

G.U.B. Ingenieur AG, NL Cottbus, Straße der Jugend 33, D-03050 Cottbus

E.DIS Netz GmbH
Herr Wolf Stein
Am Kanal 2 - 3
14467 Potsdam

Standort	Niederlassung Cottbus Straße der Jugend 33 D-03050 Cottbus
Telefon	0049 355 35736-0
Fax	0049 355 35736-29
Web	www.gub-ing.de
Bearbeiter	Herr Hoffmann
Durchwahl	0049 355 35736 11
E-Mail	falk.hoffmann@gub-ing.de
Ihr Schreiben	
Ihr Zeichen	
AZ/Projekt-Nr.	CBG 22 0799
<small>(bitte bei Antwort angeben)</small>	
Datum	17.11.2023
Seite	1 von 16

Geotechnisch- bergbauliche Stellungnahme

**Neubau 110 kV Hochspannungsleitung Trasse Frankfurt (Oder) Nord – Wulkow.
Gründung Mast 20F**

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2.	Arbeitsunterlagen	3
3.	Grundlagen	4
3.1	Lage	4
3.2	Regionalgeologische Verhältnisse	5
3.3	Geotechnische Verhältnisse, Bergbauhistorie	6
3.4	Hydrogeologische Verhältnisse	7
4.	Bergbaubedingte Gefährdungssituation	8
5.	Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen	9
6.	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	10
6.1	Baugrundsichtung und Lagerungsverhältnisse	10
6.2	Grundwasser	11
6.3	Allgemeine Baugrundeigenschaften und bautechnische Eignung	11
6.4	Bodenkenngößen und Rechenwerte	13
7.	Schlussfolgerungen, Hinweise und Empfehlungen	15
7.1	Baugrundeignung, Gründung	15
7.2	Sonstige Hinweise	15

G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau
Katharinenstraße 11, 08056 Zwickau
Tel.: 0049 375 27175-0, Fax: 0049 375 27175-1299

Vorstand	Dr.-Ing. Roger Tynior Dipl.-Ing. Konrad Schmidt
Aufsichtsrat	Ulrich Vellguth, Vorsitzender
HRB	23681, Chemnitz
USt.-IdNr.	DE 255439647



Bank	Commerzbank Zwickau
IBAN	DE36 8704 0000 0257 1800 00
BIC	COBADEFFXXX

Bank	Volksbank-Raiffeisenbank Glauchau
IBAN	DE55 8709 5974 0300 0333 34
BIC	GENODEF1GC1

Bank	Bankhaus Löbbecke Berlin
IBAN	DE02 1003 0500 1012 6176 00
BIC	LOEBDEBBXXX

Bildverzeichnis

Abbildung 1:	Auszug aus Übersichtsplan [01] mit Lage des Mastes 20F	4
Abbildung 2:	Kohlegewinnung im Pfeilerbruchbau, Grube Marie bei Reppist der Anhaltinischen Kohlenwerke, aufgenommen 1911, entnommen aus [06]	7

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtsplan mit territorialer Einordnung des Bearbeitungsgebietes M 1 : 50 000 1 Blatt
Anlage 2	Lageplan mit Ansatzpunkten der Felduntersuchungen am neuen Maststandort M20Fn M 1 : 50 1 Blatt
Anlage 3	Lageplan mit historischen Bergbauplänen M 1 : 2 500 1 Blatt
Anlage 4	Ergebnisse Drucksondierung 5 Blätter
Anlage 5	Ergebnisse Kleinrammbohrung
Anlage 5.1	Bohrprofil mit Drucksondierdiagramm 1 Blatt
Anlage 5.2	Schichtenverzeichnis 1 Blatt
Anlage 6	Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche 2 Blätter
Anlage 7	Bemessungswert des Sohlwiderstandes für Flachgründungen ohne Baugrundvergütung 1 Blatt

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Netzbetreiber E.DIS plant den Neubau der 110-kV-Trasse HAT 2001 von Frankfurt (Oder) Nord – Wulkow M.19F bis zum Portal UW Wulkow, westlich der Ortslage Wulkow.

Mit [05] liegt eine Stellungnahme des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe vor, die darauf verweist, dass sich der geplante Maststandort 20F der Neubautrassen in einem Altbergbaugebiet über einem ehemaligen Braunkohlenabbauaufeld befindet. Es wird empfohlen, den Baugrund unter Berücksichtigung der bergbaulichen Verhältnisse durch einen bei den Bergbehörden gelisteten Sachverständigen für Geotechnik begutachten zu lassen.

In Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber erfolgte eine Erörterung der Aufgabenstellung sowie die Erstellung eines Angebotes.

Schließlich wurde die G.U.B. Ingenieur AG durch die E.DIS Netz GmbH gemäß [03] mit der Erarbeitung der geotechnisch- bergbaulichen Stellungnahme beauftragt.

2. Arbeitsunterlagen

- [01] Anfrage E.DIS Netz GmbH, Asset Management, Herr Wolf Stein vom 24.10.2022 per Mail mit Übersichtsplan, Profilplan, Mastliste und Gestängebeschreibung
- [02] Angebot vom 24.11.2023, G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Cottbus (CBG 22 0799)
- [03] Bestellung Bestellnummer 4500002867/931/1101 vom 17.02.2023, E.DIS Netz GmbH
- [04] Verwahrungsdokumentation Grube OTTO II, Bohrtechnische Erkundung und Verwahrung untertägiger Hohlräume, Braunkohlentiefbau Otto II, 15234 Frankfurt (Oder), Booßener Straße, Trasse B112n – Ortsumgehung Frankfurt (O.), BSF-Bergsicherung und Baugrundsanie rung Frankfurt (Oder) GmbH, 10/1998
- [05] Stellungnahme im Rahmen der Beteiligung Träger öffentlicher Belange, Planfeststellungsverfahren gemäß 43 Nr. 1 EnWG, Neubau 110-kV-Trasse Frankfurt (Oder) Nord – Wulkow, AZ 27.2-1-95, Landesamt für Bergbau Geologie und Rohstoffe, Dezernat 41, Herr Tzschichholz, 07.02.2022
- [06] Wolfgang Schossig u.a.: Bergbau in der Niederlausitz, Förderverein Kulturlandschaft Niederlausitz e.V., Cottbus, 2007, -105 S., ISBN 978-3-9811412-1-4
- [07] Empfehlung „Geotechnisch- markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“, Arbeitskreis 4.6“Altbergbau“ der Fachsektion Ingenieurgeologie in der DGGT, Essen/Herne 2004, veröffentlicht auf dem 4. Altbergbaukolloquium in Leoben, Österreich

- [08] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, EA-Pfähle, 2. Auflage, Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Ernst&Sohn Verlag
- [09] Festlegung der Einteilungsgrenzen für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten, Kolloquium „Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche“, BAW Bundesanstalt für Wasserbau, Dipl.-Ing. (FH) Achim Schneider, 30.01.2018, Hannover
- [10] Grundwassergleichenkarte Land Brandenburg, VertiGIS WebOffice Grundwassermessstellen (brandenburg.de), https://maps.brandenburg.de/WebOffice/synserver?project=GWM_www_CORE
- [11] Technische Vorschriften Gesteinseigenschaften, TEV 100-01 bis 1206-01, VEB Baugrund Berlin

3. Grundlagen

3.1 Lage

Das Bearbeitungsgebiet (Bereich Standort Mast 20F) befindet sich nordöstlich der Stadt Frankfurt an der Oder, südlich des Ortes Boossen und westlich der Bundesstraße B 112 auf einem Feld.

Die territoriale Einordnung des Bearbeitungsgebietes zeigt der Übersichtsplan Anlage 1.

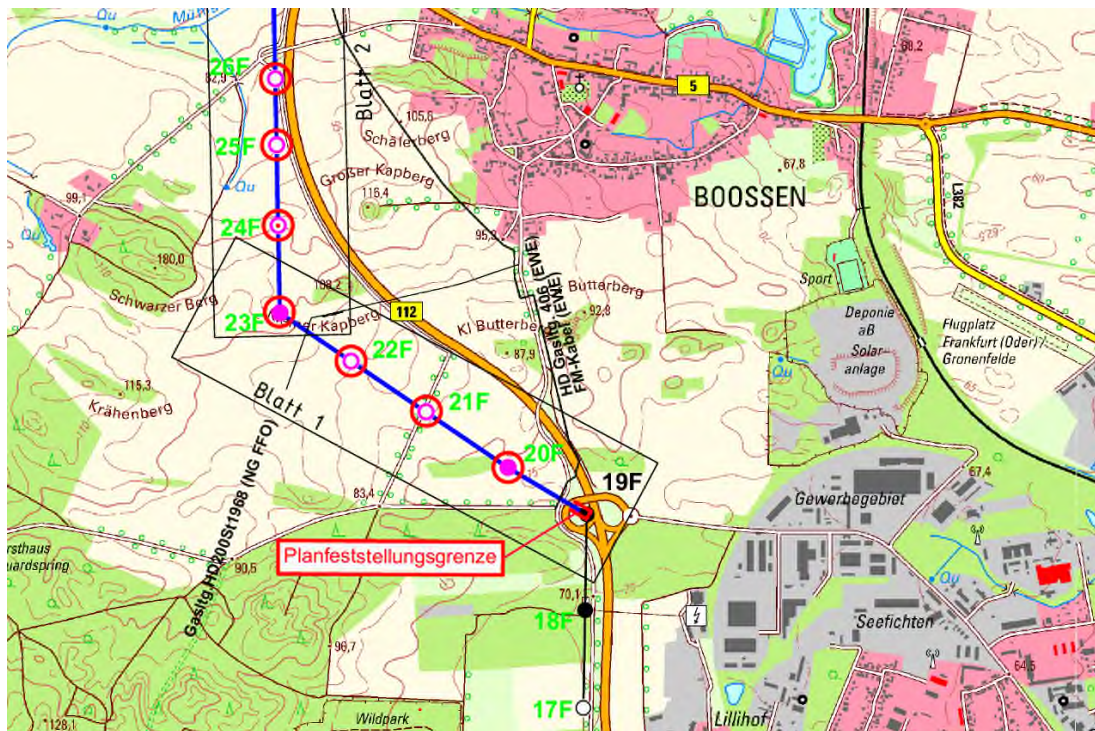


Abbildung 1: Auszug aus Übersichtsplan [01] mit Lage des Mastes 20F

3.2 Regionalgeologische Verhältnisse

Regionalgeologisch befindet sich der Maststandort 20F der geplanten 110 KV- Leitung auf dem Gebiet der Lebuser Platte (Teilraum 1415 der Ostbrandenburger Platte, Quelle LBGR) am Rand zur Oderniederung. Diese stellt die jungpleistozäne Bedeckung von saalekaltzeitlich abgelagerten Geschiebemergeln (Grundmoräne) und Sanden dar, welche weichselkaltzeitlich nochmals „überfahren“ und somit erodiert und deformiert worden ist (Glazifluviatile der Frankfurter Staffel). Diese Deformationen können bis in den oberen Teil der Neogenen (d. h. tertiären = unteres Miozän) Ablagerungen reichen. Vereinzelt wurden auch limnische Ablagerungen des Holstein-Komplexes nachgewiesen (intermediäre Warmzeit).

Die Ablagerungen der in der Grube 3652/02 Schacht Otto II bei Frankfurt/Oder im Tiefbau abgebauten Braunkohle und ihren Zwischenmitteln, entsprechen dem in mehrere Lagen auf- gegliederten hangenden Oberbegleiter und sind stratigraphisch dem Äquivalent des 3. Miozänen Flözkomplexes (3. MFK) zuzuordnen. In nordwestlich gelegenen Gruben wurde aber auch das Flöz „Biesenthal“ abgebaut. Beide Flöze wurden am Südrand der „Paläo-Nordsee“ während einer wechselnd stark transgressiven Phase (paralisch) als Küstenmoor abgelagert und enthalten neben den eigentlichen Kohlebildungen auch Schwemmfächersedimente des Südbrandenburger Liefergebietes (entsprechen Brieske-Formation) sowie marine-brackische Zwischenmittel in Form von lagunären Schluffen. In tieferen Lagen sind Formsande und glimmerhaltige Quarzsande nachgewiesen worden (unteres Miozän).

Obwohl zur Lagerstätte keine späteren stratigraphischen Bestimmungen nachgewiesen sind, lässt sich die im Verwahrungsbericht [04] angegebene Ablagerungsfolge wie folgt zuordnen:

Mittelsand	5 m bis 12 m mächtig	Glazifluviatile Sedimente Weichsel-Kaltzeit (z. T. mit tertiärem Material)
Sand, schluffig	4 m bis 7 m mächtig	Schwemmfächerbildung der Brieske-Formation
Schluff	3 m bis 5 m mächtig	marin-brackiger Lagunen-Schluff (oberes Zwischenmittel = mit Rinnenfazies und Gezeitenschichtung)
Braunkohle, Schluff	2 m bis 5 m mächtig	3. MFK (Burdigalium)

Bei den in der Kleinrammbohrung sowie der Drucksondierung angetroffenen Böden handelt es sich um Reste der oben aufgeführten Schwemmfächerbildungen mit den darunter folgenden Schichten. Der obere Teil wurde am Maststandort offensichtlich abgetragen (erodiert) und ist nicht mehr vorhanden.

3.3 Geotechnische Verhältnisse, Bergbauhistorie

Der Standort Mast 20 F befindet sich gemäß der vorliegenden Stellungnahme des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) vom 07.02.2022 [05] sowie den durchgeführten Recherchen im Archiv des LBGR in einem Altbergbaugebiet. Es handelt sich dabei um die Grube 3652/02 Schacht Otto II bei Frankfurt/Oder.

Auf dem recherchierten bergmännischen Risswerk ist ein Soldner-Kaltenborn-Lagesystem eingetragen. Dadurch konnten die Risse sehr genau georeferenziert werden. Der geplante Maststandort 20F befindet sich demnach direkt in diesem Altbergbaugebiet über einem ehemaligen Braunkohlenabbaufeld. Der Lageplan der Anlage 3 mit dem historischen Risswerk veranschaulicht diese Situation.

Abgebaut wurde das 3. Miozäne Braunkohlenflöz. Der Abbau erfolgte von 1922-1925 im Tiefbau als Kammerpfeilerbruchbau. D. h. ausgehend von einer Vorrichtungsstrecke wurden am Abbauort je nach Flözmächtigkeiten 4 m hohe Abbaukammern ausgekohlt, die dann durch Rauben der Zimmerung zum Zusammenbrechen gebracht wurden. Die Abbaukammern hatten eine Größe von ca. 3 m x 4 m (siehe Abbildung 2). In nicht ausgekohlten Bereichen der Gruben verblieben untertägige Streckensysteme und Förderschächte. Die Abbauteufen lagen zwischen 16 m und 33 m (Abbausohlen bei 16 m, 22 m, 28 m und 33 m).

1997 / 1998 wurden durch die Bergsicherung Frankfurt/Oder im Auftrag des Straßenbauamtes Erkundungs- und Verwahrmaßnahmen in einem Teilbereich der Grube durchgeführt. Dieser Teilbereich betrifft die Bundesstraße B 112. Der Bericht hierzu wurde in 10/1998 erstellt [04]. Im Zusammenhang mit den Erkundungsbohrungen angetroffene unterirdische Hohlräume wurden mit Braunkohlenfilterasche aus dem Kraftwerk Jänschwalde versetzt.

Andere Bereiche der Grube einschließlich der vorgesehene Maststandort 20F sind offensichtlich unverwahrt. Beim Bergamt in Cottbus liegen keine weiteren Verwahrungsberichte vor. Wie die Ergebnisse der Suchbohrungen von 1997/1998 in [04] jedoch zeigen, muss in anderen Bereichen der unverwahrten Grube noch mit vorhandenen Hohlräumen gerechnet werden. Auch sind über den Grubenbauen befindliche hängende Brüche möglich.

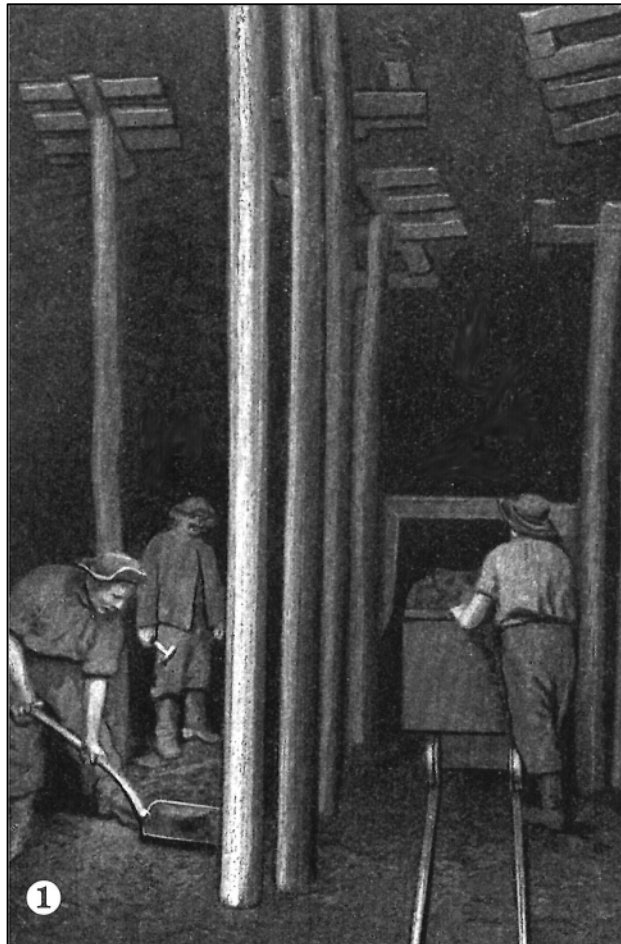


Abbildung 2: Kohlegewinnung im Pfeilerbruchbau, Grube Marie bei Reppist der Anhaltinischen Kohlenwerke, aufgenommen 1911, entnommen aus [06]

3.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Rahmen der Felduntersuchungen (vgl. Punkt 5) wurde der Grundwasserspiegel im Niveau +64,8 m NHN angetroffen. Bezogen auf die Geländehöhe +75,1 m NHN entspricht das einem Grundwasserflurabstand von 10,3 m. Die hydrogeologischen Karten des Landesumweltamtes [10] weisen für das Bearbeitungsgebiet einen Grundwasserflurabstand von mehr als 10 m aus. Der erkundete Grundwasserflurabstand stimmt somit mit dem Grundwasserflurabstand des Landesumweltamtes weitgehend überein.

Die Grundwassergleichen gemäß [10] zeigen eine Grundwasserfließrichtung von West nach Ost.

4. Bergbaubedingte Gefährdungssituation

Bergbaubedingte Gefährdungen können in dem Bearbeitungsgebiet aus noch vorhandenen und nicht verfüllten untertägigen Hohlräumen resultieren (Strecken bzw. nicht verbrochene Abbaukammern), die zu Bruch gehen können, sich in der Folge bis zu der Geländeoberfläche durchpausen und dort Löcher bzw. Senken oder Mulden hervorrufen. Die von der ehemaligen Grube möglicherweise noch ausgehenden Gefährdungen wurden in [04] zumindest im Bereich der Bundesstraße B 112 untersucht und bewertet. Es wurden noch vorhandene Hohlräume angetroffen die verwahrt (verfüllt) wurden.

Der ursprünglich geplante Maststandort 20F liegt in diesem risslich dokumentierten Altbergbaubereich und somit möglicherweise über ehemaligen Abbaukammern (siehe auch Lageplan Anlage 3).

Für die Abschätzung einer Tagesbruchgefährdung durch Abbaukammern ist davon auszugehen, dass Hohlräume nur lokal als Einzelereignis möglich sind, da die Abbaumethode des Kammerbruchbaus aus Sicherheitsgründen i. d. R. einen vollständigen Verbruch der ausgekohlten Abbaukammern vorsah. Sofern aus den verschiedensten Gründen kein Verbruch stattfand, resultieren daraus im Untergrund lokale engbegrenzte Einzel- bzw. Resthohlräume mit einem begrenzten Primärbruchvolumen. Mehrkammerbrüche treten eher seltener auf.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass am Standort des Mastes 20F das Vorhandensein von untertägigen Hohlräumen grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann. Es besteht somit eine bergbaubedingte Gefährdung in der Form von Geländebrüchen oder Absenkungen der Geländeoberfläche. Diese Gefahr betrifft sowohl den Personen und Geräteeinsatz in der Bauphase, den Mast selbst in der Nutzungsphase sowie den Personen und Geräteeinsatz bei zukünftigen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten am Mast.

Aufgrund dieser vorhandenen bergbaubedingten Gefährdungssituation und den daraus resultierenden grundsätzlich ungünstigen Baugrundverhältnissen wurde bereits vorab ein Verschieben des Mastes 20F außerhalb des bergbaulichen Gefährdungsbereiches empfohlen und durch die E.DIS Netz GmbH geprüft. Im Ergebnis war eine Verschiebung des Mastes 20F nach Südosten außerhalb des bergbaulich beeinflussten Gebietes möglich. Der neue Standort wurde mit 20Fn bezeichnet. Der Lageplan Anlage 3 zeigt sowohl den alten als auch den neuen Maststandort.

5. Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse am neuen Maststandort im Zusammenhang mit dem geplanten Bauvorhaben sowie zur Überprüfung der bergbaulichen Gefährdungsfreiheit wurden am 07. November 2023

- + **1 Bohrsondierung** mittels Kleinrammbohrung (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1, 6 m tief und
- + **1 Drucksondierung** (DS) DIN EN ISO 22476-1, 20 m tief

niedergebracht.

Die Felduntersuchungen wurden durch die Geotechnik Heiligenstadt GmbH abgeteuft.

Die Koordinaten und Höhen der Felduntersuchungen enthalten die jeweiligen Protokolle der Anlage 4 und der Anlage 5. Der Lageplan Anlage 2 zeigt die Lage der Aufschlusspunkte. Dabei wurde die tiefere Sondierung in Richtung der Altbergbaufläche angeordnet.

Aus dem mit der Bohrsondierung gewonnenen Bohrgut wurden für bodenmechanische Laboruntersuchungen zur Klassifizierung der Böden „gestörte“ Bodenproben entnommen (Proben der Güteklasse 3 nach DIN EN 1997-2). Die Entnahmetiefen der entnommenen Proben sind neben den Bohrtiefen in dem Bohrprofil der Anlage 5 dargestellt (GP 1/1 und GP 1/2).

An ausgewähltem Probenmaterial wurden im Erdbaulabor der Geotechnik Heiligenstadt GmbH bodenphysikalische Laboruntersuchungen durchgeführt. Bestimmt wurden

- + **2 Korngrößenverteilungen** nach DIN EN ISO 17892-4.

Die Laborprotokolle mit den Korngrößenverteilungen enthält die Anlage 5.1.

6. Bewertung der Untersuchungsergebnisse

6.1 Baugrundsichtung und Lagerungsverhältnisse

Der Baugrund ist am neuen Standort des Mast 20Fn wie folgt zusammengesetzt:

Unter einer 0,4 m dicken Mutterbodenschicht der landwirtschaftlichen Nutzfläche (**Schicht 1**, Bodengruppe OH nach DIN 18136) stehen bis in eine Tiefe von 0,9 m stark schluffige, teilweise schwach kiesige Sande an (**Schicht 2**). Es handelt sich dabei um Boden der Bodengruppe SU* nach DIN 18196. Der stark schluffige Sand ist mit Spitzenwiderständen q_c von 2 MN/m² bis 2,5 MN/m² (siehe Anlage 4) genau wie der Mutterboden sehr locker gelagert.

Im Liegenden des Sandes folgen bis in eine Tiefe von 9,5 m stark schluffige bis tonige Sande bis tonige Schluffe mit schwankendem Sand- und Organikanteil (**Schicht 3**). Besonders der Tiefenbereich bis 5 m unter Geländeoberfläche (GOF) ist mit einzelnen Sandlagen durchzogen. Der gemischt- bis feinkörnige Boden ist gemäß DIN 18196 den Bodengruppen SU* ... ST* bis UL ... TL zuzuordnen. Der Spitzenwiderstand beträgt im Tiefenbereich 0,9 m bis 9,5 m unter GOF 1 MN/m² bis 7 MN/m² (Sandeinlagerungen), i.M. 1,5 MN/m². Die Konsistenz ist damit überwiegend weich bis steif. Es handelt sich bei der Schicht 3 um den Oberbegleiter des 3. Miozänen Flözkomplexes.

Von 9,5 m bis 14,5 m nimmt das Reibungsverhältnis R_f der Drucksondierung bis auf Werte zwischen 6 % und 9 % zu. Bei diesem Boden handelt es sich unter Berücksichtigung der Kenntnisse zur Regionalgeologie sowie dem benachbarten Braunkohlenabbau wahrscheinlich um einen Braunkohlenschluff bzw. um Braunkohle (**Schicht 4**). Der Spitzenwiderstand beträgt 2 MN/m² bis 6 MN/m², i. M. 4,5 MN/m². Die Konsistenz ist steif bis halbfest.

Im Liegenden des Braunkohlenschluffes bzw. der Braunkohle stehen bis in den Tiefenbereich von 19,5 m wieder tonige, kohlige Schluffe bis schluffige, kohlige Tone (**Schicht 5**) an. Der Spitzenwiderstand beträgt 2 MN/m² bis 6 MN/m², i. M. 3,5 MN/m². Die Konsistenz ist steif bis halbfest.

Unter dem Schluff/Tones folgt bis zur Endtiefe der Drucksondierung ein schwach schluffiger tertiärer Sand (Reibungsverhältnis $R_f \approx 1,5$ %, **Schicht 6**). Der Spitzenwiderstand q_c steigt hier sprunghaft auf Werte über 40 MN/m² an. Der Sand ist damit sehr dicht gelagert.

Ein Hohlraum wurde mittels Drucksondierung nicht angetroffen. Der erkundete Schichtenaufbau spricht weitgehend für einen ungestörten Untergrund. Es ist daher davon auszugehen, dass der Untergrund am Mast 20Fn nachweislich außerhalb der bergbaulich beeinflussten Fläche liegt.

6.2 Grundwasser

Wie bereits unter Punkt 3.4 ausgeführt wurde in der abgeteuften Drucksondierung das Grundwasser in einer Tiefe von 10,3 m unter Geländeoberfläche angeschnitten. Die resultierende Höhe des angetroffenen Grundwassers, ermittelt aus Flurabstand und Höhe des Sondieransatzpunktes, beträgt +64,8 m NHN.

Als Bemessungswasserstand wird ein Schwankungsbereich von 1,0 m berücksichtigt. Somit ergibt sich als Bemessungsgrundwasserstand

9,3 m unter Geländeoberfläche bzw. +65,8 m NHN.

Aufgrund der im Untergrund anstehenden gemischt- bis feinkörnigen Böden, die gleichzeitig als grundwasserstauende Schichten anzusehen sind, können sich in wasserwegsamen sandigen Einlagerungen bzw. im Hangenden der Schichten Schicht- und Stauwässer ausbilden. Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde in der Kleinrammbohrung RKB 1 im Tiefenbereich 5,1 m bis 5,3 m Schichtenwasser angetroffen

Die Antwort des Landesumweltamtes zur hydrogeologischen Anfrage steht gegenwärtig noch aus und wird nachgereicht.

6.3 Allgemeine Baugrundeigenschaften und bautechnische Eignung

In Auswertung der im Untersuchungsgebiet ausgeführten Aufschlüsse und unter Berücksichtigung der Laborergebnisse werden den Baugrundsichten hinsichtlich ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften in Anlehnung an DIN 18196 die allgemeinen Baugrundeigenschaften gemäß Tabelle 1 zugewiesen.

Tabelle 1: Allgemeine bautechnische Eigenschaften der anstehenden Böden

Bewertungskriterien	Schluffiger Sand <i>(Schicht 2)</i>	Schluffe / Braunkohle <i>(Schichten 3 und 4)</i>
Bodengruppe nach DIN 18196	SU*	SU* ... ST*, UL ... TL, BKU, BK
Lagerungsdichte/ Konsistenz	sehr locker	0,9 m ... 9,5 m weich ... steif 9,5 m ... 19,5 m steif ... halbfest
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E - StB 17	F 2 ... F 3	F 3
Witterungsempfindlichkeit	mittel bis groß	groß
Zusammendrückbarkeit (vgl. Punkt 6.4)	groß bis sehr groß	mittel
Wasserdurchlässigkeit	mittel bis gering	sehr gering
Verdichtbarkeit	mittel	mäßig
Wiederverwendbarkeit für belastete Auffüllungen	mäßig geeignet	mäßig brauchbar bis brauchbar
Rammpbarkeit ([09])	Leicht	≤ 9,5 m leicht bis mittelschwer > 9,5 m mittelschwer bis schwer
Spitzenwiderstand q_c	2,0 ... 2,5	< 9,5 m: i. M. 1,5 9,5 m ... 14,5 m: i. M. 4,5 > 14,5 m: i. M. 3,5

6.4 Bodenkenngrößen und Rechenwerte

Für die im baupraktisch relevanten Tiefenbereich anstehenden Böden können die angegebenen charakteristischen Berechnungswerte, die auf den Ergebnissen der Feld- und Laboruntersuchungen sowie korrelativen Beziehungen, Erfahrungswerten und Tabellenwerken basieren, in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 2: Charakteristische erdstatische Berechnungskennwerte

Schicht	Rohwichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steife- modul E_s [MN/m ²]	Wasserdurch- lässigkeit k_f [m/s]
1 Oberboden	16,5	9,0	30,0	0	-	n.r.
2 schluffiger Sand	16,5	9,0	32,0	0	5	2·10 ⁻⁵ ... 5·10 ⁻⁷
3 Schluff weich ... steif steif ... halbfest	17,5	9,0	24,0	2,0	s. u.	1·10 ⁻⁶ ... 5·10 ⁻⁸
	19,0	10,5	27,5	5,0		
4 Braunkohlen- schluff / Kohle	n.r.	3,0	25,0	10,0	15	1·10 ⁻⁷ ... 1·10 ⁻⁸
6 Sand	n.r.	11,0	37,0	0	150	n. r.

Abkürzungen: n. r. = nicht relevant; s. u. = siehe Ausführungen unter der Tabelle

Der **Steifemodul E_s** im Untergrund ist spannungsabhängig und nimmt mit der Tiefe zu. Unter Berücksichtigung der Abhängigkeit $E_{s(T)} = E_{s,0} * (1 + 0,1 * T)$ nach [11] wird dem Baugrund folgendes idealisiertes Steifigkeitsmodell zur Berechnung der Standsicherheit von Flachgründungen zu Grunde gelegt (T = Tiefe):

T = 0,4 m ... 0,9 m	$E_{s(0,9)} = 5 \text{ MN/m}^2$
T = 0,9 m ... 2,0 m	$E_{s(2)} = 5 \text{ MN/m}^2$
T = 2,0 m ... 6,0 m	$E_{s(6)} = 7 \text{ MN/m}^2$
T = 6,0 m ... 9,5 m	$E_{s(9,5)} = 9 \text{ MN/m}^2$
T = 9,5 m ... 14,5 m	$E_{s(14,5)} = 15 \text{ MN/m}^2$
T = 14,0 m ... 19,5 m	$E_{s(19,5)} = 15 \text{ MN/m}^2$

(vgl. auch Anlage 7)

Im Falle von Tiefgründungen können für die Vorbemessung gerammter Stahlpfähle folgende Berechnungskennwerte angesetzt werden:

Pfahlspitzenwiderstand:	< 9,5 m	$q_{b,k}^{1)} = 300 \text{ kN/m}^2$
	$\geq 9,5 \text{ m}$	$q_{b,k}^{1)} = 450 \text{ kN/m}^2$
Pfahlmantelreibung:	< 9,5 m	$q_{s,k}^{1)} = 20 \text{ kN/m}^2$
	$\geq 9,5 \text{ m}$	$q_{s,k}^{1)} = 35 \text{ kN/m}^2$

Die oben ausgewiesenen Erfahrungswerte sind [08] entnommen und sollten durch statische Pfahlprobelastungen überprüft werden. Das gilt insbesondere für Zugpfähle.

¹⁾ gilt jeweils für eine Setzung von $s = 0,1 * D_{eq}$ (D_{eq} = äquivalenter Pfahldurchmesser)

7. Schlussfolgerungen, Hinweise und Empfehlungen

7.1 Baugrundeignung, Gründung

Aufgrund der Lage des alten Maststandortes 20F in einem Altbergbaugebiet mit den unter Gliederungspunkt 4 beschriebenen möglichen, nicht auszuschließenden bergbaubedingten Gefährdungen wurde ein neuer Maststandort innerhalb der Trasse, jedoch außerhalb der bergbaulichen Beeinflussungsgrenze, festgelegt. Die Untersuchung des Baugrundes am neuen Maststandort 20Fn bis in eine Tiefe von knapp 20 m ergab keinen Hohlraum bzw. keine feststellbare bergbauliche Beeinflussung. Im Untergrund stehen weitgehend ungestörte Schichten mit unterschiedlichen Eigenschaften an. Es dominieren bindige gemischt- bis feinkörnige Böden, Braunkohlenschluff oder Braunkohle sowie tertiäre Sande in großer Tiefe.

Der Baugrund ist für die Gründung des Mastes somit grundsätzlich geeignet.

Für verschiedene Gründungsvarianten enthält die vorliegende Stellungnahme entsprechende bodenphysikalische Berechnungskennwerte.

Für Flachgründungen sind in der Anlage 7 die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in Abhängigkeit verschiedener Fundamentbreiten (Seitenverhältnis $a/b = 1$) sowie den daraus resultierenden Setzungsbeträgen für den erkundeten Untergrund aufgetragen. Eine mögliche Baugrundverbesserung wurde dabei nicht berücksichtigt.

Für die Bemessung von Ramppfählen als Tiefgründung wurden ebenfalls Baugrundkennwerte ausgewiesen.

7.2 Sonstige Hinweise

Der Gültigkeitsbereich aller in der vorliegenden geotechnischen Stellungnahme getroffenen Aussagen beschränkt sich auf das geplante Baugebiet gemäß den Anlagen 1 und 2. Im Fall von Standortveränderungen, Projektänderungen oder Ergänzungen sollte die Gültigkeit der Angaben in der vorliegenden Stellungnahme erneut geprüft und bewertet werden.

Da sich die dargestellten Baugrundverhältnisse im Wesentlichen auf die Ergebnisse punktueller Aufschlüsse stützen, können lokal Abweichungen auftreten. Sollten sich im Rahmen der weiteren Planungen bzw. während der Bauausführung Abweichungen ergeben, die nicht den der vorliegenden Bearbeitung beschriebenen Baugrundverhältnissen entsprechen, ist der Gutachter unverzüglich zu informieren.

Für sich möglicherweise ergebende Rückfragen stehen die Mitarbeiter der G.U.B. Ingenieur AG zu deren Beantwortung gern zur Verfügung.

Freundliche Grüße und Glückauf
G.U.B. Ingenieur AG
-Niederlassung Cottbus-

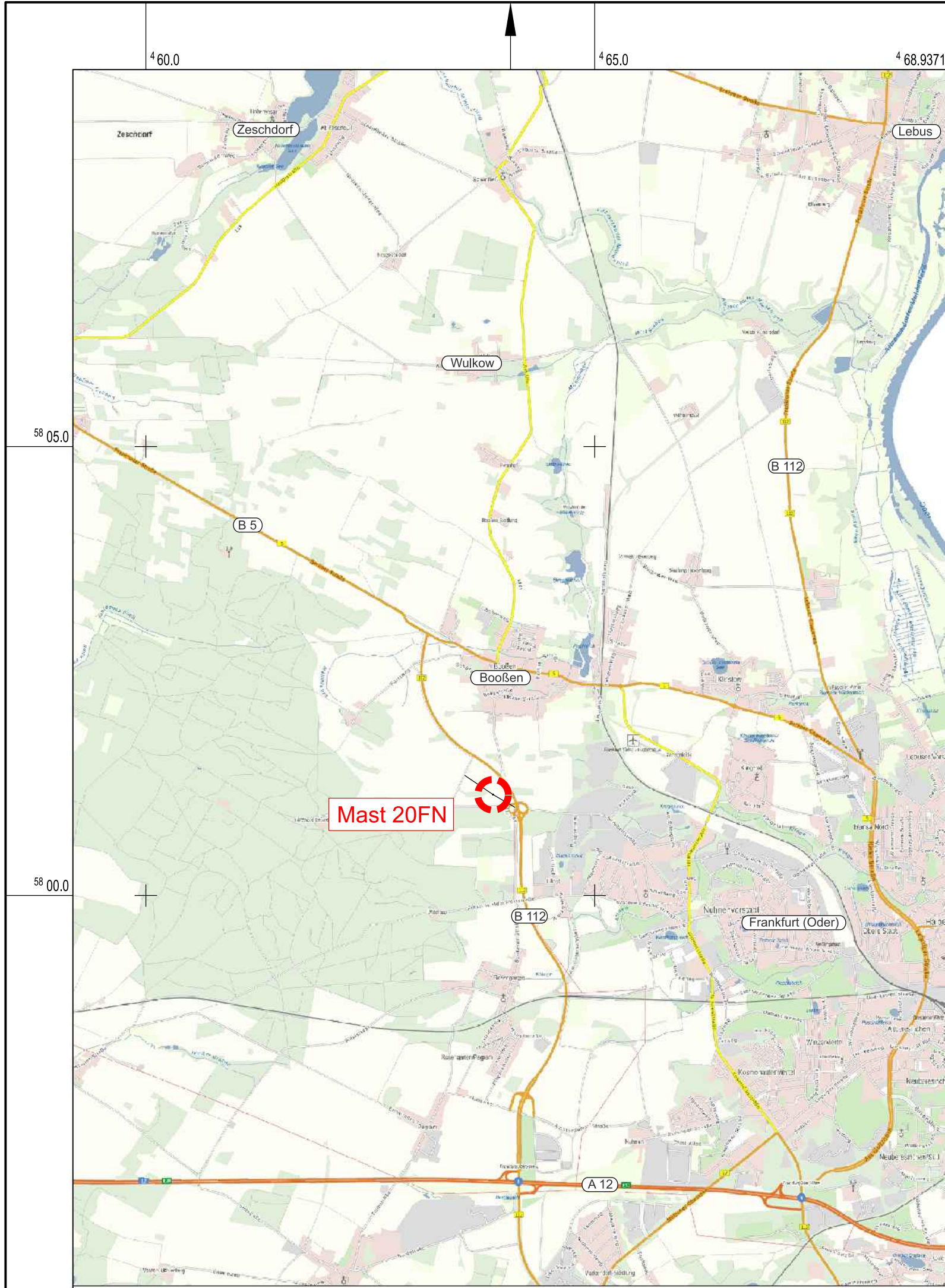


.....
Dipl.-Ing. Falk Hoffmann
Fachbereichsleiter Geotechnik



.....
B. Eng. Daniel Lucas

Anlagen



Bezugssysteme:
 Lage: ETRS89 [UTM Zone 33]
 Höhe: Höhenstatus: 150

Kartengrundlage / Auszug aus:
 © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0

E.DIS Netz GmbH
 Langewahler Straße 60
 15517 Fürstenwalde/Spree



Geotechnische Stellungnahme

Projekt:
 Neubau 110kV-Hochspannungsleitung Trasse
 Frankfurt (Oder) Nord- Wulkow, Gründung Mast 20F

Inhalt:
 Übersichtskarte mit territorialer Einordnung
 des Bearbeitungsgebietes



	Datum	Name
bearbeitet	21.02.2023	Hoffmann
gezeichnet	22.02.2023	Dorn
geprüft	22.02.2023	Hoffmann
Anlagen-Nr.: 1	Projekt-Nr.: CBG 22 0799	Maßstab (m, cm): 1:50000

Dateiname:	Anl_01-1.dgn
Format:	420 mm x 297 mm = 0.12 m²

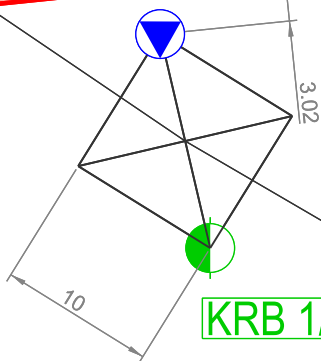
4 63.85

4 63.9

58 01.15

Gefährdungsbereich
Abbaugelände Schacht Otto II
(Grube 3652/02)

DS 1/23



Mast 20Fn

58 01.1

Drucksondierung DS: RW=463865.60
 HW=5801131.21
 Kleinrammbohrung KRB: RW=463868.78
 HW=5801117.44

Koordinaten: UTM Zone 33

E.DIS Netz GmbH
 Langewahler Straße 60
 15517 Fürstenwalde/Spree



Geotechnische Stellungnahme

Projekt:
 Neubau 110kV-Hochspannungsleitung Trasse
 Frankfurt (Oder) Nord- Wulkow, Gründung Mast 20F

Inhalt:
 Lageplan mit
 Ansatzpunkten der Felduntersuchungen



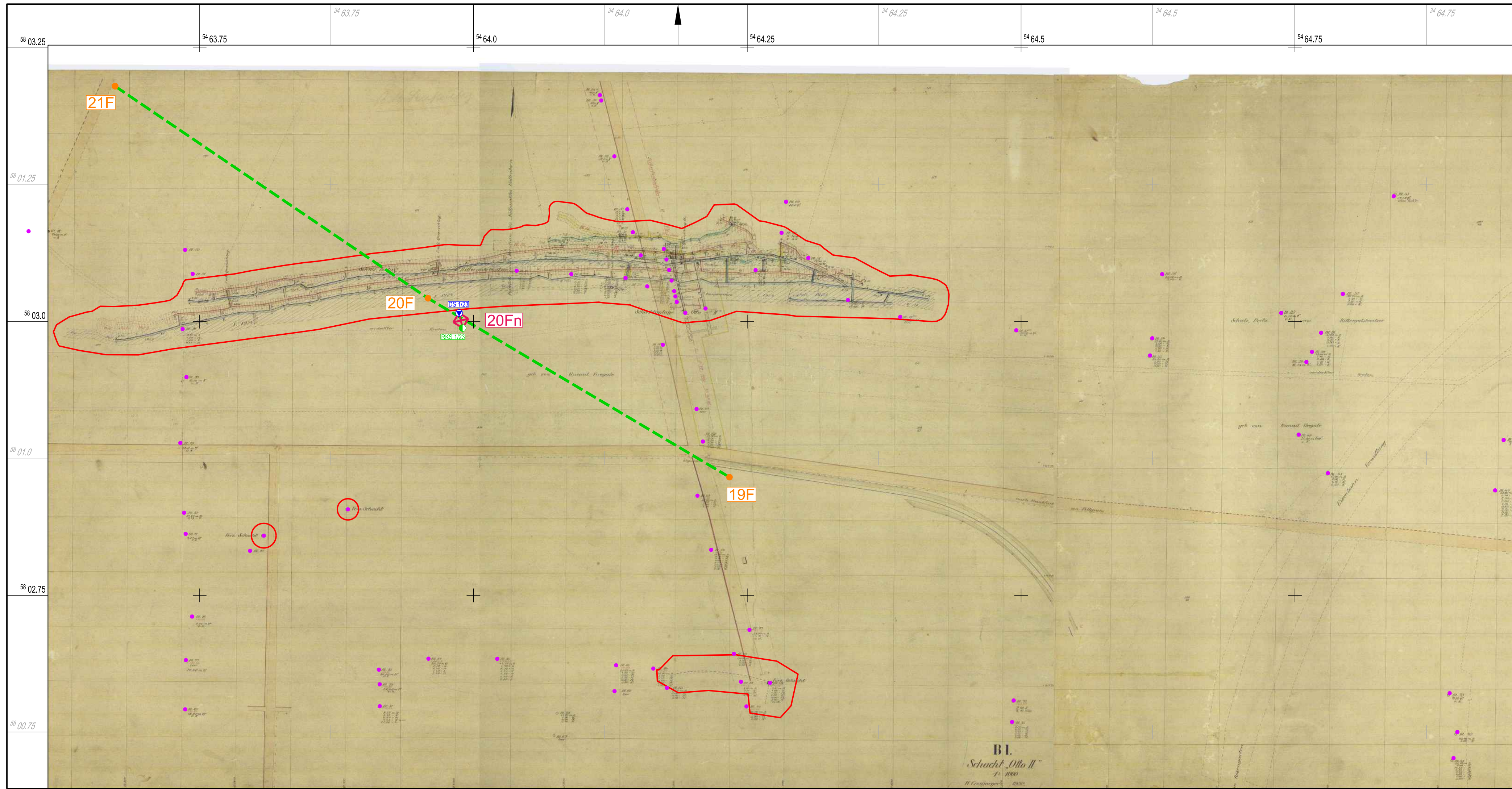
GEO UMWELT BAU

	Datum	Name
bearbeitet	17.11.2023	Hoffmann
gezeichnet	17.11.2023	Dorn
geprüft	17.11.2023	Hoffmann

www.gub-ing.de

Anlagen-Nr.: 2	Projekt-Nr.: CBG 22 0799	Maßstab (m, cm): 1:500	Dateiname: Anl_02.dgn
			Format: 210 mm x 297 mm = 623.70 cm²

58 01.05



LEGENDE

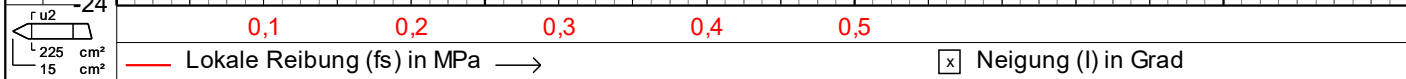
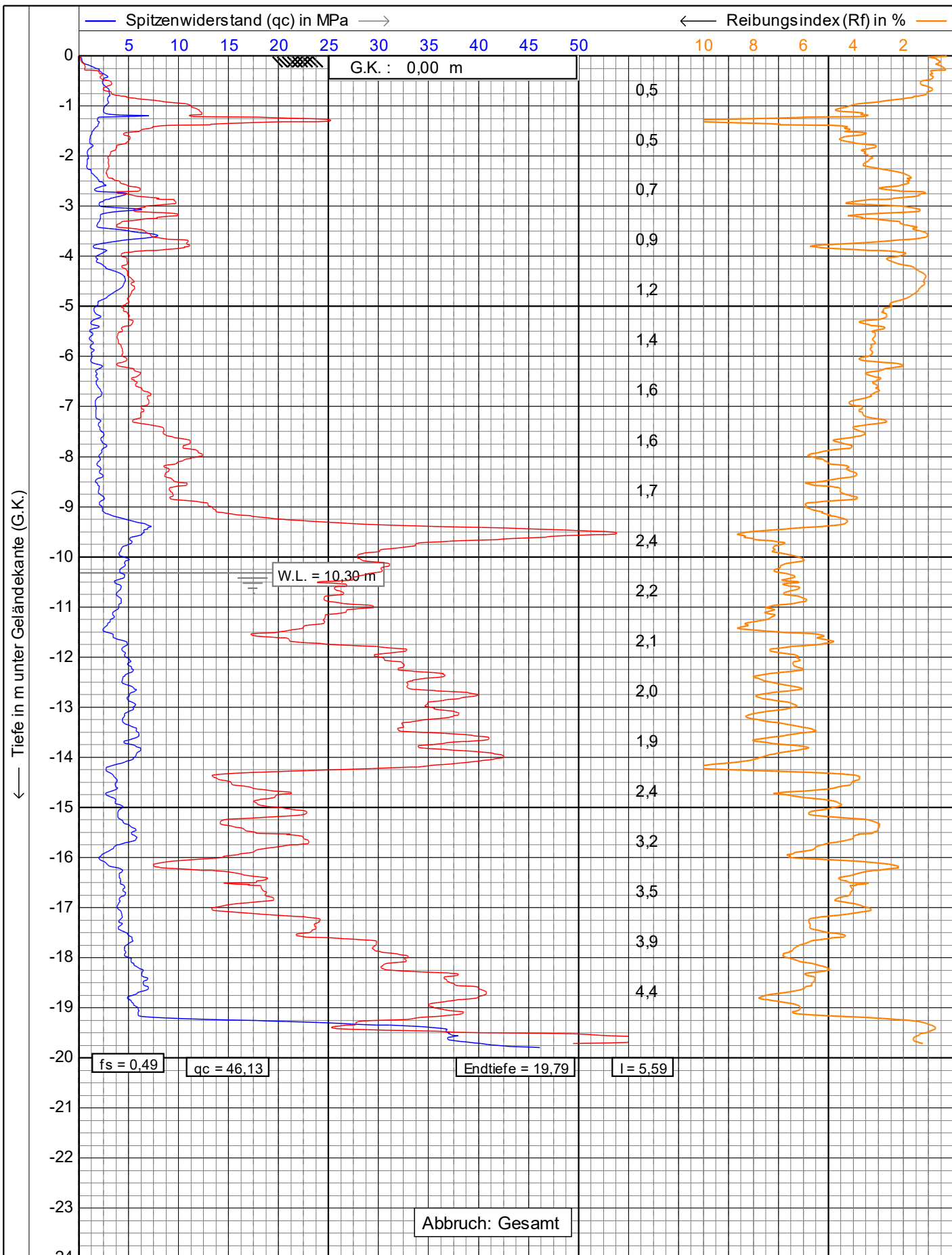
- 19F 110-kV-Mast
- - - Leitung
- Gefahrenbereich
- Bohrung, Tagesöffnung
- ◆ 20Fn Neuplanung Mast 20Fn
- ▼ DS 173 Drucksondierung
- RKS 173 Leichte Rammsondierung DPL

Bezugssysteme:
 Lage: Gauß-Krüger/Bessel RD 83
 Höhe: + m NHN (DHHN92, Amsterdamer Pegel)

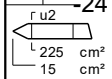
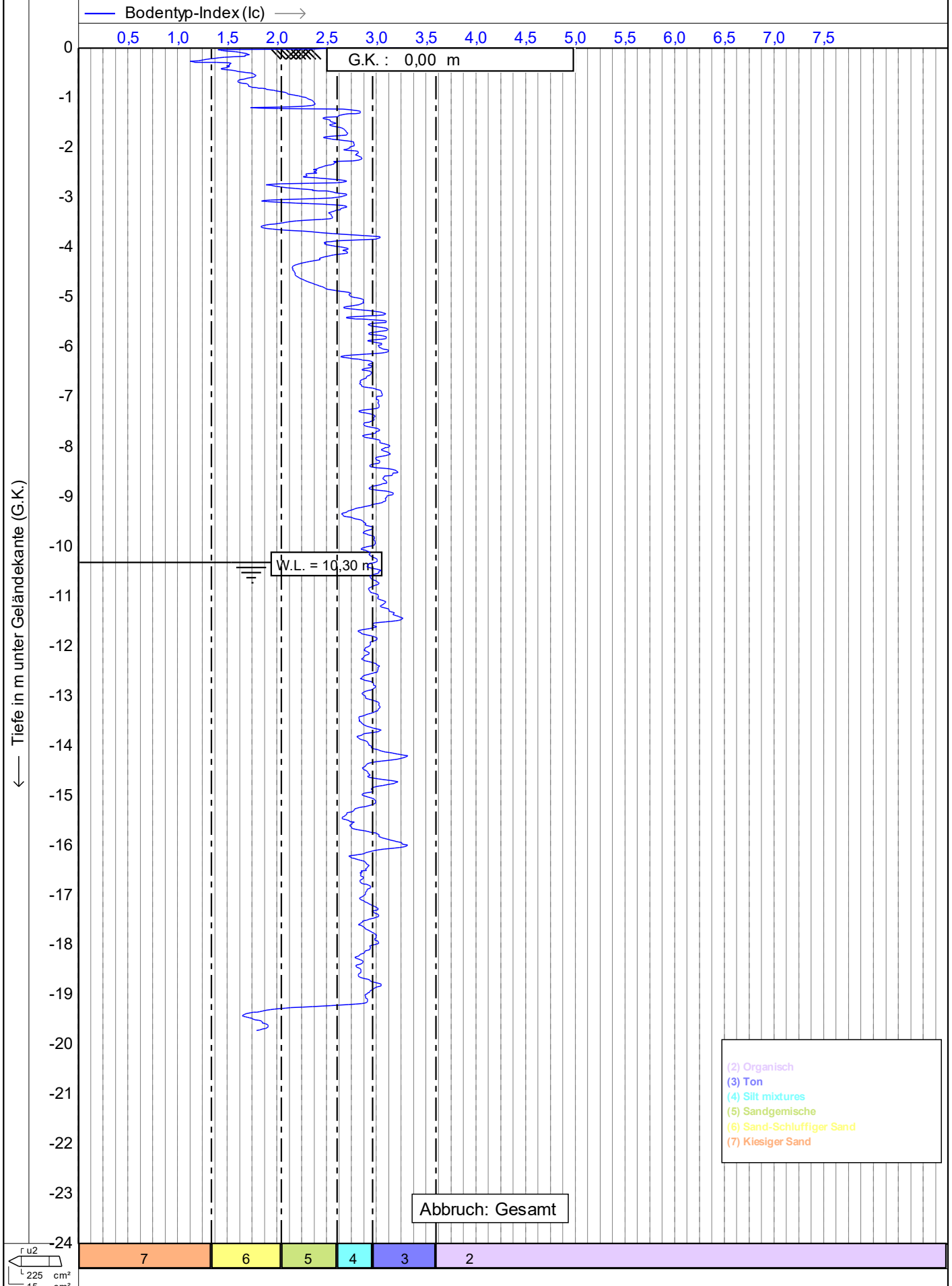
Kartengrundlage / Auszug aus:
 Grubenrisse

E.DIS Netz GmbH Langewahler Straße 60 15517 Fürstenwalde/Spree	
---	--

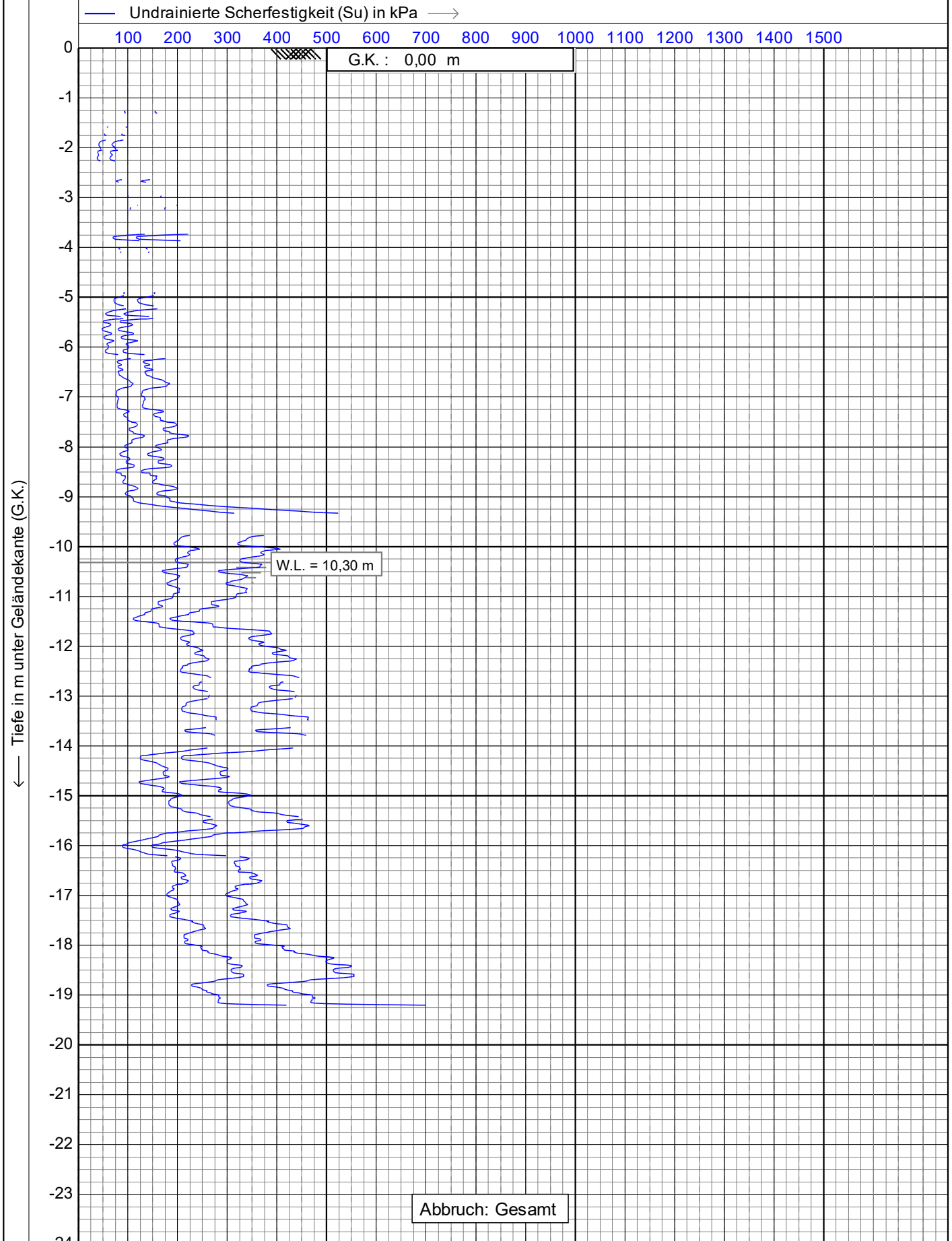
Geotechnische Stellungnahme			
Projekt: Neubau 110kV-Hochspannungsleitung Trasse Frankfurt (Oder) Nord-Wulkow, Gründung Mast 20 F			
Inhalt: Historische Bergbaupläne			
	Datum	Name	
bearbeitet	27.09.2023	Hoffmann	
gezeichnet	27.09.2023	Dorn	
geprüft	00.00.2023	Hoffmann	
Anlagen-Nr.: 3	Projekt-Nr.: CBG 22 0799	Maßstab (m, cm): 1 : 2 500	www.gub-ing.de Dateiname: AnL_03.dgn Format: 859 mm x 297 mm = 0,25 m²



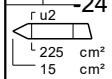
	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 07.11.2023
	Projekt : Frankfurt	Konus Nr. : S15CFIP.S22728
	Ort : Frankfurt (Oder)	Projekt Nr. : 20231004-10002
		CPT Nr. : M 20F
		1/5

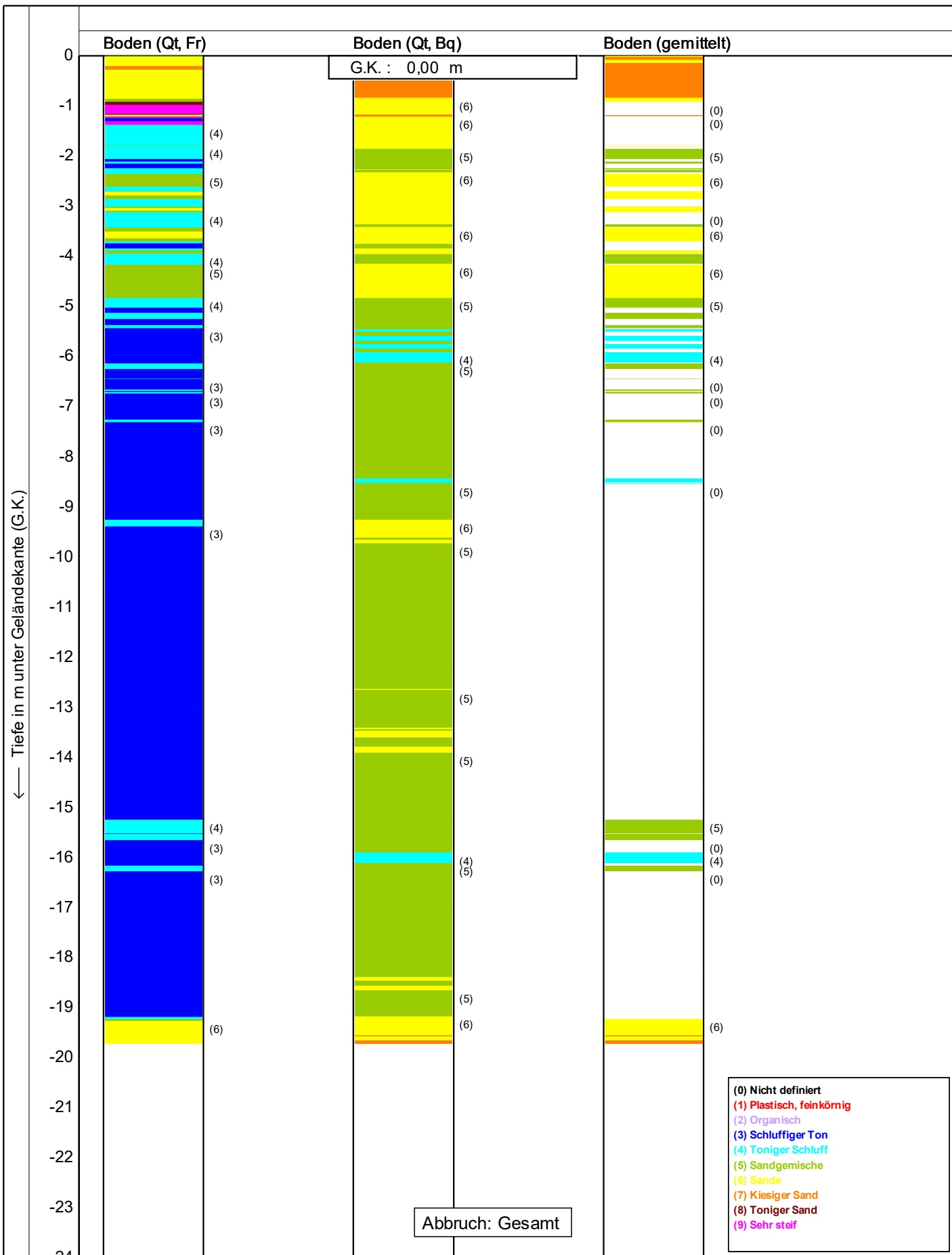


 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VHI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)		Datum : 07.11.2023	
	Projekt : Frankfurt		Konus Nr. : S15CFIIP.S22728	
	Ort : Frankfurt (Oder)		Projekt Nr. : 20231004-10002	
			CPT Nr. : M 20F	2/5



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



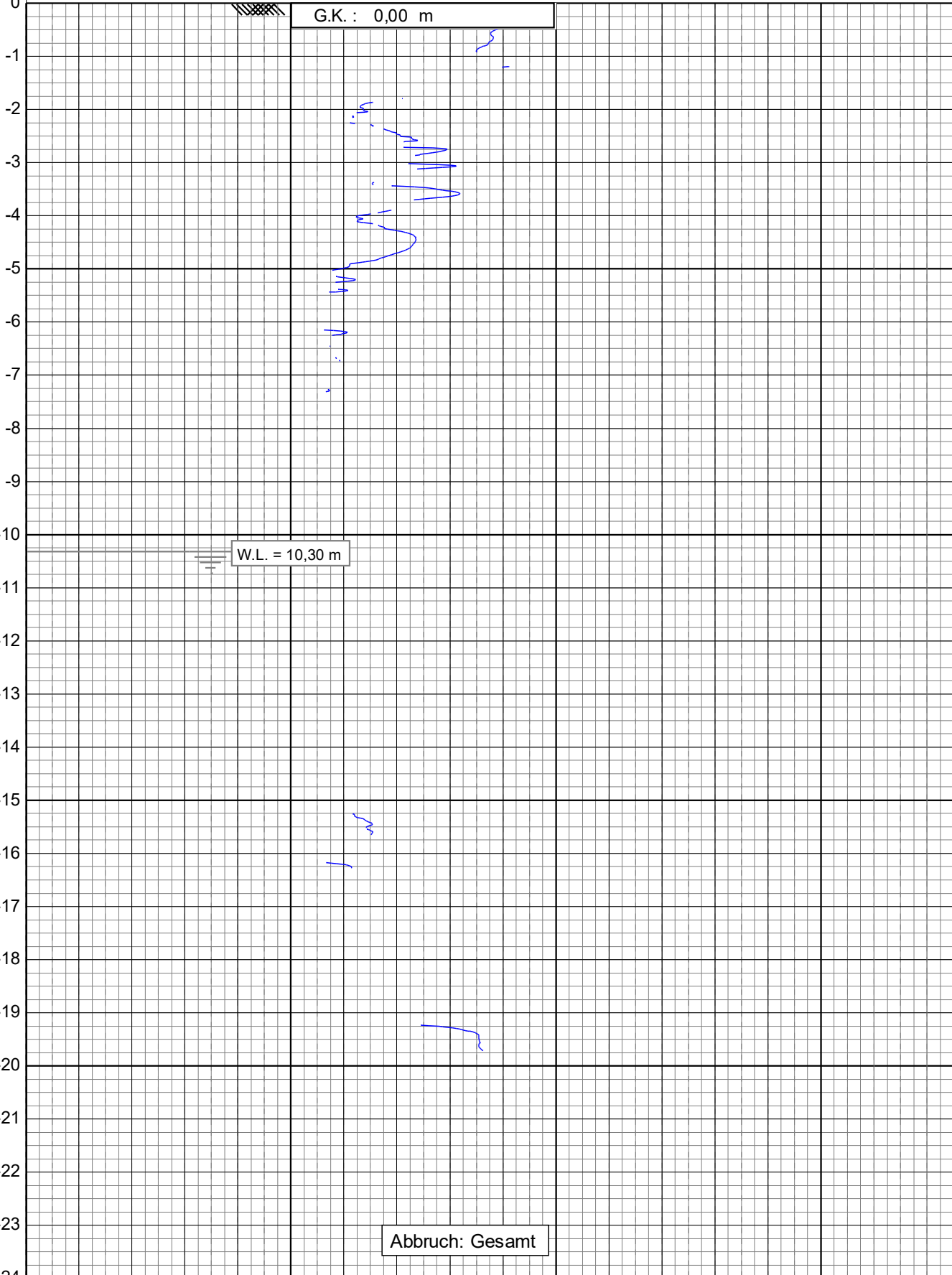


Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p style="font-size: 8px;">Beratende Ingenieure VHI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)	Datum : 07.11.2023
	Projekt : Frankfurt	Konus Nr. : S15CFIIP.S22728
	Ort : Frankfurt (Oder)	Projekt Nr. : 20231004-10002
		CPT Nr. : M 20F

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

$r u^2$
 $\frac{L}{15} \frac{225}{cm^2}$
 $\frac{L}{15} \frac{15}{cm^2}$



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)
 Projekt : **Frankfurt**
 Ort : **Frankfurt (Oder)**

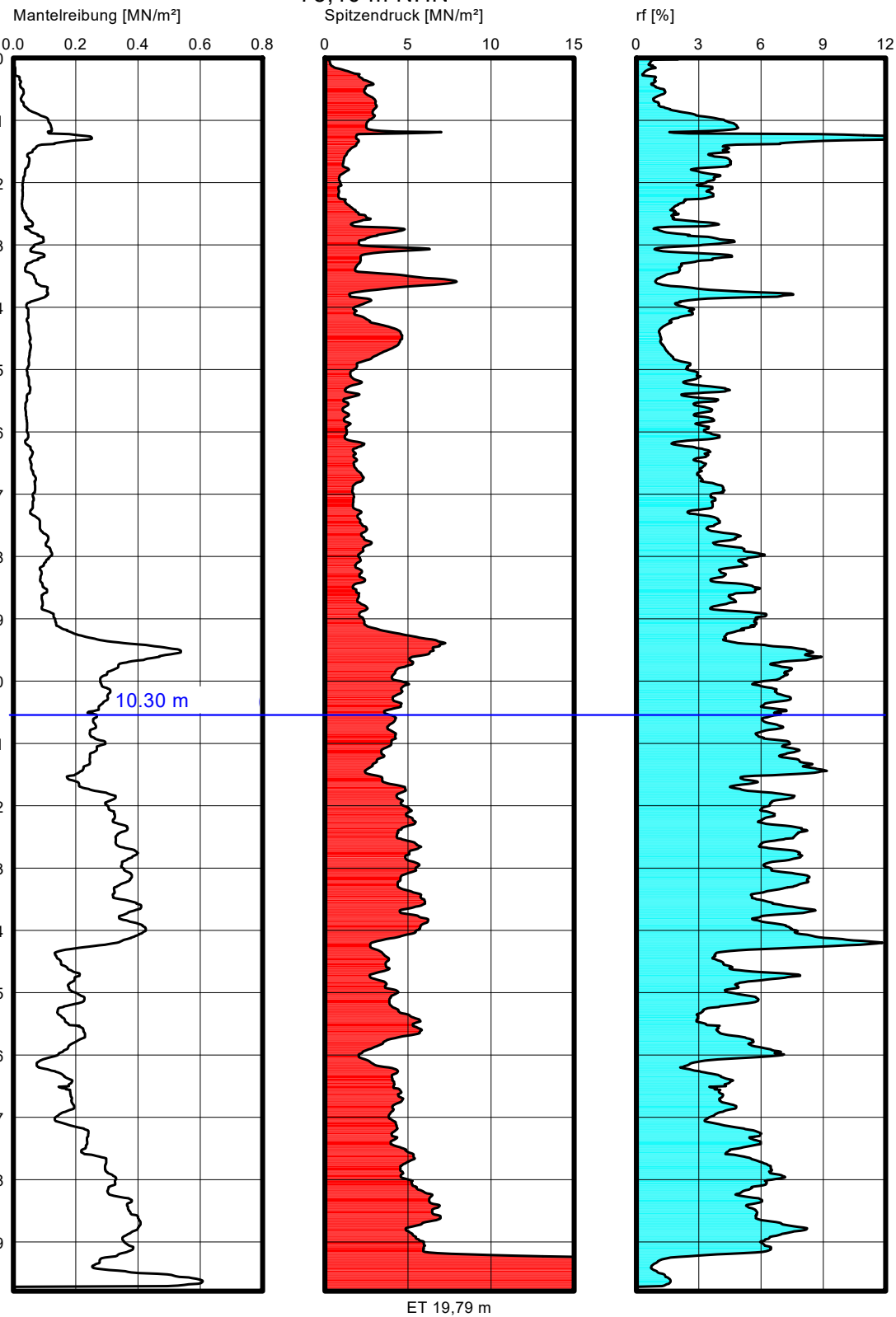
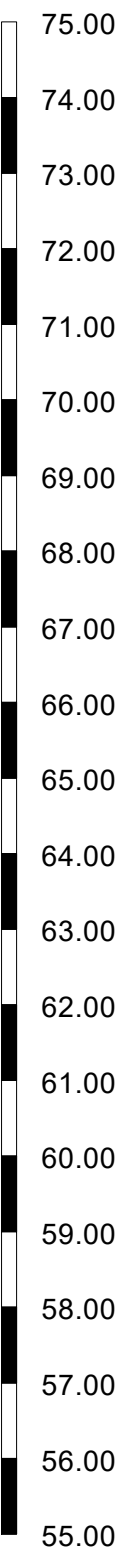
Datum : **07.11.2023**
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22728**
 Projekt Nr. : **20231004-10002**
 CPT Nr. : **M 20F** **5/5**

DS 1/23

HW: 463865.553 RW: 5801131.230

75,10 m NHN

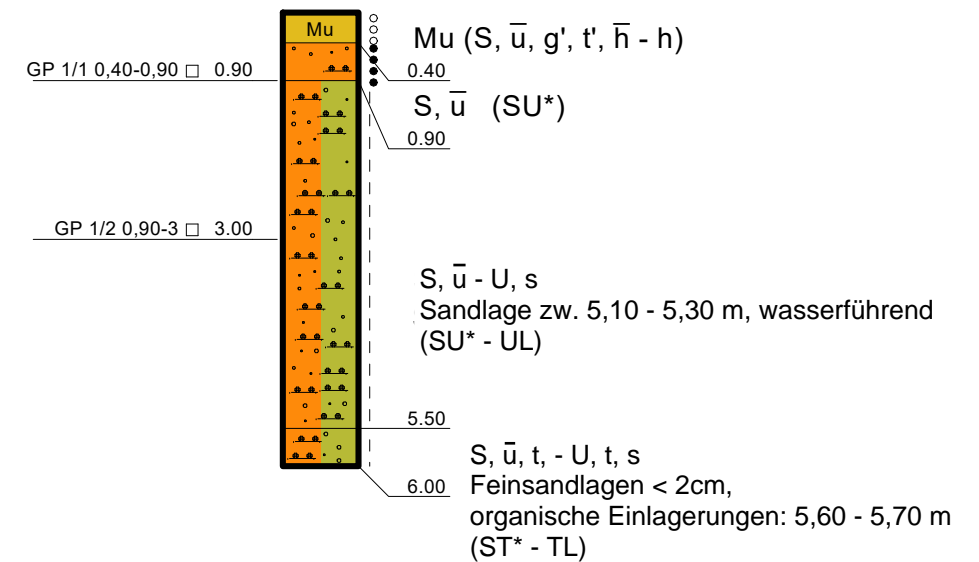
m NHN



KRB 1/23

HW: 463868.783 RW: 801117.449

74,86 m NHN



Legende

	steif		Schluff (U)
	locker		Sand (S)
	mitteldicht		Mutterboden (Mu)

G.U.B. Ingenieur AG
Niederlassung Cottbus
Straße der Jugend 33, 03050 Cottbus

110kV Hochspannungsleitung Trasse
15234 Frankfurt (Oder) Nord - Wulkow
Gründung Mast 20F

DS 1 und KRB 1

geotechnik heiligenstadt gmbh
Aegidienstraße 14
37308 Heilbad Heiligenstadt

Tel.: 03606/55400 Fax.: 03606/554040

Projekt-Nr.: 20231004-10003

Maßstab: 1:100

gez./geä.: 08./17.11.2023 cg/ms

gepr./freig.: we

Anlage 5.1



Schichtenverzeichnis

Blatt: 1/1
 Anlage:
 Bericht:
 Projekt-Nr:
 CBG 22 0799

G.U.B. Ingenieur AG
 Niederlassung Cottbus
 Straße der Jugend 33
 03050 Cottbus
 Tel: 0049 355 35 736 - 0
 Fax: 0049 355 35 736 - 29

Projekt: Geotechnische Stellungnahme **Lage:** RW: 801117,45
 Maststandort 20Fn, 110 kV-Leitung Frankfurt (Oder) **HW:** 463868,78
Bohrung: KRB 1/23 **Datum:** 07.11.2023 **GOK [m NHN]:** 74,86

1	2				3	4	5	6
bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart u. Beimengung				Bemerkungen	Probennahme		
	b) Ergänzende Bemerkung					Art	Nr.	Tiefe in [m]
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Wasserführung	Güte- klasse n.DIN 1997-2		Unter- kante
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bohrwerkzeuge			
	Kernverlust				Sonstiges			
0,40 74,46	a) S, u*, g', t', h-h*							
	b) kiesig = Quarz, Flint; Wurzelbahnen							
	c) locker	d) erdfeucht	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Quartär	h) OH	i)				
0,90 73,96	a) S, u					GP	1/1	0,40-0,90
	b) Quarz; teilweise Wurzelbahnen							
	c) locker	d) erdfeucht	e) bn-hbn					
	f) Schwemmfächerbild.	g) Tertiär	h) SU*	i)				
5,50 69,36	a) S, u* - U, s				Bohrloch bei 5,1 m zugefallen.	GP	1/2	0,90-3,00
	b) Sandlage zw. 5,10 - 5,30 m, wasserführend (Schichtenwasser)							
	c) weich-steif	d) erdfeucht	e) hbn					
	f) Oberbegl. 3 MFK	g) Tertiär	h) SU* ... UL	i)				
6,00 68,86 ET	a) S, u*, t - U, s, t				kein GW			
	b) Feinsandlagen < 2cm, organisch Lage 5,60 - 5,70m							
	c) weich-steif	d) erdfeucht	e) dbn-bn					
	f) Oberbegl. 3 MFK	g) Tertiär	h) ST* ... TL	i)				

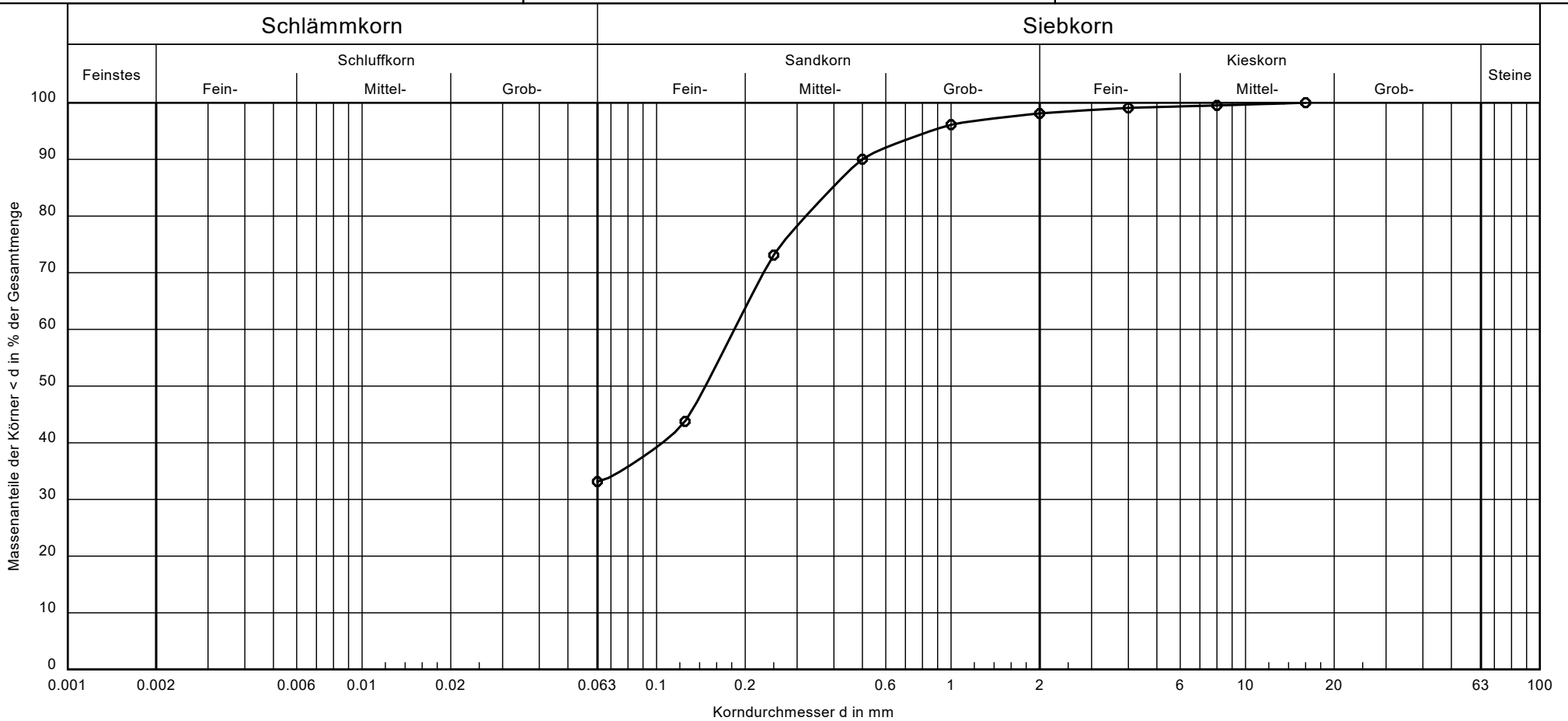
geotechnik heiligenstadt gmbh
 Aegidienstraße 14
 37308 Heilbad Heiligenstadt
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

Körnungslinie nach DIN EN 17892-4
Frankfurt Oder

Prüfungsnummer: GP 1/1
 Probe entnommen am: 07.11.2023
 Art der Entnahme: GP
 Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: sr / st

Datum: 17.11.2023



Bezeichnung:	GP 1/1	Bemerkungen:	Bericht: 20231004-10003 Anlage: <div style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">6.1</div>
Entnahmestelle:	KRB 1		
Tiefe u. GOK [m]:	0,40 - 0,90 m		
Bodenart (KGV):	S, \bar{u}		
T/U/S/G [%]:	- /33.1/65.0/1.9		
Bodengruppe:	SU*		

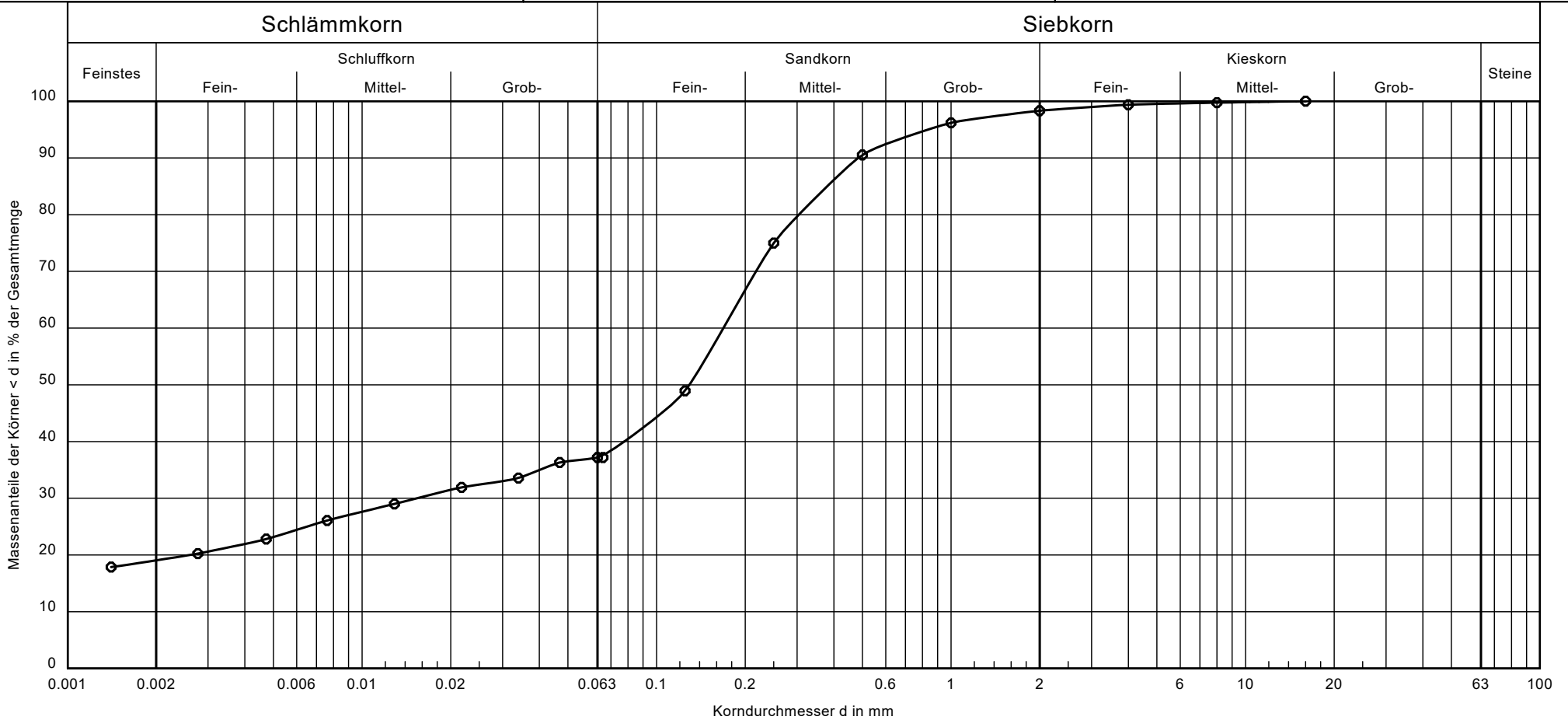
geotechnik heiligenstadt gmbh
 Aegidienstraße 14
 37308 Heilbad Heiligenstadt
 Tel.: 03606/55400 Fax: 03606/554040

Körnungslinie nach DIN EN 17892-4 Frankfurt Oder

Prüfungsnummer: GP 1/2
 Probe entnommen am: 07.11.2023
 Art der Entnahme: GP
 Arbeitsweise: Siebung / Sedimentation

Bearbeiter: sr / st

Datum: 17.11.2023



Bezeichnung:	GP 1/2	Bemerkungen:	Bericht: 20231004-10003 Anlage: <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">6.2</div>
Entnahmestelle:	KRB 1		
Tiefe u. GOK [m]:	0,90 - 3,00 m		
Bodenart (KGV):	S, t, u		
T/U/S/G [%]:	19.1/18.2/61.1/1.7		
Bodengruppe:	ST*		

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	16.5/9.0	32.0	0.0	0.00	5.0	Sand
	17.5/9.0	24.0	2.0	0.00	5.0	Schluff, weich - steif
	17.5/9.0	24.0	2.0	0.00	7.0	Schluff, weich - steif
	19.0/10.0	27.5	3.0	0.00	9.0	Schluff, weich - steif
	11.0/3.0	25.0	10.0	0.00	15.0	Braunkohle / -schluff
	19.0/10.0	27.5	3.0	0.00	15.0	Schluff, steif - halbfest
	19.0/10.0	32.5	0.0	0.00	150.0	Tertiärer Sand

Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Oberkante Gelände = 74.60 mNHN
 Gründungssohle = 74.60 mNHN
 Grundwasser = 65.80 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen

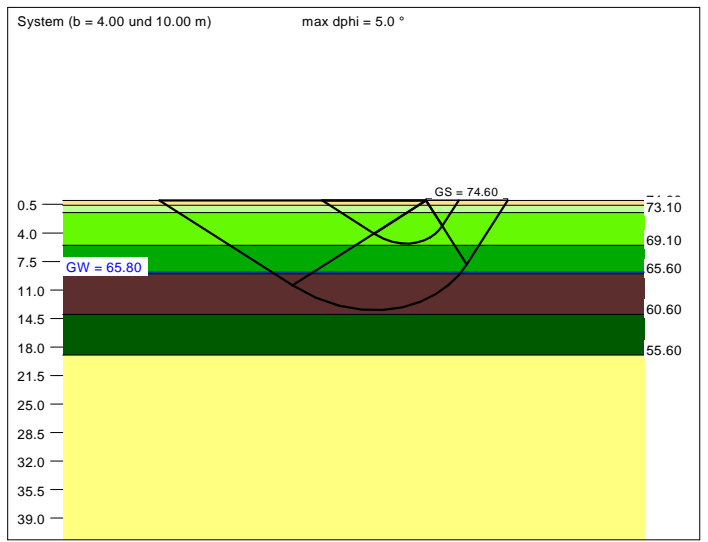
CBG 22 0799 - 110-kV-Ltg. bei Frankfurt (O)

Stellungnahme Altbergbauegebiet

Anlage:
7

Bemessungswert
des Sohlwiderstandes
ohne Baugrundverbesserung

Niederlassung
Cottbus



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
4.00	4.00	182.2	2915.8	127.9	4.95	24.5 *	1.82	17.33	0.00	5.68	5.30
4.50	4.50	213.3	4320.3	149.7	6.41	24.7 *	2.08	17.39	0.00	6.47	6.01
5.00	5.00	241.7	6041.3	169.6	7.92	24.9 *	2.20	17.48	0.00	7.22	6.72
5.50	5.50	268.2	8114.6	188.2	9.51	25.0 *	2.29	17.57	0.00	7.95	7.41
6.00	6.00	295.0	10620.5	207.0	11.23	25.1 *	2.35	17.66	0.00	8.69	8.11
6.50	6.50	322.1	13609.7	226.1	13.11	25.2 *	2.41	17.74	0.00	9.75	8.80
7.00	7.00	358.7	17577.0	251.7	15.53	25.0 *	3.66	17.57	0.00	11.14	9.44
7.50	7.50	385.9	21709.0	270.8	17.65	25.0 *	4.36	17.18	0.00	12.37	10.11
8.00	8.00	406.6	26022.3	285.3	19.53	25.0 *	4.81	16.73	0.00	13.49	10.78
8.50	8.50	424.3	30657.4	297.8	21.30	25.0 *	5.18	16.27	0.00	14.43	11.45
9.00	9.00	439.7	35613.3	308.5	22.96	25.0 *	5.47	15.81	0.00	15.21	12.12
9.50	9.50	453.5	40927.8	318.2	24.57	25.0 *	5.72	15.37	0.00	15.96	12.79
10.00	10.00	466.1	46612.6	327.1	26.15	25.0 *	5.95	14.95	0.00	16.69	13.46

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

