f - m_t = m_w$ [g]              | 6.54        | 7.64  | 8.06  | 13.36 | 1.74          | 1.43  | 1.13  |        |
| Trockene Probe<br>$m_t$ [g]                  | 4.04        | 4.94  | 5.53  | 8.07  | 1.62          | 1.39  | 1.11  | Mittel |
| Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]       | 1.619       | 1.547 | 1.458 | 1.656 | 1.074         | 1.029 | 1.018 | 1.040  |



Wassergehalt  $w_N = 1.260$   
 Fließgrenze  $w_L = 1.588$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 1.040$

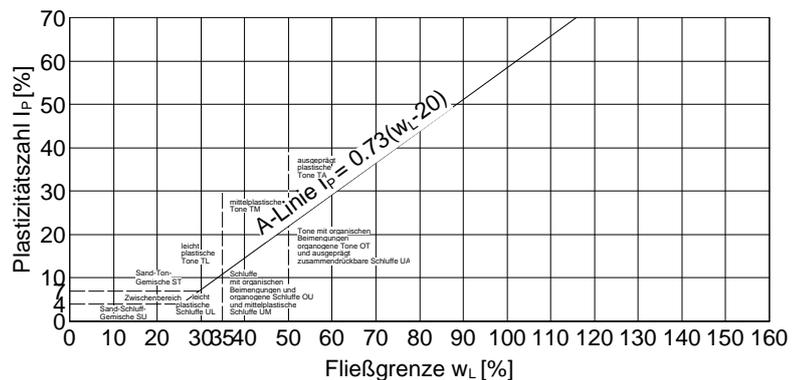
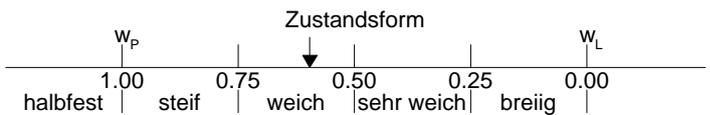
Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ )



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 0.548$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.401$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.599$



|  |               |                                 |                             |              |                            |                           |  |
|--|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|--|
| <br><b>GuD Geotechnik u. Dynamik Consult GmbH</b> |               | <b>Wassergehalt DIN 18 121</b>  |                             |              |                            | Anlage: 4.4               |  |
|  |               |                                 |                             |              |                            | Seite : 1                 |  |
| <b>Bauvorhaben:</b><br>U-Bhf Zitadelle U7  |               | <b>Projekt-Nr.:</b><br>G 154/14 | <b>Datum:</b><br>20.01.2015 |              | <b>Bearbeiter:</b><br>Moll | <b>Prüfmittel:</b><br>[ ] |  |
|  |               |                                 |                             |              | <b>Waagen-Nr.:</b><br>[ ]  |                           |  |
|  |               |                                 |                             |              | <b>Labor-Nr.:</b><br>[ ]   |                           |  |
| Entnahmestelle   | B1/14         | B1/14                           | B2/14                       | B2/14        |                            |                           |  |
| Entnahmetiefe [m]  | 2,0-3,0m      | 3,0-4,0m                        | 4,0-4,25m                   | 13,0-13,3m   |                            |                           |  |
| Schalen-Nr.  |               |                                 |                             |              |                            |                           |  |
| mB [g]   | 205,02        | 206,80                          | 310,62                      | 311,99       |                            |                           |  |
| m+mB [g]   | 352,01        | 379,52                          | 502,55                      | 520,70       |                            |                           |  |
| md+mB [g]  | 265,06        | 276,01                          | 424,13                      | 450,26       |                            |                           |  |
| Porenwasser [g]  | 86,95         | 103,51                          | 78,42                       | 70,44        |                            |                           |  |
| md [g]   | 60,04         | 69,21                           | 113,51                      | 138,27       |                            |                           |  |
| <b>Wassergehalt [%]</b>  | <b>144,82</b> | <b>149,56</b>                   | <b>69,09</b>                | <b>50,94</b> |                            |                           |  |
| Bemerkungen:   |               |                                 |                             |              |                            |                           |  |

## **ANLAGE 5**

# Prüfbericht

Pr.-Nr. B 1500240

12.01.2015

Auftraggeber:

**GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH**

Darwinstraße 13

10589 Berlin

Auftragnehmer:

**Synlab Umweltinstitut GmbH**

Niederlassung GUT

Köpenicker Straße 325

12555 Berlin

Tel.: (030) 65762171

Fax: (030) 65762170

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Auftraggeber der Prüfung:      | <b>GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH</b>   |
| Projekt:                       | <b>BV: U – Bhf. Zitadelle G 154/14</b>   |
| Datum des Vertragsabschlusses: | 06.01.2015   |
| Prüfgegenstand:                | 1 Wasserprobe<br><b>Wasser</b>   |
| Datum der Probenahme:          | durch AG   |
| Eingangsdatum der Probe:       | 06.01.2015   |
| Prüfziel lt. Vertrag:          | Untersuchung entsprechend<br><b>Merkblatt SenStadtUm Sept. 2013</b><br>zzgl. Betonaggressivität+Stahlaggressivität   |
| Prüfzeitraum:                  | 06.01. – 12.01.2015  |
| Prüfverfahren:                 | As, Pb mit ICP nach DIN EN ISO 11885<br>BTEX mit GC nach DIN 38407-F9<br>LHKW, VC mit GC nach DIN EN ISO 10301<br>KW- Index mit GC nach DIN EN ISO 9377-2<br>PAK (EPA) mit HPLC nach DIN EN ISO 17993<br>Cyanid Nanocolor 91830<br>Ammonium Nanocolor 918 05<br>DOC nach DIN EN 1484<br>Anionen nach DIN EN ISO 10304<br>AOX nach DIN 38414 S18<br>abfiltrierbare Stoffe nach DIN 38409-H2<br>absetzbare Stoffe nach DIN 38409-H9<br>Betonaggressivität nach DIN 4030<br>Stahlaggressivität nach DIN 50929-3 |
| Unteraufträge/Fremdvergabe:    | keine  |
| Bemerkungen:                   | keine  |

**Prüfergebnisse:**

| Parameter           | Einheit | Wasser |
|---------------------|---------|--------|
| Ammonium            | mg/l    | 4,3    |
| Cyanide frei        | µg/l    | < 2    |
| DOC                 | mg/l    | 7,6    |
| Σ LCKW              | µg/l    | 2,6    |
| Vinylchlorid        | µg/l    | 2,6    |
| Σ BTEX              | µg/l    | n.b.   |
| Arsen               | µg/l    | < 5,0  |
| Blei                | µg/l    | < 5,0  |
| Cadmium             | µg/l    | 1,4    |
| Chrom ges.          | µg/l    | < 5,0  |
| Kupfer              | µg/l    | < 10   |
| Nickel              | µg/l    | < 10   |
| Quecksilber         | µg/l    | < 0,2  |
| Zink                | µg/l    | < 10   |
| Eisen ges.          | mg/l    | 5,9    |
| Sulfat              | mg/l    | 63     |
| Chlorid             | mg/l    | 130    |
| Nitrat              | mg/l    | < 0,1  |
| absetzb. Stoffe     | ml/l    | 0,1    |
| abfiltrierb. Stoffe | mg/l    | 88     |
| Σ PAK               | µg/l    | n.b.   |
| AOX                 | µg/l    | 32     |
| KW-Index            | mg/l    | < 0,1  |

n.b. - nicht bestimmbar, d.h. < Bestimmungsgrenze

**LHKW Einzelergebnisse :**

| Substanz/Probe         | Best.grenzen<br>µg/l | Wasser<br>µg/l |
|------------------------|----------------------|----------------|
| <b>Vinylchlorid</b>    | <b>0,5</b>           | 2,61           |
| Dichlormethan          | 5,0                  | n.b.           |
| trans-1,2-Dichlorethen | 2,0                  | n.b.           |
| cis-1,2-Dichlorethen   | 2,0                  | n.b.           |
| Trichlormethan         | 1,0                  | n.b.           |
| 1,1,1-Trichlorethan    | 0,5                  | n.b.           |
| Tetrachlormethan       | 0,5                  | n.b.           |
| 1,2-Dichlorethan       | 2,0                  | n.b.           |
| Trichlorethen          | 0,1                  | n.b.           |
| Tetrachlorethen        | 0,1                  | n.b.           |
| <b>Summe LHKW+VC</b>   |                      | <b>2,61</b>    |

n.b. nicht bestimmbar, d.h. kleiner Bestimmungsgrenze

**BTEX Einzelergebnisse :**

| Substanz/Probe | Best.grenzen<br>µg/l | Wasser<br>µg/l |
|----------------|----------------------|----------------|
| Benzen         | 1                    | n.b.           |
| Toluen         | 1                    | n.b.           |
| Ethylbenzen    | 1                    | n.b.           |
| m,p-Xylen      | 1                    | n.b.           |
| o-Xylen        | 1                    | n.b.           |
| <b>Summe</b>   |                      | <b>n.b.</b>    |

n.b. - nicht bestimmbar, d.h. &lt; Bestimmungsgrenze

**Betonaggressivität :** siehe Anlagen zum Prüfbericht B 1500240**Stahlaggressivität :** siehe Anlagen zum Prüfbericht B 1500240

## PAK Einzelergebnisse :

| Substanz/Probe       | BG*<br>µg/l | Wasser<br>µg/l |
|----------------------|-------------|----------------|
| Naphthalin           | 0,200       | n.b.           |
| Acenaphthylen        | 0,030       | n.b.           |
| Acenaphthen          | 0,030       | n.b.           |
| Fluoren              | 0,010       | n.b.           |
| Phenanthren          | 0,010       | n.b.           |
| Anthracen            | 0,010       | n.b.           |
| Fluoranthen          | 0,010       | n.b.           |
| Pyren                | 0,010       | n.b.           |
| Benz(a)anthracen     | 0,010       | n.b.           |
| Chrysen              | 0,010       | n.b.           |
| Benzo(b)fluoranthen  | 0,010       | n.b.           |
| Benzo(k)fluoranthen  | 0,010       | n.b.           |
| Benzo(a)pyren        | 0,010       | n.b.           |
| Dibenz(a,h)anthracen | 0,010       | n.b.           |
| Benzo(g,h,i)perylen  | 0,010       | n.b.           |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 0,010       | n.b.           |
| <b>Summe</b>         |             | <b>n.b.</b>    |

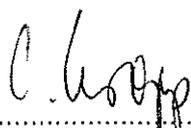
\*BG = Bestimmungsgrenze n.b.= nicht bestimmbar, unterhalb der BG

## Bemerkungen:

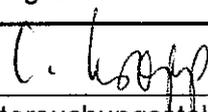
Archivierung: Die Aufbewahrung der Messergebnisse erfolgt für 5 Jahre.

Wenn nicht anders vereinbart, werden die Wasserproben unkonservert bei 4 °C zwei Wochen gelagert und die Boden- bzw. Feststoffproben 6 Monate aufbewahrt.

Die Präzision der Messergebnisse liegt innerhalb der im Verfahren angegebenen Grenzen. Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände. Ohne Genehmigung darf der Prüfbericht, auch auszugsweise, nicht veröffentlicht werden.



Dr. Christa Kropp  
 Laborleiterin

| <b>Chemische Wasseranalyse</b><br><b>Anlage zum Prüfbericht B 1500240</b><br><b>zur Beurteilung der betonaggressiven Eigenschaften</b>  |                             |  |                     |                       |
|---|-----------------------------|---|---------------------|-----------------------|
| <b>Auftraggeber:</b> GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH  |                             | Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2   |                     |                       |
| <b>Bauvorhaben:</b> Zitadelle   |                             | <b>Auftrag.Nr.:</b> 1500240   |                     |                       |
| <b>Art des Wassers:</b> (z.B. Grund- Oberflächen- Sickerwasser)   |                             | <b>Probe Nr.:</b> Wasser<br><b>Entnahmetiefe:</b>                                   |                     |                       |
| <b>1. Allgemeine Angaben:</b>   |                             | <b>Probenehmer:</b> AG  |                     |                       |
| Temperatur des Wassers.   | Entnahmezeit:               | Entnahmedatum:  |                     |                       |
| pH-Wert:  | Leitfähigkeit:              | Entnahmeort:  |                     |                       |
| <b>2. Wasseranalyse</b>   |                             | <b>Grenzwerte z. Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 <sup>1)</sup></b>                 |                     |                       |
|   | <b>Prüfergebnis</b>         | schwach angreifend  | stark angreifend    | sehr stark angreifend |
| Aussehen  | trüb,<br>gelblich,bräunlich | --  | --                  | --                    |
| Geruch<br>(unveränd. Probe)   | leicht kalkig               | --  | --                  | --                    |
| Geruch<br>(angesäuerte Pr.)   | unverändert                 | --  | --                  | --                    |
| pH-Wert   | 7,38 / 25°C                 | 6,5 bis 5,5   | <5,5 bis 4,5        | <4,5                  |
| KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch  | 20 mg/l                     | --  | --                  | --                    |
| Härte   | 242 mg/l                    | --  | --                  | --                    |
| Härtehydrogen-<br>carbonat  | 235 mg/l                    | --  | --                  | --                    |
| Nichtcarbonat-härte   | 7 mg/l                      | --  | --                  | --                    |
| Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )   | 14 mg/l                     | 300 bis 1000  | >1000 bis 3000      | >3000 mg/l            |
| Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )  | 4,3mg/l                     | 15 bis 30   | >30 bis 60          | >60 mg/l              |
| Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )   | 63 mg/l                     | 200 bis 600   | >600 bis 3000       | >3000 mg/l            |
| Chlorid (Cl <sup>-</sup> )  | 130 mg/l                    | --  | --                  | --                    |
| CO <sub>2</sub> (kalklösend)  | < 0,1 mg/l                  | 15 bis 40   | >40 bis 100         | >100 mg/l             |
| Sulfid (S <sup>2-</sup> )   | < 0,01 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 Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe. |                             |   |                     |                       |
| <b>5. Beurteilung:</b>  |                             |   |                     |                       |
| Das Wasser ist <b>nicht</b> betonangreifend   |                             |   |                     |                       |
|   |                             |   |                     |                       |
| Berlin den 12.01.2015   |                             |   | Untersuchungsstelle |                       |

## Gutachten zur Stahlaggressivität in Wässern

Auftrags-Nr.: B 1500240  
 Bezeichnung der Probe: Wasser  
 Probeneingang: 06.01.2015  
 Auftraggeber: **GuD Herr Kattner**  
 Probennahme: synlab Umweltinstitut GmbH  
 Bauvorhaben: U-Bhf. Zitadelle **G 154/14**  
 Entnahmetiefe:

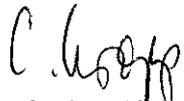
### Beurteilung:

Die Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von metallischen Werkstoffen in Wässern wurde nach DIN 50929 Teil 3 vorgenommen. Zur Beurteilung der Wässer werden die Werkstoffe nach Tab. 6 der o.g. DIN in zwei Kategorien eingeteilt (unlegiertes Eisen und verzinkter Stahl) in denen Bewertungsziffern festgelegt sind. Anhand nachfolgender Tabelle wurden die Bewertungsziffern bestimmt.

| Merkmale/<br>Dimension        | Meßergebnisse<br>lt. Prüfbericht    | umgerechnete<br>Meßergebnisse | Bewertungs<br>Ziffer N                      | Bewertungs<br>Ziffer M |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------|
|                               |                                     |                               | unlegiertes Eisen                           | verzinkter Stahl       |
| Gewässer                      | stehend                             | -                             | -1  | 1                      |
| Objektlage                    | unter Wasser                        | -                             | 0   | 0                      |
| Chlorid                       | 130 mg/l<br>3,67 mol/m <sup>3</sup> |                               |   |                        |
| Sulfat                        | 63 mg/l<br>0,66 mol/m <sup>3</sup>  | 4,99 mol/m <sup>3</sup>       | -2  | 0                      |
| K <sub>S</sub> 4.3            | 8,40 mmol/l                         | 8,4 mol/m <sup>3</sup>        | 5   | -1                     |
| c (Ca)                        | 151 mg/l                            | 3,77 mol/m <sup>3</sup>       | 1   | 3                      |
| pH-Wert                       | 7,38                                | 7,38                          | 0   | 1                      |
| Korrosionswahrscheinlichkeit  | Wo - Unterwasser                    |                               | <b>2,60</b>                                 | --                     |
|                               | W1 - Grenze Wasser-Luft             |                               | Nur mit Potentialmessung vor Ort bestimmbar |                        |
| Beurteilung der Deckschichten | Wd - Unterwasser                    |                               | --  | <b>4,00</b>            |
|                               | Wl - Grenze Wasser-Luft             |                               | --  | <b>4,00</b>            |

Beurteilungskriterien siehe Rückseite

Für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe ergibt die Abschätzung nach Gleichung 7 und Tabelle 7 im Unterwasserbereich eine **sehr geringe** Wahrscheinlichkeit für Mulden-/Lochkorrosion und eine **sehr geringe** Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion. Die Deckschichtbildung für verzinkte Stähle ist im Unterwasserbereich, berechnet nach Gleichung 11 und Tabelle 5, **sehr gut**.

  
 Dr. Christa Kropp  
 Laborleiterin

Berlin, den 13.01.2015

### Beurteilungskriterien gem. DIN 50 929 Teil 3:

#### 1. Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit

| Wo bzw. W1  | Mulden- und Lochkorrosion | Flächenkorrosion |
|-------------|---------------------------|------------------|
| > 0         | sehr gering               | sehr gering      |
| -1 bis -4   | gering                    | sehr gering      |
| < -4 bis -8 | mittel                    | gering           |
| < -8        | hoch                      | mittel           |

Die Einschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit für den Wasser – Luft- Bereich kann nur auf der Grundlage der Potentialmessung vor Ort vorgenommen werden.

#### 2. Beurteilung der Deckschichten

| Wd bzw. WL  | Güte der Deckschichten |
|-------------|------------------------|
| > 0         | sehr gut               |
| -1 bis -4   | gut                    |
| < -5 bis -8 | befriedigend           |
| < -8        | nicht ausreichend      |