

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau

Cloppenburger Straße 4a
26135 Oldenburg

Tel. 0441 - 999 051 -10

Fax 0441 - 999 051 -59

info@baugrund-ol.de

www.gruppe-ingenieurbau.de

Gerichtsstand Oldenburg

RG Oldenburg, HRB 201602

Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Otfried Beilke

Dipl.-Ing. Ralf Schmitz

USt-IdNr. DE255308841

Projekt: Erschließung B-Plan Nr. 202 „Südlich Wigboldstraße“
99. Änd. Flächennutzungsplan in Norden

Art: Geotechnisches Gutachten

Auftraggeber: Ingenieurbüro Linnemann
Dr.-Munderloh-Straße 7
27798 Hude-Wüstring

Projektnummer: 20.194.21

Datum: 08.07.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Aufgabenstellung	3
2	Bearbeitungsunterlagen	3
3	Beschreibung der geplanten Baumaßnahme	3
4	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	4
4.1	Lokaler Baugrundaufbau (aus Unterlage U1).....	4
4.2	Rammsondierungen (aus Unterlage U1).....	5
4.3	Grundwasser (aus Unterlage U1).....	5
4.4	Vereinfachter Baugrundaufbau (aus Unterlage U1)	6
5	Feldflügelsondierungen.....	6
6	Ergebnisse der Laboruntersuchungen	7
6.1	Konsistenzgrenzen.....	7
6.2	Wassergehalt und Glühverlust	8
6.3	Korngrößenverteilung.....	8
7	Bautechnische Beschreibung der Bodenschichten	9
7.1	Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche	9
7.1.1	Ergänzende Angaben zur Wiederverwendung von Aushubböden	10
7.1.2	Ergänzende Hinweise zur bautechnischen Eignung	11
8	Bodenmechanische Kennwerte.....	11
9	Folgerungen für die Errichtung der Erschließungsstraßen	12
9.1	Allgemeines.....	12
9.2	Frostempfindlichkeit	12
9.3	Tragfähigkeit und erforderliche Maßnahmen	13
9.4	Hinweise zur Entwässerung der Verkehrsflächen	15
9.5	Ergänzende Hinweise zum Erdbau	16
10	Gründung von Rohrleitungen	16
11	Allgemeine Hinweise zur Gründung von Wohngebäuden	18
12	Sonstige Hinweise und Empfehlungen.....	18

Anlagenverzeichnis

Anl. A	Geotechnischer Bericht zu den Baugrunderkundungen (Ingenieurbüro Linnemann)
Anl. B	Ergebnisse der Laboranalysen und Feldflügelsondierungen (Schmitz + Beilke Ingen.)
Anl. C	Kennwerte für Homogenbereiche (Schmitz + Beilke Ingenieure)

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Das Immobilienbüro Claashen Verwaltung und die Erbgemeinschaft Ennen planen die Erschließung des Wohngebietes „Südlich Wigboldstraße“ in Norden. Wir wurden vom Ingenieurbüro Linnemann, Hude-Wüstring, beauftragt, auf Grundlage eines bauseitigen Ergebnisberichtes zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen ein Geotechnisches Gutachten für die geplanten Erschließungsmaßnahmen zu erstellen.

2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung dieses Geotechnischen Gutachtens haben neben allgemeinen Unterlagen wie Normen, Merkblättern und Richtlinien folgende Unterlagen zur Verfügung gestanden:

- U1 Geotechnischer Bericht zu den Baugrunderkundungen (inkl. Anlagen 1 bis 6); Datum: 19.05.2020; erstellt: Ingenieurbüro Linnemann, Hude-Wüstring
- U2 Lageplan - Erschließung (Blatt 1 und 2); Maßstab M 1 :500 Datum: 11.02.2020; erstellt: Lindschulte Ingenieurgesellschaft mbH, Nordhorn

Mit Ausnahme der o. a. Unterlagen liegen uns für die Bearbeitung derzeit keine weiteren Unterlagen (Aufbauquerschnitt, etc.) vor.

3 Beschreibung der geplanten Baumaßnahme

Nach den vorliegenden Informationen weist die Fläche des neuen Baugebietes einen rechteckförmigen Grundriss bei maximalen Außenabmessungen von etwa $a \times b = 500 \text{ m} \times 300 \text{ m}$ auf. Für die Erschließung des neuen Wohngebietes sind diverse, etwa 7 m breite Hauptverkehrswege geplant. Zudem sollen mehrere Stichwege in einer Breite von rd. 5 m errichtet werden.

Im Bereich der neuen Erschließungsstraßen sollen neben einer Schmutzwasserleitung (SW-Kanal) auch eine Regenwasserleitung (RW-Kanal) verlegt werden. Der Nenndurchmesser des SW-Kanals ist mit DN 200 und der Nenndurchmesser des RW-Kanals ist mit DN 300 bis DN 500 angegeben. Die Leitungslängen entsprechen hierbei ungefähr den Straßenlängen. Die Einbindetiefe der Rohrleitungen liegt zwischen etwa $\text{NHN} - 0,8 \text{ m}$ und $\text{NHN} - 2,6 \text{ m}$ für den SW-Kanal und zwischen rd. $\text{NHN} - 0,1 \text{ m}$ und $\text{NHN} - 0,8 \text{ m}$ für den RW-Kanal.

Das derzeit vorhandene Gelände weist im Bereich der geplanten Erschließungsstraße Höhen zwischen etwa $\text{NHN} + 0,6 \text{ m}$ und $\text{NHN} + 1,2 \text{ m}$ auf. Die Geländehöhe (bezogen auf OK Schachtdeckel der neu zu verlegenden Leitungen) soll nach Abschluss der Erschließungsarbeiten in etwa bei $\text{NHN} + 0,7 \text{ m}$ bis $\text{NHN} + 1,3 \text{ m}$ liegen. Dementsprechend befinden sich die derzeitige und die geplante Geländeoberkante annähernd auf dem gleichen Niveau.

4 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Art und Umfang der durchgeführten Baugrunderkundungen sowie die Untersuchungsergebnisse der Kleinbohrungen und Rammsondierungen sind bereits ausführlich im Geotechnischen Bericht zu den Baugrunderkundungen des Ingenieurbüros Linnemann (vgl. Unterlage U1) beschrieben. Zur besseren Übersicht werden diese Ergebnisse auszugsweise noch einmal nachfolgend kurz wiederholt und ggf. um zusätzliche Anmerkungen ergänzt.

4.1 Lokaler Baugrundaufbau (aus Unterlage U1)

Gemäß Unterlage U1 wurden im Bereich des geplanten Bauvorhabens folgende Baugrundverhältnisse angetroffen:

„Die Ergebnisse aus den Erkundungsarbeiten aus dem Jahr 2017 und 2020 zeigen eine weitestgehend ähnliche Abfolge des Bodenaufbaus. Im Folgenden werden jedoch ausschließlich die aktuellen Ergebnisse aus dem Jahr 2020 beschrieben, da diese Bodenproben zusätzlich vom geotechnischen Büro Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH gesichtet und bewertet und zudem bodenmechanische Untersuchungen vorgenommen wurden. Hierdurch war eine genauere Beschreibung des Bodenaufbaus möglich.

Als oberste Einheit wurde eine 0,9 m bis 1,5 m mächtige Ton-Schluffschicht mit schwach bis stark feinsandigen und schwach humosen Anteilen aufgeschlossen. Die Konsistenz der oberen Tonschicht (bis etwa 0,5 m u. GOK) wurde als halbfest und der darunter liegende Ton/Schluff als vornehmlich steif beschrieben.

Unterhalb der Ton-/Schluffschicht folgte in den Bohrungen KB 1 bis KB 3 eine zum Teil schwach feinsandige Torfschicht, die zwischen 0,1 m und 1,5 m mächtig ist. In der KB 4 ist noch eine rund 0,3 mächtige Schicht aus einem schwach mittelsandigen Feinsand zwischen gelagert. Es folgt eine Schicht aus Torf zwischen 1,2 m und 1,5 m u. GOK. In der KB 5 wurde keine Torfschicht erkundet. Der Zersetzungsgrad des Torfes reichte von schwach zersetzt bis zersetzt.

Darunter folgte in allen Bohrungen eine Schicht aus Fein-/Mittelsanden bis zur Endtiefe von 4,0 m bzw. 6,0 m. Innerhalb dieser Schicht können Wechsellagerungen aus tonigem, schluffigem und zum Teil organischem Material eingeschaltet sein. Die Konsistenz in diesen bindigen Schichten (Schluff, Ton) reicht von weich bis halbfest.

Die Bodenfeuchte nimmt mit zunehmender Tiefe von schwach feucht bis nass zu.“

Aufgrund der Küstennähe und den vereinzelt angetroffenen Muschelresten dürfte es sich bei den oberen Schichten aus humos durchsetzten Tonen und Schluffen um marine (holozäne) Ablagerungen aus Klei und/oder Mischwatt handeln.

4.2 Rammsondierungen (aus Unterlage U1)

Gemäß Unterlage U1 wurden im Bereich des geplanten Bauvorhabens folgende Lagerungsdichten ermittelt:

„Insgesamt konnten Schlagzahlen zwischen 1 und 23 pro 10 cm festgestellt werden. Der Oberboden Ton/Schluff (Klei) bis etwa 1,5 m u GOK weist Schlagzahlen zwischen 1 und 2 auf und wird als sehr locker gelagert eingestuft. Der Torf mit zum Teil Sandeinlagerungen bis etwa 2,4 m u GOK wird bei ermittelten Schlagzahlen zwischen 1 und 4 als locker bis sehr locker eingestuft. Innerhalb der Wechsellagerungen (Sand/Weichschichten) bis etwa 5,0 m u GOK konnten Schlagzahlen zwischen 4 und 7 nachgewiesen werden. Dieses Bodenmaterial wird als locker bis mitteldicht gelagert bewertet. Die höchsten Schlagzahlen konnten im Feins-/Mittelsand zwischen etwa 4,5 m und 6,0 m u GOK ermittelt werden (9 bis 23). Aus den Schlagzahlen kann abgeleitet werden, dass diese Bodenschicht dicht bis sehr dicht gelagert ist.“

Es ist ergänzend anzumerken, dass die bindigen Schichten aus Ton und Schluff und der Torf eigentlich keine Lagerungsdichten besitzen. Gleichwohl weisen die geringen Schlagzahlen auf die vergleichsweise geringe Tragfähigkeit dieser Böden hin.

4.3 Grundwasser (aus Unterlage U1)

Gemäß Unterlage U1 wurden im Bereich des geplanten Bauvorhabens folgende Grundwasserverhältnisse angetroffen:

„Am 28.04.2020 wurden durch Mitarbeiter des Ingenieurbüro Linnemann in der BS 8 / GWM 1 (aus dem Jahr 2017) mittels Lichtlot ein Grundwasserstand bei etwa -1,0 m NHN bzw. etwa 1,6 m u. GOK ermittelt. Aufgrund der bindigen Substrate und des Torfs im Untergrund handelt es sich hierbei um Stauwasser.“

In und nach niederschlagsreichen Perioden muss mit einem Anstieg der Wasserstände gerechnet werden. Das Maß dieses Anstiegs ist im Wesentlichen von den lokalen hydrogeologischen und hydrologischen Randbedingungen abhängig und lässt sich anhand der stichprobenartigen Wasserstandsmessungen in der temporären Grundwassermessstelle nicht abschließend beurteilen. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass sich das Wasser in niederschlagsreichen Zeiten aufstaut.

Auf Basis der vorhandenen Erkenntnisse werden die Lastfälle und die Wahrscheinlichkeiten hinsichtlich auftretenden Stauwassers folgendermaßen abgeschätzt:

- Bemessungswasserstand bei GOK (des umgebenden Geländeniveaus): vorübergehender Lastfall, mittlere bis hohe Eintrittswahrscheinlichkeit im Jahresverlauf
- Bemessungswasserstand bei 0,5 m unter GOK (des umgebenden Geländeniveaus): ständiger Lastfall, sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit im Jahresverlauf

Anhand zusätzlicher Erkenntnisse (z. B. gesicherte, langfristige Wasserstandsmessungen in benachbarten Brunnen) können die genannten Bemessungswasserstände möglicherweise angepasst werden.

Hinsichtlich der erforderlichen Erd- und Gründungsarbeiten wird darauf hingewiesen, dass das Grundwasser unterhalb der Weichschichten aus Klei und Torf gespannt anstehen kann.

Eine Untersuchung des Grundwassers hinsichtlich des Betonangriffsgrades und der Stahlkorrosivität liegt nicht vor.

4.4 Vereinfachter Baugrunderaufbau (aus Unterlage U1)

Anhand der durchgeführten Baugrunderkundungen wurde gemäß Unterlage U1 ein vereinfachter Baugrunderaufbau angegeben (Tabelle 1). Anhand der Rammsondiererergebnisse wurde durch unser Büro eine Ergänzung dieses vereinfachten Baugrunderaufbaus vorgenommen (vgl. *kursive* Darstellung).

Tabelle 1 vereinfachter Baugrunderaufbau gemäß Unterlage U1, *durch SBI ergänzt*

bis Tiefe unter GOK	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte	Bemerkung
0,9 / 1,5 m	<i>Klei / Mischwatt:</i> schwach humoser, schwach feinsandiger Ton/Schluff	steif bis halbfest	- z.T. auch steife oder halbfeste Konsistenz - schwach feucht bis sehr feucht
1,5 / 2,7 m	<i>Torf:</i> schwach feinsandiger Torf	-	- bei KRB 5 bis in eine Tiefenlage von 2,4 m <i>humose Sande</i> - in KRB 4 Feinsand-Einschaltung zwischen Ton- und Torfhorizont - in KRB 5 fehlt die Torfschicht - schwach zersetzt bis zersetzt - feucht bis nass
6,0 m	<i>Sande und (sandige/ humose) Schluffe/Tone:</i> Fein-/Mittelsand	<i>Sande:</i> locker bis mitteldicht / <i>Schluffe/Tone:</i> weich bis steif	- <i>Sande z.T. auch dicht gelagert</i> - <i>Schluffe/Tone z.T. auch steife oder steif bis halbfeste Konsistenz</i> - lagenweise Einschaltungen von Weichschichten (Ton, Schluff, Organik) - sehr feucht bis nass

5 Feldflügelsondierungen

Zur Bestimmung der undränierten Scherparameter wurden gemäß Unterlage U1 vor Ort innerhalb der Bohrlöcher der Kleinbohrungen acht Flügelsherversuche gemäß DIN 4094-4 mit der Feldflügelsonde durchgeführt. Die reinen Messergebnisse der Unterlage U1 wurden durch unser Büro auf der Grundlage der Feldversuche weiter ausgewertet und auf Basis einer Zustandsgrenzenbestimmung korrigiert. Die Ergebnisse der Auswertungen können dem Anlagen-

teil B2 entnommen werden. Eine Übersicht ist zudem in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 Ergebnisse der Feldflügelsondierungen

Ansatzpunkt	Tiefe u. GOK	Bodenart	Zugeordnete Konsistenz	Scherfestigkeit c_u in [kN/m ²]	Restscherfestigkeit $c_{u,Res}$ in [kN/m ²]
KRB 1	0,9 m	Klei / Mischwatt	steif	50,2	14,2
	1,5 m	Torf	-	62,2	19,7
KRB 2	1,1 m	Klei / Mischwatt	steif	61,2	15,3
KRB 3	0,9 m	Klei / Mischwatt	steif	72,1	17,5
KRB 4	0,7 m	Klei / Mischwatt	steif bis halbfest	68,8	28,4
	2,7 m	sandiger Schluff	weich bis steif	69,9	17,5
KRB 5	0,9 m	Klei / Mischwatt	weich	61,2	19,7

Die gemessenen undränierten Scherfestigkeiten liegen für einen Klei bzw. einen Mischwatt und den sandigen Schluff innerhalb der üblichen Bandbreite. Im Rahmen üblicher Bandbreiten sind die Scherwerte des Kleibodens bzw. des Mischwatts eher im oberen Bereich anzusiedeln. Hinsichtlich des Torfes sind die ermittelten Scherfestigkeiten lediglich als Anhaltswerte zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß wird der Versuch stark durch die Bodenbeschaffenheit des Torfes (unzersetzte Holz-, Wurzel- und Pflanzenreste beeinflusst).

6 Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen wurden durch das Ingenieurbüro Linnemann insgesamt 37 gestörte Bodenproben entnommen und in unserem Labor vom Gutachter visuell begutachtet. Anhand der Bodenansprache wurde die bautechnische Klassifizierung stichprobenhaft im bodenmechanischen Labor überprüft und bei der Erstellung der Bohrprofile berücksichtigt.

6.1 Konsistenzgrenzen

An zwei exemplarischen Bodenproben wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt (vgl. Anlagen- teil B1). Die Ergebnisse wurden in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3 Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	Wassergehalt			Plastizitätszahl I_p in %	Konsistenzzahl I_c in 1
			w_n in %	w_l in %	w_p in %		
KRB 2 / 2	0,6 bis 1,5 m	Klei / Mischwatt	26,9	38,8	19,2	18,8	(0,59)
KRB 4 / 2	0,5 bis 0,8 m	Klei / Mischwatt	30,8	47,8	22,11	25,7	(0,66)

Bei der Bestimmung der Zustandsgrenzen ergab sich aufgrund der ermittelten Konsistenzzahl für beide Proben eine *weiche* Konsistenz. Gemäß Handansprache ist bei der untersuchten Probe KRB 2 / 2 jedoch von einer *steifen* und bei der Probe KRB 4 / 2 von einer *steif bis*

halbfesten Zustandsform auszugehen. Erfahrungsgemäß ist dieser Unterschied auf die organischen Bestandteile zurückzuführen, die einen starken Einfluss auf die Plastizität haben. Die endgültige Zuordnung der Konsistenzen erfolgte daher unter Berücksichtigung der gemessenen Wassergehalte und Glühverluste (Tabelle 4) sowie einer erneuten visuellen Begutachtung der Bodenproben im Labor.

6.2 Wassergehalt und Glühverlust

An ausgewählten Proben wurden der Wassergehalt und der Glühverlust bestimmt. Die im Labor ermittelten Werte sind in der Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4 Ergebnisse der Wassergehalts- und Glühverlustanalysen

Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	Zugeordnete Konsistenz	Wassergehalt w in %	Glühverlust v _{GI} in %
KRB 1 / 2	0,5 bis 1,2 m	Klei / Mischwatt	steif	46,8	-
KRB 1 / 3	1,2 bis 2,0 m	Torf	-	442,2	69,7
KRB 1 / 4	2,0 bis 2,7 m	Torf	-	362,7	67,5
KRB 1 / 5	2,7 bis 4,0 m	Sand	-	18,5	-
KRB 1 / 6	4,0 bis 5,0 m	Sand	-	18,5	-
KRB 1 / 7	5,0 bis 6,0 m	sandiger Schluff	weich bis steif	31,7	-
KRB 2 / 5	2,9 bis 3,2 m	sandiger Schluff	weich bis steif	34,3	5,4
KRB 2 / 6	3,2 bis 4,0 m	Sand	-	28,0	5,1
KRB 3 / 3	1,4 bis 1,6 m	Torf	-	125,2	35,4
KRB 3 / 5	2,0 bis 3,0 m	Sand	-	19,0	-
KRB 4 / 1	0,0 bis 0,5 m	Klei / Mischwatt	halbfest	21,0	-
KRB 4 / 2	0,5 bis 0,8 m	Klei / Mischwatt	steif bis halbfest	30,8	-
KRB 4 / 4	1,2 bis 1,5 m	Torf	-	201,8	43,7
KRB 4 / 7	2,6 bis 3,0 m	sandiger Schluff	weich bis steif	22,9	-
KRB 5 / 2	0,5 bis 1,1 m	sandiger Schluff	weich	22,9	-
KRB 5 / 3	1,1 bis 1,6 m	humoser Sand	-	45,1	11,9
KRB 5 / 4	1,6 bis 2,4 m	humoser Sand	-	40,3	10,2
KRB 5 / 5	2,4 bis 3,0 m	sandiger Ton	steif bis halbfest	20,9	-
KRB 5 / 7	1,6 bis 2,4 m	Sand	-	20,2	-

6.3 Korngrößenverteilung

An einzelnen Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung mit Hilfe von Nasssiebungen und von Schlämmanalysen bestimmt (Anlage B3). Die Ergebnisse der ermittelten Korngrößenverteilungen sind in der Tabelle 5 enthalten.

Tabelle 5 Ergebnisse der Sieb- und Schlämmanalysen

Ansatzpunkt / Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	Feinkornanteil (< 0,063 mm)	Bodengruppe	Durchlässigkeit (nach Hazen)
KRB 1 / 5	2,7 bis 4,0 m	mS, fs*, u'	10,6 %	SU	-
KRB 1 / 6	4,0 bis 5,0 m	mS, fs	4,0 %	SE	1,3 x 10 ⁻⁴ m/s
KRB 1 / 7	5,0 bis 6,0 m	U, fs*, t', ms'	56,7 %	UL / TA	1,6 x 10 ⁻⁷ m/s *)
KRB 3 / 5	2,0 bis 3,0 m	fS, u*, ms	30,0 %	SU*	-
KRB 5 / 2	0,5 bis 1,1 m	U, fs*, t'	64,2 %	UL / TA	-
*) Liegt außerhalb des Gültigkeitsbereiches nach HAZEN (d ₁₀ ≥ 0,06 mm)!					

7 Bautechnische Beschreibung der Bodenschichten

7.1 Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche

Die Zuordnung der Baugrundsichten zu Homogenbereichen wurde in Anlehnung an das BAW-Merkblatt zur „Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH), 2017“ vorgenommen.

Eine mögliche Schadstoffbelastung der angetroffenen Böden wurde bei der Einteilung nicht berücksichtigt, da lediglich eine orientierende Altlastenuntersuchung im Sinne einer Ersteinschätzung (für die oberen Bodenschichten bis maximal 2 m Tiefe) durchgeführt wurde. Die Ergebnisse dieser Ersteinschätzung sind dem Bericht des Büros Linnemann zu entnehmen (vgl. Unterlage U1). Demnach wurden im Bereich der Auffüllungen erhöhte TOC-Gehalte sowie lokal auch erhöhte Sulfatanteile festgestellt. Da diese Anteile geogen bedingt sind bzw. auf die vorhandenen, organischen Beimengungen zurückgeführt werden können, ist das untersuchte Bodenmaterial in die Einbauklasse Z0 einzustufen.

Die Zusammenfassung der erkundeten Baugrundsichten zu Homogenbereichen (in Abhängigkeit von den ausführenden Gewerken) ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6 Zusammenfassung der Bodenschichten zu Homogenbereichen (Voreinstufung)

Bodenschicht	Konsistenz / Lagerungsdichte	Erdarbeiten DIN 18300		Bohrarbeiten DIN 18304	Rammarbeiten DIN 18304
		- Lösen -	- Einbauen -		
Klei / Mischwatt	steif / steif bis halbfest / halbfest	Lös-1	Ein-1	Bohr-1	Ramm-1
Torf	-		Ein-2		
humose Sande	locker		Ein-3		
Sande	locker / mitteldicht		Ein-4	Bohr-2	Ramm-2
(sandige/humose) Schluffe/Tone	weich bis steif / steif / steif bis halbfest		Ein-5		

Die nach VOB/C anzugebenden Kennwerte für die Homogenbereiche sind in der Anlage C aufgeführt. Sofern ein Homogenbereich durch mehrere Baugrundsichten gebildet wird, ergibt sich die Bandbreite der Kennwerte aus der rechnerischen Vereinigungsmenge der einzelnen Bodenschichten.

Die in der Tabelle 6 vorgenommene Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche berücksichtigt den zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorliegenden Planungsstand und ist demnach als Voreinstufung zu verstehen. In Abhängigkeit von der weiteren Planung sind die angegebenen Homogenbereiche durch den Bauherrn und den Planer unter Berücksichtigung der projektspezifischen Randbedingungen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zu überprüfen. Sofern eine Anpassung im Zuge der weiteren Planung erforderlich wird, ist diese mit unserem Büro abzustimmen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den Kennwerten für die Homogenbereiche (Anlage C) nicht um charakteristische Bodenkennwerte handelt. Für erdstatische Berechnungen sind die in Kapitel 8 genannten Kennwerte anzusetzen.

7.1.1 Ergänzende Angaben zur Wiederverwendung von Aushubböden

Die anfallenden Aushubböden können im Zuge der Baumaßnahme aus bodenmechanischer Sicht gegebenenfalls als Baustoff wiederverwendet werden. Die grundsätzliche Materialeignung der einzelnen Schichten ist in der Tabelle 7 dargestellt. Für die konkrete Anwendung im Einzelfall können jedoch auch weitere Kriterien bzw. Merkblätter und Richtlinien maßgebend werden (z.B. TL SoB-StB, ZTV SoB-StB, etc.).

Tabelle 7 Bodenmechanische Materialeignung der Bodenschichten als Baustoff

Bodenschicht	Boden- gruppe	Eignung als				
		Damm- schüttung	Bauwerks- hinterfü- lung	Frost- schutz- material	Trag- schicht- material	Drän- schicht- material
Klei/Mischwatt	TA	-	-	-	-	-
	TM	-	-	-	-	-
	OT	-	-	-	-	-
	OU	-	-	-	-	-
	UL	-	-	-	-	-
Torf	HN	-	-	-	-	-
	HZ	-	-	-	-	-
humose Sande	OH	-	-	-	-	-
Sande	SE	+	+	+	-	-
	SU	+	+	o	-	-
	SU*	-o	-	-	-	-
(sandige/humose) Schluffe/Tone	TA	-	-	-	-	-
	TM	-	-	-	-	-
	OT	-	-	-	-	-
	OU	-	-	-	-	-
	UL	-	-	-	-	-

- nicht geeignet

o bedingt geeignet

+ geeignet

Die umweltrelevanten Aspekte bei der Wiederverwendung der Aushubböden sind nach BBodSchV und LAGA M20 gesondert zu bewerten. In diesem Zusammenhang wird auf den Bericht zur orientierenden Altlastenuntersuchung des Büros Linnemann (Unterlage U1) verwiesen.

7.1.2 Ergänzende Hinweise zur bautechnischen Eignung

Auf die starke Wasserempfindlichkeit der bindigen und humosen Schichten aus Schluff, Ton und Torf sowie der ausgeprägt humosen und schluffigen Sande wird gesondert hingewiesen. Dies gilt insbesondere bei dynamische Einwirkungen (Baustellenverkehr, etc.).

8 Bodenmechanische Kennwerte

Für die im Rahmen der vorliegenden Baumaßnahmen durchzuführenden erdstatischen Berechnungen können die in Tabelle 8 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte (charakteristische Werte) zugrunde gelegt werden.

Tabelle 8 Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)

Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte	Wichte		Schерparameter			Steifemodul
		γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	c_u	$E_{s,k}$
		[kN/m ³]		[°]	[kN/m ²]		[MN/m ²]
Klei/Mischwatt	steif	16	6	17,5	10	40	2 bis 3
	halbfest	17	7	20	12,5	50	3 bis 5
Torf	-	11 - 12	1 - 2	15	5	10	0,4 bis 1
humose Sande	locker	17 - 18	7 - 9	27,5	-		5 bis 15
Sande	locker	18	10	30	-		10 bis 30
	mitteldicht	18,5	10,5	32,5	-		30 bis 50
	dicht	19	11	35	-		50 bis 70
(sandige/humose) Schluffe/Tone	weich	16	6	22,5	2,5	15	2 bis 4
	steif	17	7	22,5	5	25	4 bis 6
	halbfest	18	8	22,5	7,5	35	6 bis 10
Füllsand (SE/SW)	mitteldicht (verdichtet)	19	11	32,5	-		40 bis 60

Bei den Steifemoduln sind Spannbreiten angegeben. Für die Berechnung der möglichen Setzungen ist der untere Wert der angegebenen Spannbreite anzusetzen. Für die Berechnung der wahrscheinlichen Setzungen kann der Mittelwert verwendet werden. Anhand von zusätzlichen Erkenntnissen können sich Änderungen in den anzusetzenden Kennwerten ergeben.

9 Folgerungen für die Errichtung der Erschließungsstraßen

9.1 Allgemeines

Konkrete Angaben zum geplanten Aufbau der Verkehrsflächen sowie zur Höhenlage der Gradienten liegen derzeit noch nicht vor. Dementsprechend können nachfolgend nur allgemeine Hinweise gegeben werden.

Grundsätzlich wird bei den nachfolgenden Angaben und Hinweisen davon ausgegangen, dass die Bemessung des neuen Straßenaufbaus nach den Vorgaben der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO-2012) erfolgen soll. Aufgrund der Art der Verkehrsfläche wird zunächst näherungsweise eine Einstufung der herzustellenden Verkehrsfläche in die Belastungsklassen Bk 0,3 oder Bk 1,0 abgeschätzt.

Für die Ausführung der Erdarbeiten sind die Bestimmungen der *Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau* (ZTV E-StB) zu beachten.

9.2 Frostempfindlichkeit

Unter dem zukünftigen Straßenaufbau sind nach den Bohrergebnissen zunächst Böden aus Klei/Mischwatt und Torf sowie lokal am Ansatzpunkt KRB 5 auch aus ausgeprägt humosen Sanden zu erwarten, die als „sehr frostempfindlich“ (F3) zu beurteilen sind. Die in größeren Tiefen erkundeten Schluffe und Tone sind ebenfalls als „sehr frostempfindlich“ (F3) einzustufen. Die im Übrigen erkundeten Sande weisen lokal nur geringe Feinkornanteile auf und können dementsprechend als „nicht frostempfindlich“ (F1) bewertet werden. Bei den überwiegend vorhandenen, schluffig durchsetzten Sanden der Bodengruppe SU muss bei ungünstiger Korngrößenverteilung ggf. auch mit einer Einstufung als „gering bis mittel frostempfindlich“ (F2) gerechnet werden. Nach unserer Einschätzung ist mit dieser ungünstigen Korngrößenverteilung zumindest in Teilbereichen zu rechnen.

Gemäß RStO 2012 kann auf den Einbau einer Frostschutzschicht verzichtet werden, wenn frostsichere Böden (F1) bis in eine Tiefe von mindestens 1,2 m Tiefe unter Fahrbahnoberfläche anstehen und diese Böden hinsichtlich des Verdichtungsgrades zugleich die Anforderungen der ZTV-SoB-StB an Frostschutzschichten erfüllen. Diese beiden Kriterien können nach derzeitigem Kenntnisstand nicht eingehalten werden. In diesem Fall sieht RStO 2012 (z.B. für die Asphaltbauweise) den Einbau von einer oder mehreren Tragschichten mit oder ohne Bindemittel unterhalb der Asphaltdecken vor. Die Dicke der einzelnen Tragschichten ergibt sich aus der zu Grunde gelegten Belastungsklasse, der Mindestdicke für den frostsicheren Oberbau und der gewählten Ausbauvariante.

Sofern die bereichsweise anstehenden frostempfindlichen Böden (Klei / Mischwatt, Torf und humose Sande) zum Erreichen einer ausreichenden Tragfähigkeit nicht vollständig ausge-

tauscht werden, sondern zumindest teilweise im Baugrund verbleiben (Tiefenbereich bis $t = 1,2 \text{ m}$), ist der Einbau einer Frostschuttschicht gemäß RStO erforderlich.

Bei der Bemessung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist zusätzlich zum Ausgangswert gemäß Tabelle 6 der RStO 2012 eine Mehrdicke von $d = 5 \text{ cm}$ aufgrund ungünstiger Wasserverhältnisse zu berücksichtigen. Der Ausgangswert ergibt sich in Abhängigkeit von der Belastungsklasse (Mindestens 60 cm bei Bk 1,0).

9.3 Tragfähigkeit und erforderliche Maßnahmen

Unabhängig von der Bauweise und der Belastungsklasse wird in der RStO 2012 als Ausgangswert für die Tragfähigkeit auf dem Planum (= Unterkante der Tragschicht bzw. Unterkante der Frostschuttschicht) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert.

Die im Bereich des späteren Planums anstehenden Weichschichten aus Klei/Mischwatt und Torf sowie lokal auch aus ausgeprägt humosen Sanden stellen einen sehr gering tragfähigen und stark setzungsempfindlichen Baugrund dar. Der geforderte Verformungsmodul kann auf diesen Weichschichten nicht erreicht werden. Die im Übrigen erkundeten Sande mit Einlagerungen aus (sandigen/humosen) Schluffen/Tonen stellen zusammengefasst einen bedingt bzw. mäßig tragfähigen Baugrund für den Verkehrsflächenaufbau dar. Das Setzungspotenzial resultiert hierbei maßgeblich aus den bindigen und/oder organischen Einlagerungen innerhalb der Sande.

Unter den gegebenen Randbedingungen sind Maßnahmen zur Tragfähigkeitserhöhung unumgänglich. Als mögliche Gründungsmaßnahmen kommen daher die nachfolgend aufgeführten Bauverfahren in Betracht:

- Konsolidierungsverfahren
- Bodenaustauschverfahren
- Verfahren mit aufgeständerten Gründungspolstern
- Verfahren unter Einsatz von Leichtbaustoffen

Bei der Wahl eines möglichst geeigneten Verfahrens sind in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht diverse Aspekte zu berücksichtigen. Folgende Einflussfaktoren sollten hierbei besonders beachtet werden:

- Je dicker ein Verkehrsflächenaufbau erfolgt, desto steifer kann dieser bei vergleichbaren Materialien zunächst grundsätzlich ausgebildet werden.
- Je dicker ein Verkehrsflächenaufbau erfolgt, desto größer ist bei vergleichbaren Materialien die setzungserzeugende Masse, die auf die verbleibenden Weichschichten einwirkt.

- Die Verwendung von Leichtbaustoffen führt durch eine Reduzierung der Masse zu einer Verminderung der Setzungen. Gleichwohl ist auch zu beachten, dass derartige Baustoffe vergleichsweise teuer sind, mit dem Grundwasser vertretbar sein müssen und zudem auch bei deren Einbau weitere Setzungen zu erwarten sind.
- Da Leichtbaustoffe üblicherweise ein erhöhtes Porenvolumen aufweisen, sind diese bei den zu erwartenden, hoch anstehenden Wasserständen ggf. im Hinblick auf den Auftrieb als eher kritisch zu bewerten.
- Eine Vermeidung von Setzungen ist bereits im Hinblick auf die Zusammensetzung und die Tiefenlage der Weichschichten (vor allem beim Torf) sowie aufgrund natürlicher Zersetzungs Vorgänge nicht möglich (sofern diese nicht vollständig ausgetauscht werden).
- Durch eine fachgerechte Verlegung eines hochzugfesten Geokunststoffes kann ein harmonischer Verlauf der Verformungen erzwungen werden. Die Setzungen selbst können hierdurch nicht nennenswert minimiert werden.
- Eine Baugrundverbesserung im Sinne von aufgeständerten Gründungspolstern (Rüttelstopfverdichtung, Mörtelsäulen, etc.) ist bei den anstehenden Baugrundverhältnissen technisch und wirtschaftlich kaum oder gar nicht darstellbar.
- Eine deutliche Reduzierung der Setzungen kann durch eine Vorbelastung des Geländes in Form einer Überschüttung ggf. in Verbindung mit einer gleichzeitigen Entwässerung der unterlagernden Schichten durch Vertikaldrains herbeigeführt werden. Es ist hierbei mit einer Liegezeit der Überschüttung (Sandschüttung) von mehreren Monaten bis zu einem Jahr zu rechnen. Eine derartige Vorbelastung (auch Schütthöhe) und die Anordnung der Vertikaldrains sind vorab u.a. durch Setzungs- und Konsolidierungsrechnungen zu planen. Die eintretenden Setzungen sind durch baubegleitende Setzungsmessungen zu kontrollieren.

In Anbetracht der anstehenden Baugrundverhältnisse empfehlen wir für die neu zu errichtende Erschließungsstraßen die Ausführung des *Bodenaustauschverfahrens*.

Um mögliche Setzungen auf ein Minimum zu begrenzen, sind die oberen Weichschichten aus Klei/Mischwatt und Torf sowie die ausgeprägt humosen Sande möglichst vollständig auszuheben und gegen frostsicheres Material auszutauschen. Im Hinblick auf die zum Teil sehr großen Schichtmächtigkeiten der Torfschichten (vgl. KRB 1 sowie BS 13) und der humosen Sande (vgl. KRB 5) dürfte jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nur ein Teilbodenaustausch der Weichschichten ausführbar sein.

Im Falle eines Teilbodenaustausches wird in einer ersten Näherung empfohlen, den Boden bis rd. 1,7 m Tiefe unter derzeit vorhandener GOK auszutauschen und im Rahmen eines Testfeldes zu prüfen, welcher Verformungsmodul mit dieser Vorgehensweise auf dem Planum erreicht werden kann. Das Testfeld sollte hierbei vorzugsweise im Bereich verbleibender

Torfschichten (vgl. KRB 1) errichtet werden. Anhand der Ergebnisse kann dann die Austauschtiefe angepasst/optimiert werden. Gegebenenfalls kann auch der Einsatz von Geogittern sinnvoll sein. Auf der Aushubsohle ist ein Trennvlies (GRK 3, Flächengewicht mindestens 150 g/m²) einzubauen.

Es ist zu beachten, dass bei einem Teilbodenaustausch lokal setzungempfindliche Böden aus Torf (vgl. KRB 1, BS 4, BS 9, BS 11) und humosen Sanden (vgl. KRB 5, BS 11) sowie die lediglich mäßig tragfähigen Sande mit Einlagerungen aus (sandigen/humosen) Schluffen/Tonen im Baugrund verbleiben.

9.4 Hinweise zur Entwässerung der Verkehrsflächen

Grundsätzlich wird für die Entwässerung eine flächenhafte Versickerung des anfallenden Wassers in den Seitenbereichen oder eine Sammlung und Weiterleitung an den Vorfluter empfohlen. Sofern erforderlich, kann das Wasser auch über Versickerungsanlagen in den natürlichen Wasserhaushalt zurückgegeben werden.

Die Versickerungseignung des Untergrundes für anfallendes Oberflächenwasser oder in Drainagesystemen gesammeltes Wasser wird insbesondere vom Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f bestimmt. Die nachfolgende Beurteilung der Versickerungsfähigkeit erfolgt in Anlehnung an das Arbeitsblatt ATV A 138 sowie an die RAS-Ew (Straßenbau). Böden mit Wasserdurchlässigkeiten von $k_f \geq 10^{-4}$ m/s sind geeignet, während nach RAS-Ew bei Böden mit Wasserdurchlässigkeiten von $k_f \leq 10^{-5}$ m/s die Einrichtung von Versickerungsanlagen in der Regel nicht sinnvoll ist. Nach unseren Erfahrungen sind Versickerungsanlagen jedoch auch bei Wasserdurchlässigkeiten bis zu $k_f \approx 10^{-6}$ m/s bereits erfolgreich ausgeführt worden.

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes sind in Tabelle 9 abgeschätzte Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte angegeben. Gegebenenfalls können durch Versickerungsversuche in situ höhere Wasserdurchlässigkeiten nachgewiesen werden. Aufgrund von Lagen mit kleineren bzw. größeren Durchlässigkeiten können die horizontale und die vertikale Durchlässigkeit voneinander abweichen.

Tabelle 9 Abschätzung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Bodenart	Boden- gruppe	Wasserdurchlässigkeits- beiwerte (k_f in m/s)	Versickerungseignung
Klei / Mischwatt	TA / TM / OU / OT / UL	$< 10^{-7}$	nicht geeignet
Torf	HN / HZ	$< 10^{-6}$	in der Regel nicht geeignet
humose Sande	OH	$< 10^{-6}$	in der Regel nicht geeignet
Sande	SE / SU / SU*	$1 \cdot 10^{-6}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$	geeignet, lokal bedingt geeignet
(sandige/humose) Schluffe/Tone	TA / TM / OU / OT / UL	$< 10^{-7}$	nicht geeignet

Bei der Beurteilung der Machbarkeit von Versickerungsanlagen sind zusätzlich auch die Wasserverhältnisse im Baugrund zu berücksichtigen. Zur Gewährleistung der Reinigungsfähigkeit des Bodens sind Mindestabstände zwischen Unterkante Versickerungsanlage und Grundwasserstand zu berücksichtigen.

Entsprechend des DWA-Regelwerkes für Versickerungsanlagen sollte für Versickerschlitze und -schächte ein Mindestabstand von 1 m und für Versickersmulden ein Mindestabstand von rd. 0,5 m (bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen) angestrebt werden.

Nach den Bohrergebnissen ist davon auszugehen, dass der anzustrebende Mindestabstand für Versickerschlitze/-schächte nicht und der anzustrebende Mindestabstand für Mulden nur in Zeiten sehr niedriger Grundwasserstände sicher eingehalten werden kann.

9.5 Ergänzende Hinweise zum Erdbau

Die Erdarbeiten müssen im Trockenen und in Abhängigkeit von den tatsächlichen Wasserständen (Stauwasserbildung in niederschlagsreichen Perioden) somit gegebenenfalls im Schutz einer Wasserhaltung (z. B. Dränage oder Entwässerungsgräben) erfolgen.

Die Arbeiten sollten möglichst abschnittsweise erfolgen, so dass eher kleine Flächen freigelegt und der Witterung ausgesetzt sind. Die Eigenschaften des Baugrundes dürfen durch die Arbeitsvorgänge und die eingesetzten Geräte nicht nachteilig verändert werden. Durch den Baubetrieb aufgelockerte oder aufgeweichte Schichten sind entsprechend auszutauschen oder - falls möglich - zu verdichten.

Der Verformungsmodul E_{v2} ist durch Plattendruckversuche nachzuweisen. Das Planum sollte mit einer Querneigung von $\geq 4\%$ hergestellt werden. Es ist eine ausreichende Entwässerung des Planums bzw. des Oberbaus entsprechend den Vorgaben der RAS-Ew sicherzustellen. Für die Ausführung von Erdarbeiten und Tragschichten finden grundsätzlich die Bestimmungen der ZTVE-StB Anwendung. Die Verdichtungsleistungen sind nachzuweisen.

10 Gründung von Rohrleitungen

Im Zuge des Straßenbaus wird voraussichtlich auch die Verlegung von Rohrleitungen erforderlich. Die Verlegetiefen derartiger Rohrleitungen dürften erfahrungsgemäß zwischen etwa $t = 1$ bis 2 m unter GOK liegen.

Eine Verlegung in offener Bauweise ist bei den angetroffenen Baugrundverhältnissen grundsätzlich möglich. Im Hinblick auf die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sind hierbei jedoch ergänzende erdbautechnische Maßnahmen zu berücksichtigen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen stehen im Bereich der üblicherweise zu erwartenden Leitungszonen wechselhafte Baugrundverhältnisse aus Klei/Mischwatt und Torf sowie (humosen) Sanden an. Abgesehen von den Sanden (ohne ausgeprägt humose Anteile)

le), neigen diese Böden bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung zum Aufweichen. In aufgeweichten Bereichen sind daher ein zusätzlicher Bodenaustausch und der Einbau von Füllsand (Polster) oder ggf. auch eine hydraulische Verfestigung mit einzuplanen. Wir empfehlen in diesem Zusammenhang eine gemeinsame Inaugenscheinnahme der Aushubebene mit dem Geotechnischen Sachverständigen oder einen fachlich versierten Vertreter des Bauherrn.

Zur Wiederverfüllung der Baugruben und der Leitungsgräben kann ein frostsicherer Füllsand der Bodengruppen SE und SW nach DIN 18196 verwendet werden.

Die Verdichtungskontrolle kann grundsätzlich mit unterschiedlichen Prüfverfahren erfolgen. Nachzuweisen ist eine weitgehend mitteldichte Lagerung der eingebauten Sande.

Bei der Überprüfung der Lagerungsdichte ist nach DIN EN 1610 / DWA-A 139 folgender Wert in der Leitungszone (Verfüllung im Bereich des Rohres; bestehend aus Bettung, Seitenverfüllung und Abdeckung) vorgegeben:

- Proctordichte $D_{Pr} \geq 97 \%$ bei nichtbindigen oder schwach bindigen Böden (der Einbau von bindigen Böden ist nicht zulässig)

In der Grabenverfüllung bzw. Hauptverfüllung werden hingegen höhere Anforderungen gestellt. Hier sind folgende Werte einzuhalten:

- Proctordichte $D_{Pr} \geq 100 \%$ bei nichtbindigen Böden: Sande (SE / SW) → $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Kies (GE / GW) → $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$
- Proctordichte $D_{Pr} \geq 97 \%$ bei bindigen Böden → $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Bei den örtlichen Gegebenheiten dürfte es in weiten Teilen möglich sein, die erforderlichen Baugruben unter 45° abgeböschert herzustellen. Bis in eine Tiefe von $t = 1,2 \text{ m}$ ist auch eine unbelastete, senkrechte Baugrubenböschung zulässig.

Steht der Platz für den Ansatz einer Baugrubenböschung im Bereich baulicher Anlagen nicht zur Verfügung oder sind größere Verlegetiefen vorgesehen, so bietet sich der Einsatz von Grabenverbausystemen an. Diese haben den Vorteil, dass eine relativ kurze Ausführungszeit sichergestellt werden kann. Die Auswirkungen einer erforderlichen Wasserhaltung können dadurch reduziert werden. Zudem können Verbausysteme mit verhältnismäßig geringem Aufwand an schwierige Baugrundverhältnisse (querende Leitungen, Wurzeln, etc.) angepasst werden. Alternativ können die Baugruben auch mit einer Spundwand (Kanaldielen) eingefasst werden, die später wieder gezogen wird.

Durch die Verlegung eines Rohres ergibt sich in Bezug auf die verdrängte Bodenmasse (Wichte) der Bodenschichten in der Regel kein Mehrgewicht. Lastbedingte Setzungen aus eingebrachten Rohrleitungen sind dementsprechend nicht zu erwarten.

11 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Wohngebäuden

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die in diesem Gutachten enthaltenen Angaben und Hinweise lediglich für die Erschließungsmaßnahmen und nicht für ein spezielles Wohnhaus oder Gebäude gelten. Es ist erforderlich, für jedes Wohnhaus oder Gebäude ergänzende bzw. eigene Baugrunduntersuchungen gemäß den Mindestanforderungen der DIN 4020 (Umfang von Baugrundaufschlüssen) durchführen zu lassen.

Die Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrundes für Hochbauwerke hängt unter anderem von den lokalen Baugrundverhältnissen, den abzutragenden Gebäudelasten sowie den Gebäudeabmessungen und Gründungstiefen ab.

Derzeit gehen wir bei den regional üblichen Ein- und Zweifamilienhäusern von einer Flachgründung mittels Bodenaustausch der Weichschichten aus Klei/Mischwatt und Torf oder von einer vollständigen Unterkellerung aus. Auf eine Teilunterkellerung sollte wegen der zu erwartenden Setzungsdifferenzen verzichtet werden.

12 Sonstige Hinweise und Empfehlungen

Es gelten nur die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung gültigen Normen "Weißdruck" bzw. der "Stand der Technik". Das Gutachten gilt nur für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei der Baugrunderkundung nur um punktuelle Aufschlüsse handelt. Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen sind daher möglich.

Bauseits wurden durch das Ingenieurbüro Linnemann ergänzende Untersuchungen zu einer eventuellen Schadstoffbelastung des Bodens nach LAGA-Richtlinie sowie hinsichtlich sulfatsaurer Böden durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen können der Unterlage U1 entnommen werden.

Nach den Baugrundverhältnissen sowie den übrigen Randbedingungen ist die geplante Baumaßnahme zunächst in die *Geotechnische Kategorie 2* einzustufen.

Oldenburg, 08.07.2020



ppa. Florian Geesen, M.Eng.

Anlagenpaket A

Geotechnischer Bericht zu den Baugrunderkundungen
(Ingenieurbüro Linnemann)

Erschließung und Wohnbebauung Bebauungsplan Nr. 202 "Südlich Wigboldstraße"

Baugrunderkundung

26506 Norden (Landkreis Aurich)

Auftraggeber:

Claashen Verwaltung
Neuer Weg 12, 26506 Norden

Erbengemeinschaft Ennen
Am Fridericussiel 31, 26506 Norden

Auftragnehmer:



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Dr.-Munderloh-Str. 7, 27798 Hude-Wüstring und
Hauptstraße 79, 26524 Hage

Tel. 04484 / 92002-0

www.buero-linnemann.de

Bearbeitung:

Stephan Frese (M. Sc. Landschaftsökologie)
Ulf Linnemann (Dipl.- Geologe)

Projektnummer:

2230

Hude-Wüstring, Mai 2020

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung.....	1
2 Standortbeschreibung	1
2.1 Allgemein.....	1
2.2 Böden	1
2.3 Lokale Geologie	1
2.4 Hydrologie	2
2.5 Sulfatsaure Böden.....	2
3 Feldarbeiten.....	3
3.1 Kleinrammbohrung	3
3.2 Flügelscherversuch	4
3.3 Vermessungsarbeiten	4
3.4 Abstichmessung	4
4 Ergebnisse.....	5
4.1 Lokaler Baugrundaufbau.....	5
4.2 Rammsondierung	6
4.3 Abfallrechtliche Beurteilung.....	7
4.3.1 Bewertung des Bodenmaterials	8
4.4 Sulfatsaure Böden.....	9
5 Beurteilung und Empfehlung	10
5.1 Verwertung nach LAGA.....	10
5.2 Sulfatsaure Böden im Untersuchungsgebiet.....	11
6 Literatur	12

1 VERANLASSUNG

Das Immobilienbüro Claashen Verwaltung und die Erbgemeinschaft Ennen beabsichtigen eine etwa 14 ha große Fläche südlich der Wigboldstraße für eine Wohnbebauung zu erschließen.

Als Grundlage für die Erschließungsplanung werden Informationen über die lokalen Boden- und Grundwasserverhältnisse benötigt.

Das Ingenieurbüro Linnemann (ILP) wurde am 07.04.2020 durch das Immobilienbüro Claashen Verwaltung und der Erbgemeinschaft Ennen beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen. Hiermit wird der 1. Teil des Gutachtens mit den Ergebnissen der Baugrunderkundung vorgelegt. Das zweite Gutachten (geotechnisches Gutachten) wird durch Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH vorgelegt.

2 STANDORTBESCHREIBUNG

2.1 Allgemein

Das Erschließungsgebiet befindet sich südlich der Wigboldstraße und wird derzeit als landwirtschaftliche Fläche genutzt (**Anlage 1**). Die Geländeoberkante liegt etwa zwischen 0,9 m NHN und 1,2 m NHN (NIBIS 2020).

2.2 Böden

Die Bodenkarte 1:50.000 (NIBIS 2020) weist für das Untersuchungsgebiet den Bodentyp Tiefe Kalkmarsch auf.

Der mittlere Grundwasserhochstand wird mit 3,5 dm u. GOF, der mittlere Grundwassertiefstand mit 10,0 dm u. GOF angegeben.

2.3 Lokale Geologie

Gemäß NIBIS (2020) besteht der oberflächennahe Untergrund aus stark zersetztem Niedermoortorf, der von schluffigem Ton mit lagenweisen Torfeinschaltungen überlagert wird.

Die Unterkante der holozänen Schichtenfolge liegt nach NIBIS (2020) etwa zwischen 0 m NHN und -2 m NHN.

2.4 Hydrologie

Nach der hydrologischen Übersichtskarte 1:200.000 liegt der mittlere Grundwasserstand zwischen 0 m NHN bis 1 m NHN (NIBIS 2020).

2.5 Sulfatsaure Böden

In Watten, Marschen und Niedermooren des norddeutschen Küstengebietes kommen flächenhaft sulfatsaure Böden vor.

Sulfatsaurer Boden bezeichnet natürliche, z.B. in Niederungs- und Küstengebieten auftretende Böden und Sedimente (auch nach erfolgter Umlagerung), die relevante Mengen an Eisensulfiden (meistens Pyrit) aufweisen oder aufwiesen und durch oxidative Prozesse bei nicht ausreichender Säureneutralisationskapazität versauern, versauert sind oder versauern können. „Sulfatsaure Böden“ umfassen „potentiell sulfatsaure Böden“ (Versauerung bei Belüftung möglich) und „effektiv sulfatsaure Böden“ (Versauerung ist erfolgt bzw. schreitet fort).

Das Gefährdungspotential durch sulfatsaure Böden/Aushubmassen ergibt sich aus folgenden möglichen Prozessen und Wirkungen:

- extreme Versauerung ($\text{pH} < 4$ bis $\text{pH} 2$) des Bodens, die u. a. durch erhöhte Aluminium-Konzentrationen Pflanzenschäden verursacht,
- Säureexport,
- deutlich erhöhte Sulfatkonzentration im Boden- bzw. Sickerwasser oder Grundwasser,
- erhöhte Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit und erhöhte Schwermetallkonzentrationen im Sickerwasser/Grundwasser,
- hohe Gehalte an betonschädlichen Stoffen,
- hohe Korrosionsgefahr für Stahlkonstruktionen.

Aufgrund der weiten Verbreitung von sulfatsauren Böden im norddeutschen Küstenraum ergibt sich der Handlungsbedarf, diese Materialien zu charakterisieren, zu bewerten und Strategien für die Planung und den Umgang mit diesen Böden zu entwickeln. Eine erste Recherchemöglichkeit zum lokalen Vorkommen sulfatsaurer Böden liegt in Kartenwerken. Grundlage hierfür sind Auswertungen bestehender bodenkundlicher und geologischer Kartenwerke sowie die Ergebnisse gezielter Untersuchungen auf sulfatsaure Böden. Hierbei ist zu beachten, dass das Kartenwerk des NIBIS Kartenservers lediglich im Maßstab 1:50.000 vorliegt und eine Übertragung von insbesondere kleinräumigen Einheiten nicht ortsgenau erfolgen kann. Es ist daher in der Regel nur eine Vorauswertung möglich.

Im südwestlichen Randbereich des Untersuchungsgebietes kommt oberflächennah bis 2,0 m u GOK kalkhaltiges Material über Boden mit hohen Schwefelgehalten, z. T. über Hoch- oder Niedermoortorfen, vor (NIBIS 2020). Für diese Gruppe der „Sulfatsauren Böden“ wird nach Geofakten 24 (LBEG) eine flächige Erkundung empfohlen.

3 FELDARBEITEN

3.1 Kleinrammbohrung

Am 28.04.2020 wurden durch Mitarbeiter des Ingenieurbüros Linnemann drei Kleinrammbohrungen bis 6 m Tiefe (KB 1, KB 3 und KB 5) und zwei Kleinrammbohrungen bis 4 m Tiefe abgeteuft (KB 2 und KB 4). Die Ansatzpunkte für die Aufschlüsse orientieren sich an dem Verlauf der geplanten Straßenführung (**Anlage 2**).

Die Kernrohre wurden mit einem kraftstoffbetriebenen Hammer in den Untergrund getrieben und nach Erreichen der jeweiligen Tiefenbereiche mittels eines hydraulischen Ziehgerätes geborgen. Zur Gewährleistung eines ausreichenden Bohrvorgangs wurde der Bohrdurchmesser mit zunehmender Tiefe verringert (s. *Tabelle I*). Bis 2 m u. GOK wurde mit 1 m Kernrohren gebohrt, darüber hinaus bis zur Endtiefe von 6 m u GOK jeweils mit 2 m Kernrohren.

Tabelle I: Bohrdurchmesser und Kernrohlänge in Abhängigkeit der Aufschlusstiefe

Aufschlusstiefe [m u GOK]	Länge Kernrohr [m]	Bohrdurchmesser [mm]
bis 2	jeweils 1	60
2 bis 4	2	50
4 bis 6 (Endteufe)	2	36

Die Erkundungsergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen dokumentiert. Die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen sowie die geplante Erschließung sind **Anlage 2** zu entnehmen. Die Bohrprofile mit Schichtenbeschreibungen sind als **Anlage 3** beigefügt.

Das Bohrgut wurde im Rahmen der Bodenansprache auf seine Beschaffenheit hinsichtlich Zusammensetzung (Materialart, Korngröße und Verteilung), Farbe, Feuchtigkeit sowie Konsistenz untersucht.

Mit einem Edelstahlspachtel wurde Bohrgut aus den Kernrohren horizontspezifisch entnommen und in geeignete Behälter überführt und für bodenmechanische Laborversuche der Schmitz und Beilke Ingenieure GmbH, Oldenburg übergeben.

Bereits im Jahr 2017 erfolgten durch ILP Erkundungsarbeiten im geplanten Baugebiet. Hierbei wurden an insgesamt 13 Ansatzpunkten je eine Kleinrammbohrung (BS 1 bis BS 13) und eine Rammsondierung (DPH 1 bis DPH 13) niedergebracht. Der dazugehörige Lageplan sowie die Ergebnisse aus den Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen finden sich in der **Anlage 7**.

Weiterhin wurde zur Beurteilung des Bodens hinsichtlich seiner Verwertung (LAGA und potentiell sulfatsaures Material) ausgewähltes Probenmaterial dem chemischen Untersuchungsamt Emden (CUA) überführt. Die Probenbezeichnungen und Entnahmetiefen sind der **Tabelle 1** zu entnehmen. Die Probenauswahl für die Untersuchung auf potentiell sulfatsaures Bodenmaterial orientierte sich an den Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2017 (siehe **Anlage 5**), wonach im nördlichen Bereich (B 2, **Anlage 1**) zusätzliche Untersuchungen empfohlen wurden.

Die Ergebnisse sind im Prüfbericht 300420808e aufgeführt (**Anlage 4**).

3.2 Flügelscherversuch

Zur Beurteilung der Scherfestigkeit des Bodens wurden am 28.04.2020 durch Mitarbeiter des Ingenieurbüro Linnemann Flügelscherversuche in den Weichschichten (Ton, Torf) durchgeführt. Die Auswertung der Versuche erfolgt im Bericht der Schmitz und Beilke Ingenieure GmbH, Oldenburg. Der **Anlage 6** ist das Protokoll zum Scherflügelversuch zu entnehmen.

3.3 Vermessungsarbeiten

Die Höhen und Lagen der Ansatzpunkte wurden mittels GNSS-Empfänger mit Totalstation (Topcon FC-5000) bestimmt. Die Messpunkthöhen der Ansatzpunkte sind in **Anlage 3** angegeben.

3.4 Abstichmessung

Am 28.04.2020 wurden durch Mitarbeiter des Ingenieurbüro Linnemann in der BS 8/GWM 1 (aus dem Jahr 2017) mittels Lichtlot ein Grundwasserstand bei etwa -1,0 m NHN bzw. etwa 1,6 m u. GOK ermittelt. Aufgrund der bindigen Substrate und des Torfs im Untergrund handelt es sich hierbei um Stauwasser.

4 ERGEBNISSE

4.1 Lokaler Baugrundaufbau

Die Ergebnisse aus den Erkundungsarbeiten aus dem Jahr 2017 und 2020 zeigen eine weitestgehend ähnliche Abfolge des Bodenaufbaus. Im Folgenden werden jedoch ausschließlich die aktuellen Ergebnisse aus dem Jahr 2020 beschrieben, da diese Bodenproben zusätzlich vom geotechnischen Büro Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH gesichtet und bewertet und zudem bodenmechanische Untersuchungen vorgenommen wurden. Hierdurch war eine genauere Beschreibung des Bodenaufbaus möglich.

Als oberste Einheit wurde eine 0,9 m bis 1,5 m mächtige Ton-Schluffschicht mit schwach bis stark feinsandigen und schwach humosen Anteilen aufgeschlossen. Die Konsistenz der oberen Tonschicht (bis etwa 0,5 m u. GOK) wurde als halbfest und der darunter liegende Ton/Schluff als vornehmlich steif beschrieben.

Unterhalb der Ton-/Schluffschicht folgte in den Bohrungen KB 1 bis KB 3 eine zum Teil schwach feinsandige Torfschicht, die zwischen 0,1 m und 1,5 m mächtig ist. In der KB 4 ist noch eine rund 0,3 m mächtige Schicht aus einem schwach mittelsandigen Feinsand zwischen gelagert. Es folgt eine Schicht aus Torf zwischen 1,2 m und 1,5 m u GOK. In der KB 5 wurde keine Torfschicht erkundet.

Der Zersetzungsgrad des Torfes reichte von schwach zersetzt bis zersetzt.

Darunter folgte in allen Bohrungen eine Schicht aus Fein-/Mittelsanden bis zur Endteufe von 4,0 m bzw. 6,0 m. Innerhalb dieser Schicht können Wechsellagerungen aus tonigem, schluffigem und zum Teil organischem Material eingeschaltet sein.

Die Konsistenz in diesen bindigen Schichten (Schluff, Ton) reicht von weich bis halbfest.

Die Bodenfeuchte nimmt mit zunehmender Tiefe von schwach feucht bis nass zu.

Der Aufbau des Baugrundes kann anhand der zuvor beschriebenen Ergebnisse folgendermaßen vereinfacht dargestellt werden:

Tabelle II: Vereinfachter Baugrundaufbau

Tiefe u. GOK	Bodenart	Konsistenz/ Zersetzungsgrad	Wasser- verhältnisse	Bemerkung
0,9 bis 1,50 m	schwach humoser, schwach feinsandiger Ton/Schluff	steif bis halbfest	schwach feucht bis sehr feucht	-
1,5 bis 2,7 m	schwach feinsandiger Torf	schwach zersetzt bis zersetzt	feucht bis nass	In KRB 4 Feinsand-Einschaltung zwischen Ton- und Torfhorizont. In KRB 5 fehlt die Torfschicht.
6,0 m	Fein-/Mittelsand	Lagenweise weich bis halbfest	sehr feucht bis nass	Lagenweise Einschaltungen von Weichschichten (Ton, Schluff, Organik)

4.2 Rammsondierung

Die Auswertung der Rammsondierung aus dem Jahr 2017 erfolgte nach DIN EN ISO 22476-2 und DIN EN 1997-2. Nach diesen Normen existieren Korrelationen zwischen Schlagzahlen und Lagerungsdichte bzw. Konsistenz (s. Tabelle III). Allerdings ist die Auswertung zumeist nur qualitativ möglich, da verschiedene geotechnische Bedingungen wie Ungleichförmigkeit des Bodenmaterials, Wassergehalt und Reibung des Sondiergestänges die Schlagzahl beeinflussen.

Die nachfolgenden Ergebnisse wurden Daten aus der Literatur (Prinz; H. & Strauß, R., 2006) gegenübergestellt, um die Lagerungsdichte aus den Schlagzahlen ableiten zu können.

Tabelle III: Lagerungsdichte in Abhängigkeit von der Schlagzahl für DPH (hier für sandige Böden mit $U \leq 3$)

Lagerungsdichte (nicht bindige Böden)	Schlagzahl N_{10} im Grundwasser	Schlagzahl N_{10} über Grundwasser	Konsistenz (bindige Böden)	Schlagzahl N_{10}
sehr locker	0–1	1–2	breiig	0 – 2
locker	2	3–4	weich	2 – 5
mitteldicht	3–7	5–11	steif	5 – 9
dicht	8–22	12–31	halbfest	9 - 17
sehr dicht	> 22	> 31	fest	> 17

Insgesamt konnten Schlagzahlen zwischen 1 und 23 pro 10 cm festgestellt werden. Der Oberboden Ton/Schluff (Klei) bis etwa 1,5 m u GOK weist Schlagzahlen zwischen 1 und 2 auf und wird als sehr locker gelagert eingestuft. Der Torf mit zum Teil Sandeinlagerungen bis etwa 2,4 m u GOK wird bei ermittelten Schlagzahlen zwischen 1 und 4 als locker bis sehr locker eingestuft. Innerhalb der Wechsellagerungen (Sand/Weichschichten) bis etwa 5,0 m u GOK konnten Schlagzahlen zwischen 4 und 7 nachgewiesen werden. Dieses Bodenmaterial wird als locker bis mitteldicht gelagert bewertet. Die höchsten Schlagzahlen konnten im Feins-/Mittelsand zwischen etwa 4,5 m und 6,0 m u GOK ermittelt werden (9 bis 23). Aus den Schlagzahlen kann abgeleitet werden, dass diese Bodenschicht dicht bis sehr dicht gelagert ist.

4.3 Abfallrechtliche Beurteilung

Für die abfallrechtliche Beurteilung von zu verwertenden mineralischen Abfällen wird im Land Niedersachsen die LAGA Mitteilung 20 (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen) mit den Novellierungen für den Allgemeinen Teil I (Stand 2003), den Novellierungen für Bodenmaterial (Stand 2004) sowie Änderungen für den Parameter PAK in Bauschutt als geeignete Beurteilungsgrundlage angewendet.

Für die Verwertung von mineralischen Abfällen sind verschiedene Einbauklassen definiert, die die Randbedingungen der Abfallverwertung beschreiben. Die Obergrenzen der stofflichen Beschaffenheit der Abfälle sind dabei abfall- und stoffspezifisch über Zuordnungswerte (Z-Werte) definiert. Eine Einhaltung der jeweiligen Zuordnungswerte bedeutet, dass eine Verwertung in der entsprechenden Einbauklasse möglich ist. Grundlegend wird zwischen den Einbauklassen 0, 1 und 2 und den zugehörigen Zuordnungswerten Z 0, Z 1 und Z 2 unterschieden.

In der Praxis, wie in diesem Bericht, wird in Kurzform ein Material in seiner abfallchemischen Beschaffenheit über die Einhaltung der entsprechenden Zuordnungswerte definiert: Beispielsweise bedeutet „der Boden ist als Z 2 einzustufen“, dass ein oder mehrere Parameter den nächst tieferen Zuordnungswert Z 1 überschreiten, aber Z 2 einhalten, so dass eine Verwertung in der Einbauklasse 2 möglich ist. Die Zuordnungswerte bzw. Einbauklassen können nach Abfallart und Feststoff- oder Eluat-Parameter noch weiter unterteilt sein.

Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Böden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Böden mit Schadstoffgehalten oberhalb der Z 2 Werte können ohne Behandlung nicht verwertet werden. In diesem Fall müssen diese Böden fachgerecht entsorgt werden.

Folgende Tabelle enthält eine Übersicht der relevanten Einstufungen:

Tabelle IV: Übersicht über Einbauklassen und Zuordnungswerte nach LAGA

Einbauklasse	Zuordnungswert	Beschreibung
0	Z 0	uneingeschränkter Einbau
	Z 0*	maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen
1	Z 1	eingeschränkter offener Einbau (wasserdurchlässige Bauweise) in technischen Bauwerken
	Z 1.1	bei ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen
	Z 1.2	bei günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen
2	Z 2	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (wasserundurchlässige Bauweise) in technischen Bauwerken
(Deponieklassen)	> Z 2	keine Verwertungsmöglichkeit (außerhalb von Deponien)

4.3.1 Bewertung des Bodenmaterials

Das Bodenmaterial wurde in vier repräsentative Schichten untergliedert:

ca. 0 bis 0,5 m = Ton/Klei (MP 1)

ca. 0,5 bis 1,5 m = Ton/Schluff/Klei (MP 2)

ca. 1,2 bis 2,0 m = Torf (MP 3)

ca. 1,5 bis 3,0 m = Sand mit z. T. Wechsellagen aus humosen/bindigen Weichschichten (MP 4).

Aus den Analysenergebnissen geht hervor, dass mit Ausnahme erhöhter TOC-Gehalte in den Proben MP 1 (Klei/Oberboden) und MP 3 (Torf) sowie einer erhöhten Sulfatkonzentration in der Probe MP 3 (Torf) die untersuchten Parameter die Z 0-Werte einhalten. Die erhöhten TOC-Gehalte sind auf den humosen (Oberboden) bzw. stark organischen Anteil im Torf zurückzuführen und werden daher bei der Einstufung nach LAGA nicht berücksichtigt. Auch die erhöhte Sulfatkonzentration im Torf der Probe MP 3 ist auf geogene Schwefelverbindungen zurückzuführen, sodass dieses Bodenmaterial in Abstimmung mit der unteren Bodenschutzbehörde in Gebieten mit hohen Sulfatkonzentrationen wiederverwertet werden kann. Bei der Verwertung des Bodenmaterials ist vielmehr darauf zu achten, ob die Gefahr einer Versauerung durch

Schwefelverbindungen (potentiell sulfatsaures Bodenmaterial) bei einer oxidischen Lagerung besteht (s. Kapitel 4.3).

4.4 Sulfatsaure Böden

In nachfolgender Tabelle IV sind die Ergebnisse der Laboruntersuchung auf sulfatsaure Böden zusammengefasst und weiteren Prüfkriterien gegenübergestellt:

Tabelle V: Untersuchungsergebnisse zu sulfatsauren Böden

Labornummer	Einheit	14943	14944
Probe	[-]	KB 1/3	KB 4/4
Tiefe	[m u GOK]	1,2-2,0	1,2-1,5
Bodenmaterial		Torf/Klei	Torf
Trockenmasse	[%]	54,8	34,2
Säureneutralisationskapazität SNK_T	[mmol/kg TS]	579	921
Chromreduzierbarer Schwefel CRS	[g/kg TS]	0,2	0,6
Säurebildungspotential SBP_{CRS}	[mmol/kg TS]	12	36
Säurebildungspotential SBP_{Fe}	[mmol/kg TS]	2,4	<1,0
Säurebildungspotential SBP_{Mn}	[mmol/kg TS]	1,7	3,5
Netto-Säureneutralisationskapazität SNK_N (= $\sum SBP - SNK_T$)	[mmol/kg TS]	562,9	881,5
Einstufung	[-]	SNK_N < 0, nicht potentiell sauer	SNK_N < 0, nicht potentiell sauer
Kriterium I „Zus. Untersuchung“ ($SNK_N < 10\% SNK_T$)	[-]	nein	nein
Kriterium II „Zus. Untersuchung“ ($SNK_N < 30 \text{ mmol/kg}$)	[-]	nein	nein
Kriterium III „oxidisch lagern“ ($CRS < 1 \text{ g/kg}$, $SNK_N > 0$ und I u. II erfüllt)	[-]	ja	ja

Die untersuchten Bodenproben sind aufgrund der ermittelten positiven Netto-Säureneutralisationskapazität ($SNK_N > 0$) zunächst als **nicht potentiell sulfatsauer** einzustufen. Aufgrund der natürlichen Variabilität der Bodeneigenschaften, methodischer Bestimmungsgrenzen und letztendlich weiterer möglicher Umweltauswirkungen (*s.u.*) sind jedoch zusätzliche Prüfkriterien nach Gröger et al. 2009 anzuwenden.

Zunächst wird anhand der relativen Höhe der Netto-Säureneutralisationskapazität gegenüber der Säureneutralisationskapazität (Kriterium I) sowie der absoluten Netto-Säureneutralisationskapazität (Kriterium II) entschieden, ob die Aussagesicherheit ausreichend ist oder weitere Untersuchungen (weitere Probenahmepunkte im Feld) erforderlich sind. Auch hier zeigt sich, dass bei den beiden untersuchten Proben beide Bedingungen erfüllt sind, weshalb eine zusätzliche Erkundung hier nicht erforderlich ist.

Im letzten Kriterium (III) wird anhand der Netto-Säureneutralisationskapazitäten und dem Gehalt an chromreduzierbarem Schwefel entschieden, ob eine oxische Ablagerung möglich ist oder eine Beurteilung des Verwertungsstandortes hinsichtlich der Sekundärwirkungen Sulfat- und ggf. Eisenaustrag erforderlich ist. Die Ergebnisse zeigen, dass das Bodenmaterial aus beiden Proben für eine oxische Ablagerung hinsichtlich der genannten Wirkungen bedenkenlos möglich ist.

In Verbindung mit den vorausgegangenen Untersuchungen aus dem Jahr 2017 (**Anlage 5**) lassen sich die Böden im Bereich der geplanten Verkehrswege als nicht potentiell sulfatsauer einstufen und können dementsprechend ohne technische Sicherungsmaßnahmen verwertet werden.

5 BEURTEILUNG UND EMPFEHLUNG

5.1 Verwertung nach LAGA

Das untersuchte Bodenmaterial zeigt in allen Proben keine Auffälligkeiten hinsichtlich anthropogener Beeinflussungen. Mit Ausnahme von TOC und Sulfat halten alle untersuchten Parameter die Z 0-Werte nach LAGA ein. Da sowohl die erhöhten TOC-Gehalte im Oberboden und im Torf als auch die erhöhten Sulfat-Konzentrationen im Torf geogen bedingt sind, kann dieses Bodenmaterial in Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde in Gebieten mit erhöhten geogenen Hintergrundgehalten schadlos wiederverwertet werden (Einbauklasse 0), sofern dem keine weiteren Grundsätze des Bodenschutzes entgegenstehen. So darf z. B. keine Besorgnis der erheblichen Freisetzung oder des zusätzlichen Eintrages von Schadstoffen bestehen.

5.2 Sulfatsaure Böden im Untersuchungsgebiet

Nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen (2017 und 2020) liegen keine Anzeichen für effektiv sulfatsaure Böden vor. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass alle untersuchten Bodenproben als nicht potentiell sulfatsauer einzustufen sind.

Hinsichtlich der Verwertung von möglichem Aushub im Bereich der Verkehrswege kann das Bodenmaterial ohne besondere Sicherungsmaßnahmen verwertet werden.

Die endgültige Beurteilung obliegt der zuständigen Aufsichtsbehörde.

Hude-Wüstring, 19.05.2020

Ulf Linnemann (Dipl.-Geologe)

Stephan Frese (M. Sc. Landschaftsökologie)

Anhang

Anlage 1: Lageplan Erschließungsgebiet 1:5000

Anlage 2: Lageplan Bohrpunkte 1:2000

Anlage 3: Bohrprofile mit Schichtenverzeichnis

Anlage 4: Prüfbericht CUA Emden

Anlage 5: Auswertung Chemie sulfatsaure Böden (2017)

Anlage 6: Protokoll Flügelscherversuch

Anlage 7: Erkundungsergebnisse aus dem Jahr 2017 (ILP)

Tabelle 1: Probendokumentation Boden/Feststoff

Tabelle 2: Zuordnung der Analysenergebnisse gem. LAGA TR Boden (2004)

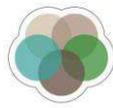
6 LITERATUR

Gröger J., Hamer K. & Blankenburg J. (2009): Handlungsempfehlung zur Bewertung des Versauerungspotentials von Aushubmaterial durch reduzierte anorganische Schwefelverbindungen. Fachbereich Geowissenschaften Universität Bremen, Geologischer Dienst für Bremen, Bremen.

LAGA Mitteilung 20 (2003): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen – Technische Regeln -.

LBEG Geofakten 24 (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten.

NIBIS® Kartenserver (2020): Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Anhang

Legende

 Untersuchungsgebiet



1:5.000

Auftraggeber: **Claashen Verwaltung und Erbegemeinschaft Ennen, Norden**

Vorhaben: **Erschließung und Wohnbebauung in Norden**

Projekt: **Baugrunderkundung**

A 1 **Übersichtsplan**

Kartengrundlage: LGLN / LBEG



INGENIEURBÜRO
BODEN | WASSER | ABFALL | TIERBAU | ERDSCHÜSSUNG
LINNEMANN

Dr.-Munderloh-Straße 7, 27798 Hude-Wüstring
www.buero-linnemann.de

Datum: 18.05.2020

Gezeichnet: SF

Bearbeitet: SF

Format: A4 H

Plan/Datei: 2230_A1_Übersichtsplan

Source: [unclear]
DS, USD



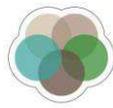
1:2.000

Legende

- Bohrpunkte April 2020
- Ansatzpunkte März 2017
- Bohrung und Rammsondierung
- GWM
- Höhenfestpunkt

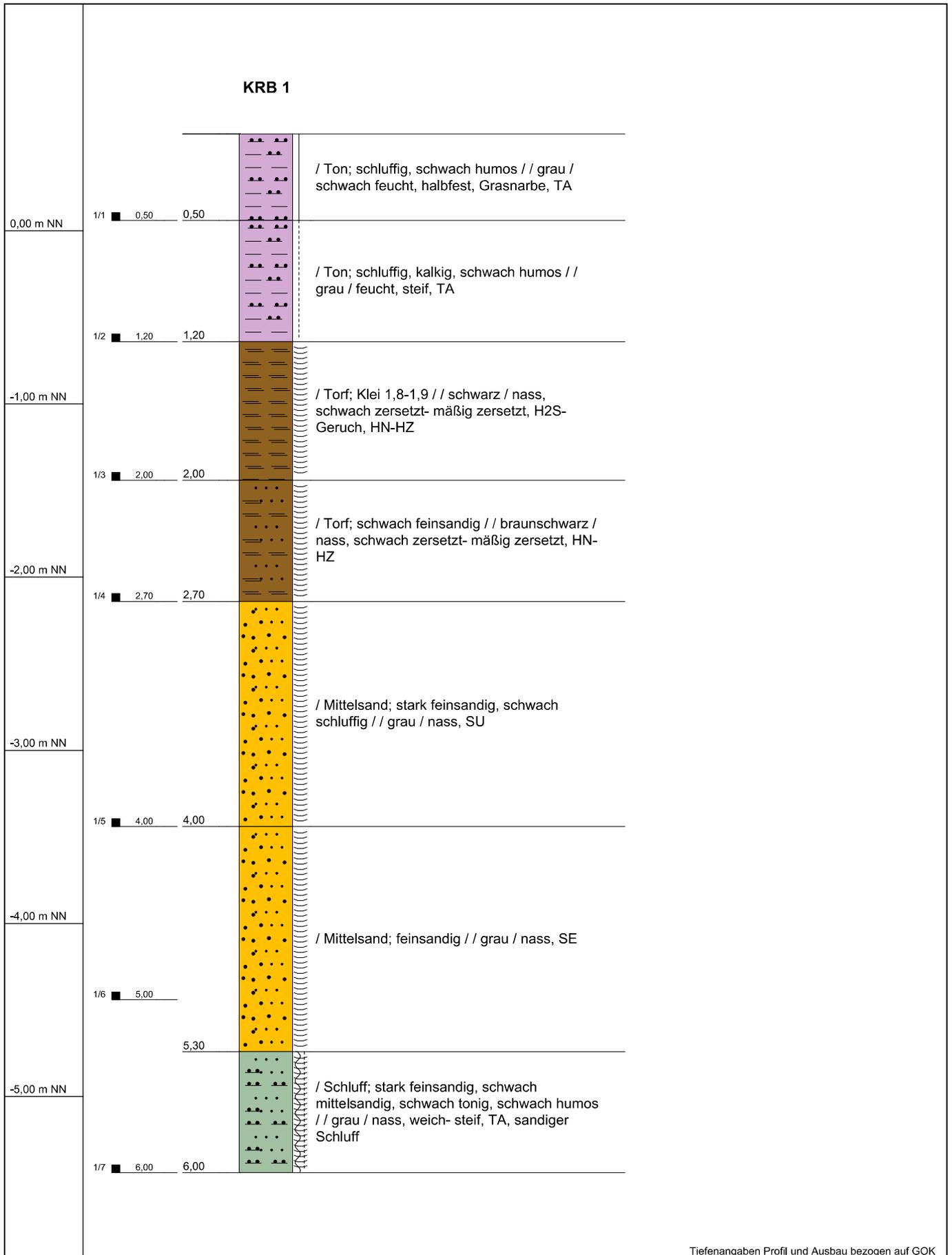
Auftraggeber:	Claashen Verwaltung und Erbgemeinschaft Ennen, Norden
Vorhaben:	Erschließung und Wohnbebauung in Norden
Projekt:	Baugrunderkundung
A 2	Lageplan mit Ansatzpunkten
Kartengrundlage:	LGLN / LBEG
Datum:	27.04.2020
Gezeichnet:	SF
Bearbeitet:	SF
Format:	A3 Q
Plan/Datei:	2230_A2_Lageplan

INGENIEURBÜRO
BODEN | WASSER | LUFT | TRÄMM | VERBUNDWERKE
LINNMANN
Dr.-Munderloh-Straße 7, 27798 Hude-Wüsting
www.buero-linnemann.de



Anlage 3

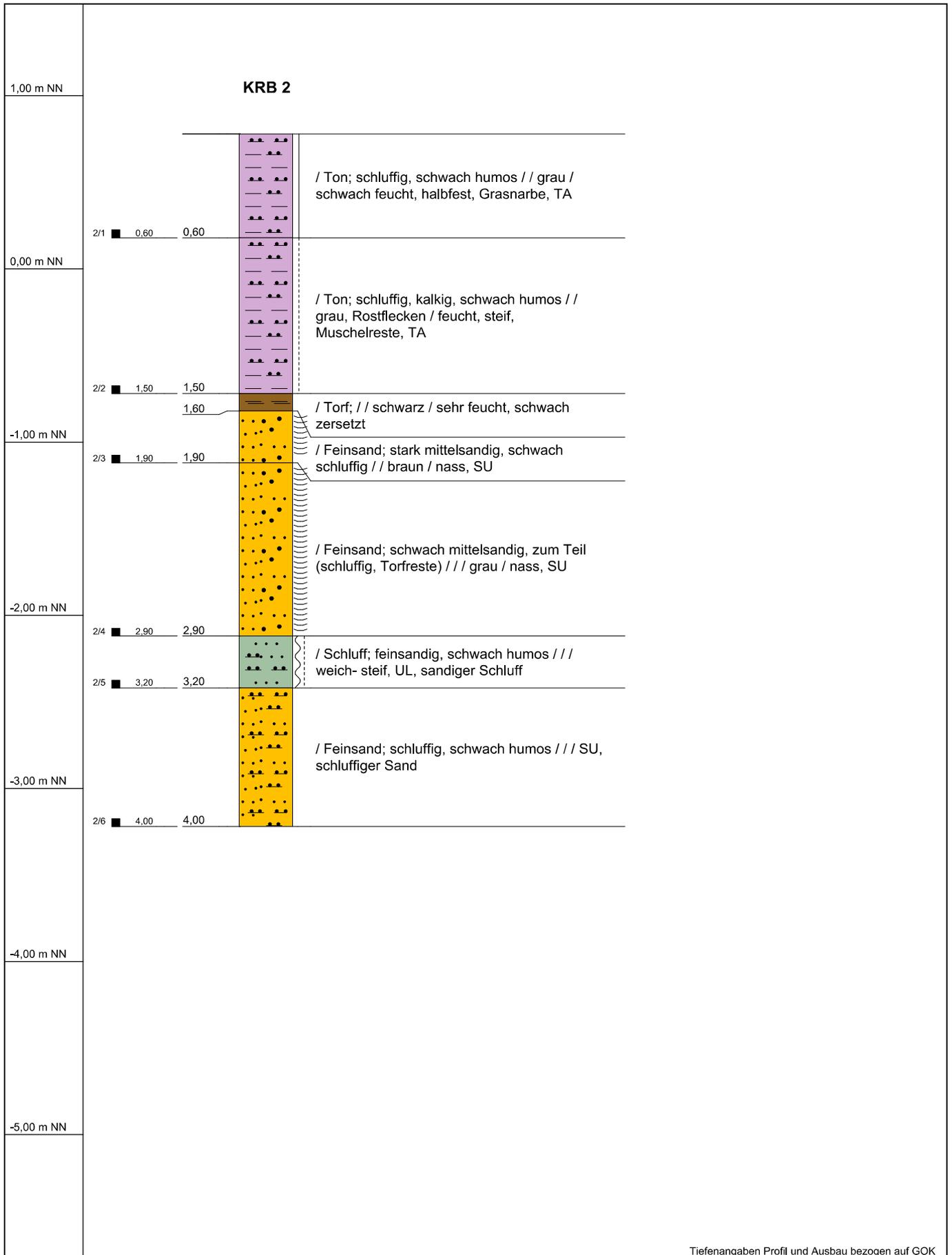
Bohrprofile mit Schichtenbeschreibung /
Rammsondierdiagramme



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

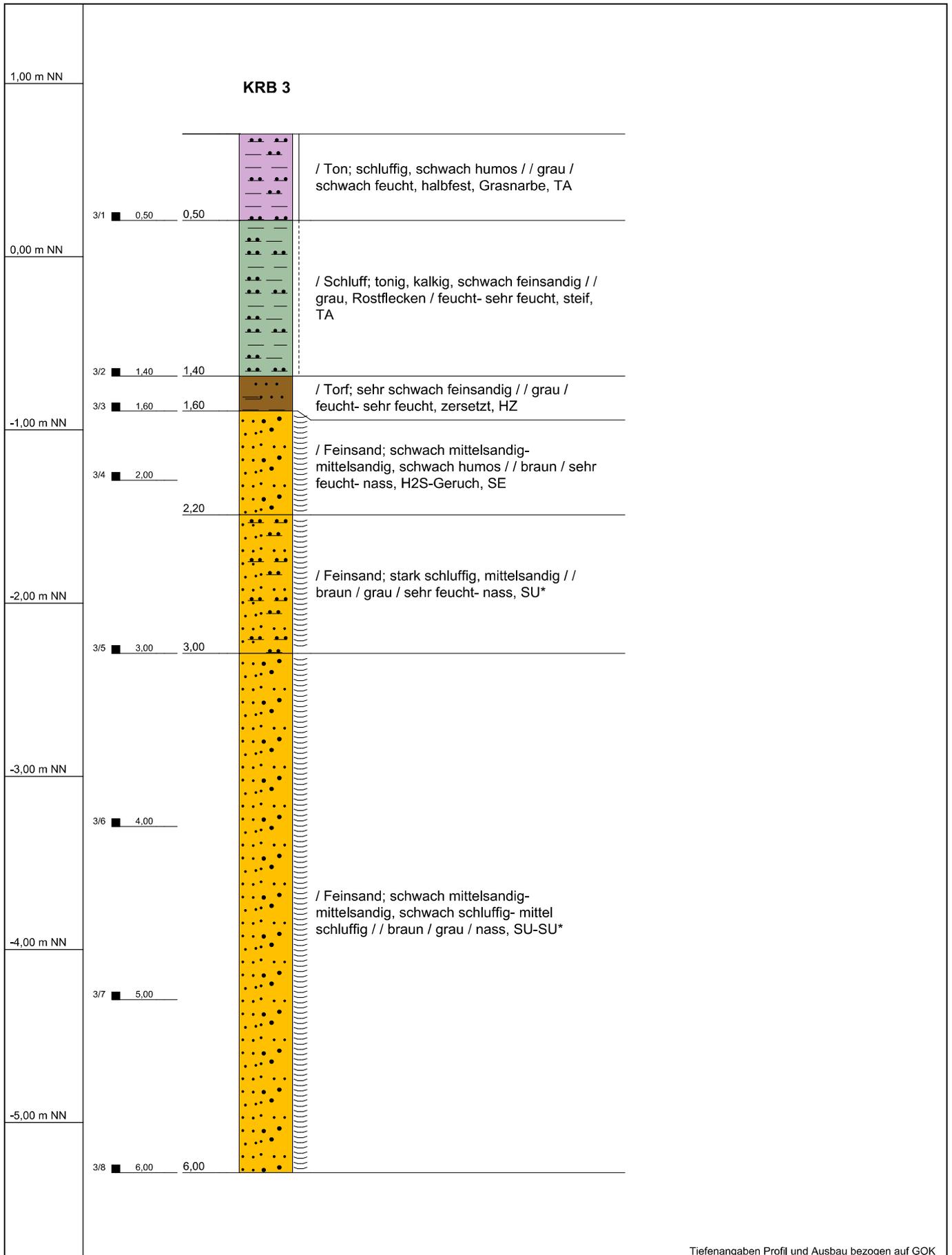
Name d. Bhrg.	KRB 1	RW: 380481
Ort der Bhrg.	2230_Norden_B-Plan_202	HW: 5938822
Autor	ILP / SF	Höhe NN: 0,56
Bearbeiter	ILP / PL	Datum: 28.04.2020
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30

INGENIEURBÜRO
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG
LINNEMANN
 Dr.-Munderloh-Str. 7, 27798 Hude-Wüstring
 www.buero-linnemann.de



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrng.	KRB 2	RW: 380552	 <p>INGENIEURBÜRO <small>BODEN WASSER ABFALL TIERHAU ERSCHLIESSUNG</small> LINNMANN Dr.-Munderloh-Strasse 7, 27798 Hude-Wüstring www.buero-linnemann.de</p>
Ort der Bhrng.	2230_Norden_B-Plan_202	HW: 5938693	
Autor	ILP / SF	Höhe NN: 0,78	
Bearbeiter	ILP / PL	Datum: 28.04.2020	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



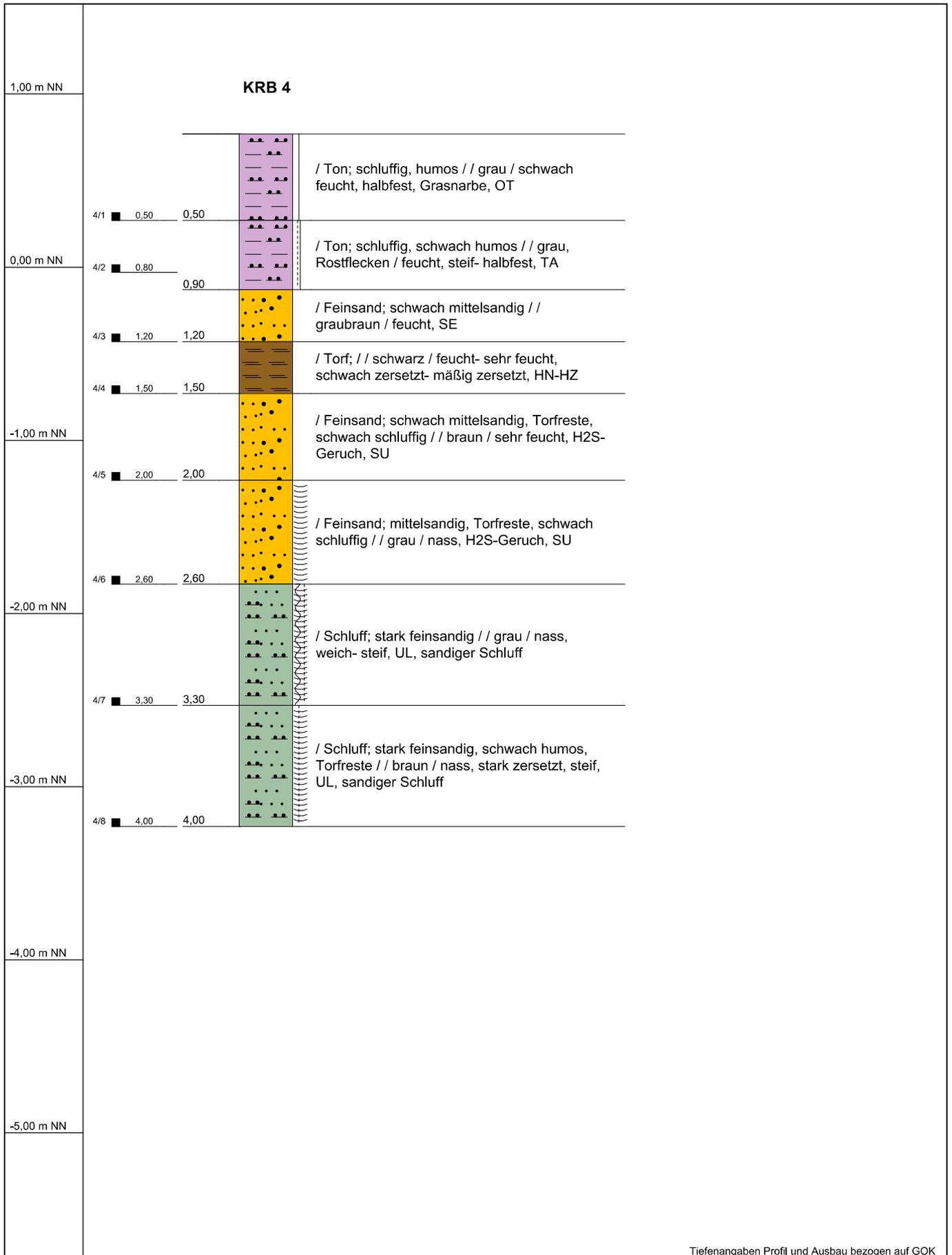
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrng.	KRB 3	RW: 380612
Ort der Bhrng.	2230_Norden_B-Plan_202	HW: 5938600
Autor	ILP / SF	Höhe NN: 0,71
Bearbeiter	ILP / PL	Datum: 28.04.2020
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30



INGENIEURBÜRO
BODEN | WASSER | ABFALL | TIERHAU | ERSCHLIEßUNG
LINNEMANN

Dr.-Munderloh-Str. 7, 27798 Hude-Wüstring
 www.buero-linnemann.de



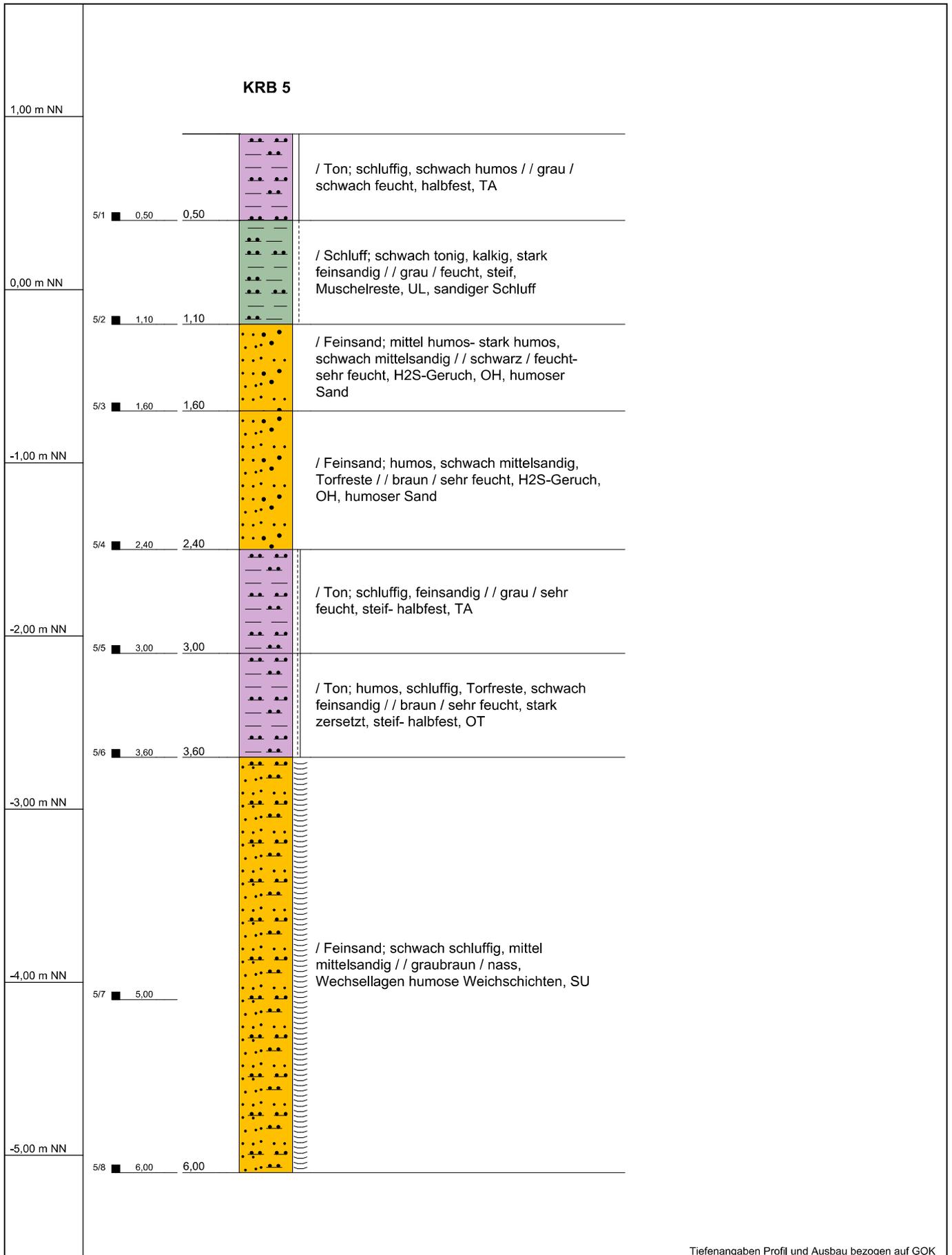
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrng.	KRB 4	RW: 380619
Ort der Bhrng.	2230_Norden_B-Plan_202	HW: 5938932
Autor	ILP / SF	Höhe NN: 0,77
Bearbeiter	ILP / PL	Datum: 28.04.2020
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30



INGENIEURBÜRO
BODEN | WASSER | ABFALL | TIERHAU | ERSCHLISSUNG
LINNMANN

Dr.-Munderloh-Str. 7, 27798 Hude-Wüstring
 www.buero-linnemann.de



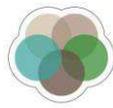
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	KRB 5	RW: 380675
Ort der Bhrg.	2230_Norden_B-Plan_202	HW: 5938846
Autor	ILP / SF	Höhe NN: 0,9
Bearbeiter	ILP / PL	Datum: 28.04.2020
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30



INGENIEURBÜRO
BODEN | WASSER | ABFALL | TIERHAU | ERSCHLIEßUNG
LINNEMANN

Dr.-Munderloh-Strasse 7, 27798 Hude-Wüstring
 www.buero-linnemann.de



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Anlage 4

Prüfbericht CUA-Emden



CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH - Zum Nordkai 16 - 26725 Emden

Ingenieurbüro Linnemann
Dr. Munderloh-Straße 7

27798 HUDE-WÜSTING

13. Mai 2020

PRÜFBERICHT 300420808e

Auftragsnr. Auftraggeber: 2230
Projektbezeichnung: Norden, Wigboldstraße
Probenahme: durch Auftraggeber am 28.04.2020
Probentransport: durch Auftraggeber
Probeneingang: 30.04.2020
Prüfzeitraum: 30.04. – 13.05.2020
Probennummer: 14939 – 14946 / 20
Probenmaterial: Boden
Verpackung: PE – Dose
Bemerkungen: Die Proben 14945 (KB 3/4) und 14946 (KB 4/5) sind Rückstellproben. Der Prüfbericht 300420808e ersetzt den Prüfbericht 300420808. Die Einheit im Eluat auf Seite 6 wurde korrigiert.

Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Regelungen zur Unterauftrag- und Fremdvergabe auf Seite 2. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die CUA Emden GmbH. Eventuell ausgewiesene Summen einzelner Parameter werden automatisch berechnet. Die Bildung der Summen erfolgt rein numerisch. Die angegebenen Stellen widerspiegeln keine Signifikanz. Die Bestimmungsgrenzen können matrix- / einwaagebedingt variieren.

Analysenbefunde: Seite 3 – 6
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

M. Sc. Andreas Broek
(stellv. Laborleiter)

Dr. Andreas Denhof
(Projektleiter)



Probenvorbereitung: ¹⁾		DIN 19747: 2009-07
Messverfahren: ¹⁾	Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03
	TOC (F)	DIN EN 13137: 2001-12
	Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039: 2005-01
	Cyanide (F)	DIN ISO 11262: 2012-04
	EOX	DIN 38414-17 (S17): 2014-04
	Aufschluss	DIN EN 13657: 2003-01
	Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08
	Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	PCB	DIN EN 15308: 2008-05
	PAK	DIN ISO 18287: 2006-05
	BTEX	DIN 38407-9 (F9): 1991-05
	LHKW	DIN EN ISO 10301 (F4,HS-GC/MS): 1997-08
	Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	pH-Wert (W,E)	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04
	el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Phenol-Index	DIN 38409-16 (H16): 1984-06
	Cyanide (W)	DIN 38405-13 (D13): 2011-04
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Säureneutralisierungskapazität	LAGA-Richtlinie EW 98 p
	Säurebildungspotenzial	gem. Handlungsempfehlung zur Bewertung von Aushubmaterial durch reduzierte anorganische Schwefelverbindungen GdFb, Stand 03.11.2009
	Netto-Säureneutralisierungskapazität	gem. Handlungsempfehlung zur Bewertung von Aushubmaterial durch reduzierte anorganische Schwefelverbindungen GdFb, Stand 03.11.2009
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2005-02
	Mangan	DIN EN ISO 11885 (E22): 2005-02

¹⁾ Laboratorien Dr. Döring GmbH



Labornummer	14939	14940	14941	14942
Analysennummer	126531	126532	126533	126534
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	85,6	79,1	44,6	81,8
TOC [%]	1,4	0,67	17,9	0,62
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	< 5	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	< 5	< 5	74	38
Cyanid, gesamt	< 0,05	< 0,05	0,09	< 0,05
EOX	0,4	0,3	0,5	0,2
Arsen	6,3	5,3	< 1,0	< 1,0
Blei	12	7,1	3,3	1,2
Cadmium	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chrom, gesamt	4,0	3,8	< 1,0	< 1,0
Kupfer	5,1	2,8	3,7	< 1,0
Nickel	6,2	5,3	2,9	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	16	15	15	2,2
PCB 28	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 52	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 101	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 138	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 153	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 180	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Summe PCB (6 Kong.)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	0,003	0,004	0,004	0,003
Acenaphthylen	< 0,001	0,001	< 0,001	0,005
Acenaphthen	0,002	0,005	0,005	0,004
Fluoren	0,001	0,005	0,003	0,005
Phenanthren	0,015	0,035	0,039	0,033
Anthracen	0,003	0,008	0,013	0,008
Fluoranthren	0,019	0,034	0,048	0,034
Pyren	0,014	0,025	0,036	0,024
Benzo(a)anthracen	0,008	0,015	0,007	0,014
Chrysen	0,008	0,013	0,004	0,014
Benzo(b)fluoranthren	0,013	0,019	0,027	0,015
Benzo(k)fluoranthren	0,005	0,007	0,011	0,005
Benzo(a)pyren	0,008	0,011	0,015	0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,007	0,009	0,003	0,005
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,001	0,001	0,003	0,001
Benzo(g,h,i)perylene	0,008	0,007	0,003	0,006
Summe PAK (EPA)	0,114	0,199	0,221	0,186



Labornummer	14939	14940	14941	14942
Analysennummer	126531	126532	126533	126534
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Benzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Toluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ethylbenzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Xylol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trimethylbenzole	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe BTEX	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinylchlorid	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dichlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-trans-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-cis-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,1-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chloroform	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibrommethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bromdichlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,2-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibromchlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tribrommethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe LHKW	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

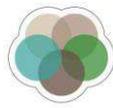


Labornummer	14939	14940	14941	14942
Analysennummer	126531	126532	126533	126534
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert (20°C)	8,8	8,4	7,5	7,8
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	48	86	149	61
Phenol-Index	< 10	< 10	< 10	< 10
Cyanid, gesamt	< 5	< 5	< 5	< 5
Chlorid	660	930	7.000	5.500
Sulfat	890	1.100	38.000	6.000
Arsen	< 2,0	2,8	< 2,0	< 2,0
Blei	0,8	0,9	< 0,2	0,5
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom, gesamt	1,8	0,9	0,5	1,8
Kupfer	5,0	2,7	11	2,7
Nickel	2,2	1,6	< 1,0	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	5,6	3,8	6,3	3,9



Labornummer	14943	14944		
Probenbezeichnung	KB 1 /3.1	KB 4 / 4		
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]		
Trockenmasse [%]	54,8	34,2		
Säureneutralisierungskapazität SNK _T	579	921		
Säurebildungspotential SBP _{CRS}	12	36		
Säurebildungspotential SBP _{Fe}	2,4	< 1,0		
Säurebildungspotential SBP _{Mn}	1,7	3,5		
Netto-Säureneutralisierungs- kapazität SNK _N	562,9	881,5		

Labornummer	14943	14944		
Probenbezeichnung	KB 1 /3.1	KB 4 / 4		
Dimension	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]		
pH-Wert (20°C)	7,0	7,0		
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	265	241		
Chlorid	81	38		
Sulfat	13	33		



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Anlage 5

Auswertung Chemie sulfatsaure Böden (2017)

Tabelle A2: Auswertung der Untersuchungsergebnisse zu sulfatsauren Böden

Auftraggeber: Claashen Verwaltung, Am Markt 32, 26506 Norden

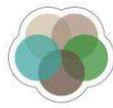
Vorhaben: Erschließung und Wohnbebauung, Norden

Projekt: Baugrunderkundung

Projekt-Nr.: 1963

Labornummer	Einheit	3934	3935	3936	3937	3938
Probe	[-]	BS2	BS7	BS10	BS11	BS13
Tiefe	[m u GOK]	2,2-2,6	2,6-2,7	3,4-3,7	1,8-2,0	2,7-3,2
Trockenmasse	[%]	80,1	78	66,4	79,9	78,4
Säureneutralisationskapazität SNK_T	[mmol/kg TS]	36	34	42	62	54
Chromreduzierbarer Schwefel CRS	[g/kg TS]	0,09	0,02	0,07	0,05	0,05
Säurebildungspotential SBP_{CRS}	[mmol/kg TS]	5,8	1,2	4,1	3,1	3,1
Säurebildungspotential SBP_{Fe}	[mmol/kg TS]	4,7	26	7,1	1,4	0,7
Säurebildungspotential SBP_{Mn}	[mmol/kg TS]	0,3	0,9	0,5	1,3	< 0,1
Netto-Säureneutralisationskapazität SNK_N (= $\sum SBP - SNK_T$)	[mmol/kg TS]	25,2	5,9	30,3	56,2	50,2
Einstufung	[-]	SNK_N > 0, nicht potentiell sauer				
Kriterium I „Zus. Untersuchung“ ($SNK_N < 10\% SNK_T$)	[-]	nein	nein	nein	nein	nein
Kriterium II „Zus. Untersuchung“ ($SNK_N < 30$ mmol/kg)	[-]	ja	nein*	nein	nein	nein
Kriterium III „oxisch lagern“ ($CRS < 1$ g/kg, $SNK_N > 0$ und I u. II erfüllt)	[-]	nein	ja*	ja	ja	ja
Kriterium IV „Verwertungsort prüfen“	[-]					

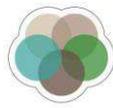
* Dies gilt nicht für Böden mit grundsätzlich geringer Säureneutralisationskapazität, wenn in allen Fällen der CRS-Gehalt unter der Bestimmungsgrenze von 0,075 g/kg lag (Einwaage Boden 2 g).



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Anlage 6

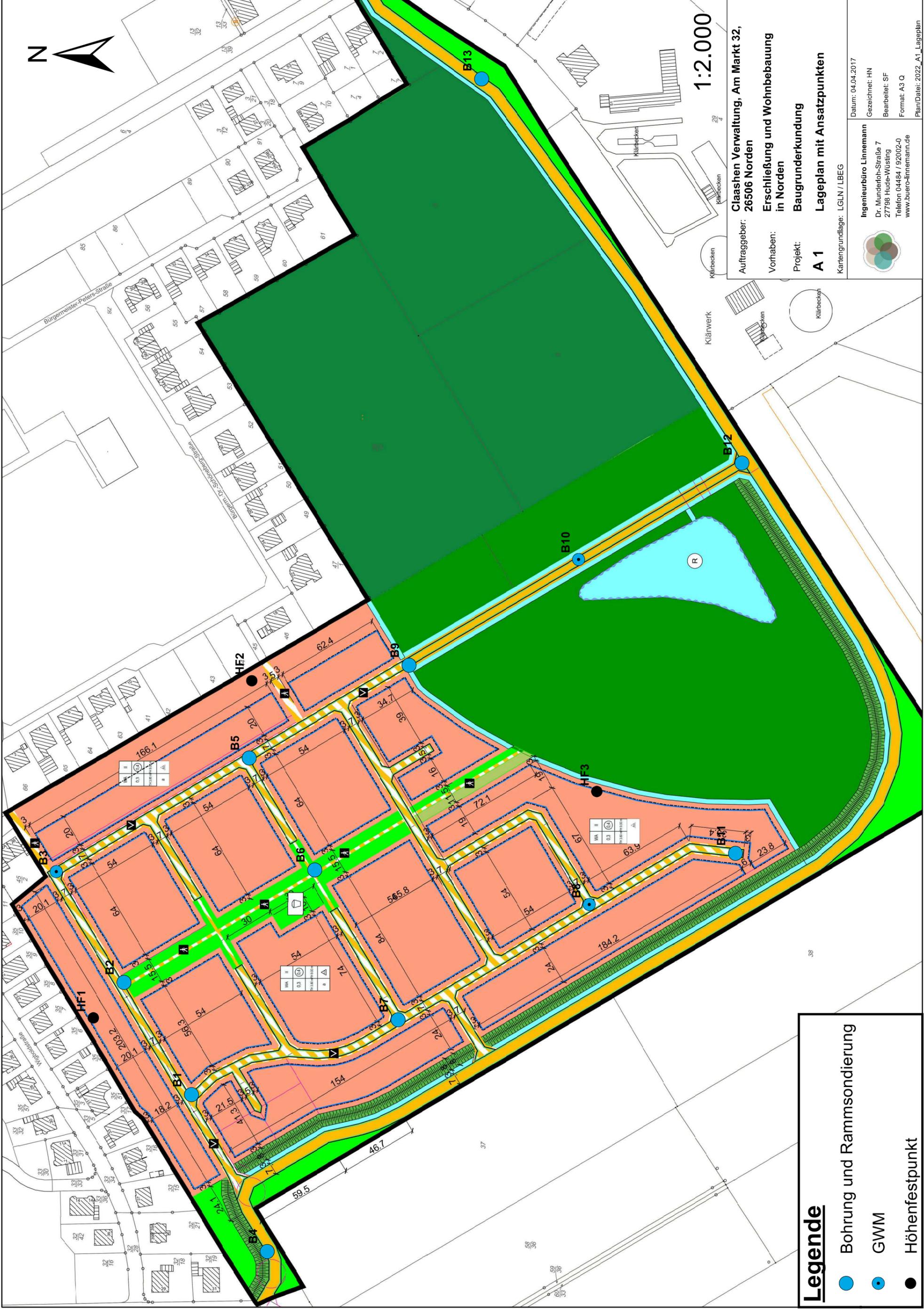
Protokoll Flügelscherversuch



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Anlage 7

Erkundungsergebnisse aus dem Jahr 2017 (ILP)



1:2.000

**Claaschen Verwaltung, Am Markt 32,
26506 Norden**
**Erschließung und Wohnbebauung
in Norden**
Baugrunderkundung
A 1 Lageplan mit Ansatzpunkten
 Kartengrundlage: LGLN / LBEG



Ingenieurbüro Linnemann
 Dr. Munderloh-Strasse 7
 27798 Hude-Wüstring
 Telefon 04484 / 92002-0
 www.buero-linnemann.de

Datum: 04.04.2017
 Gezeichnet: HN
 Bearbeitet: SF
 Format: A3 Q
 Plan/Datei: 2022_A1_Lageplan

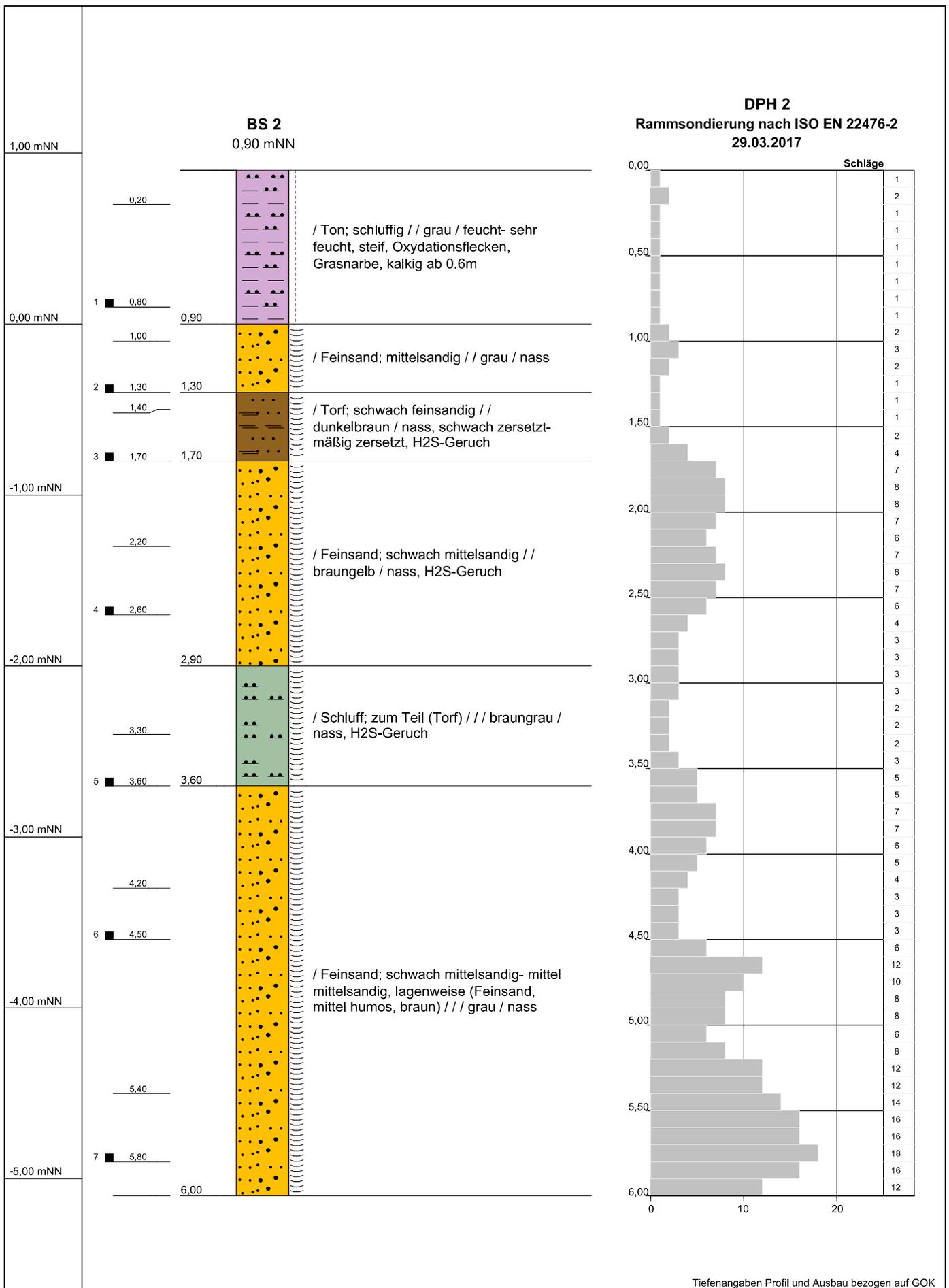
Legende

- Bohrung und Rammsondierung
- GWM
- Höhenfestpunkt

II	0.3	0.3	0.3	0.3
WA	II	0.3	0.3	0.3
PS	II	0.3	0.3	0.3
WA	II	0.3	0.3	0.3

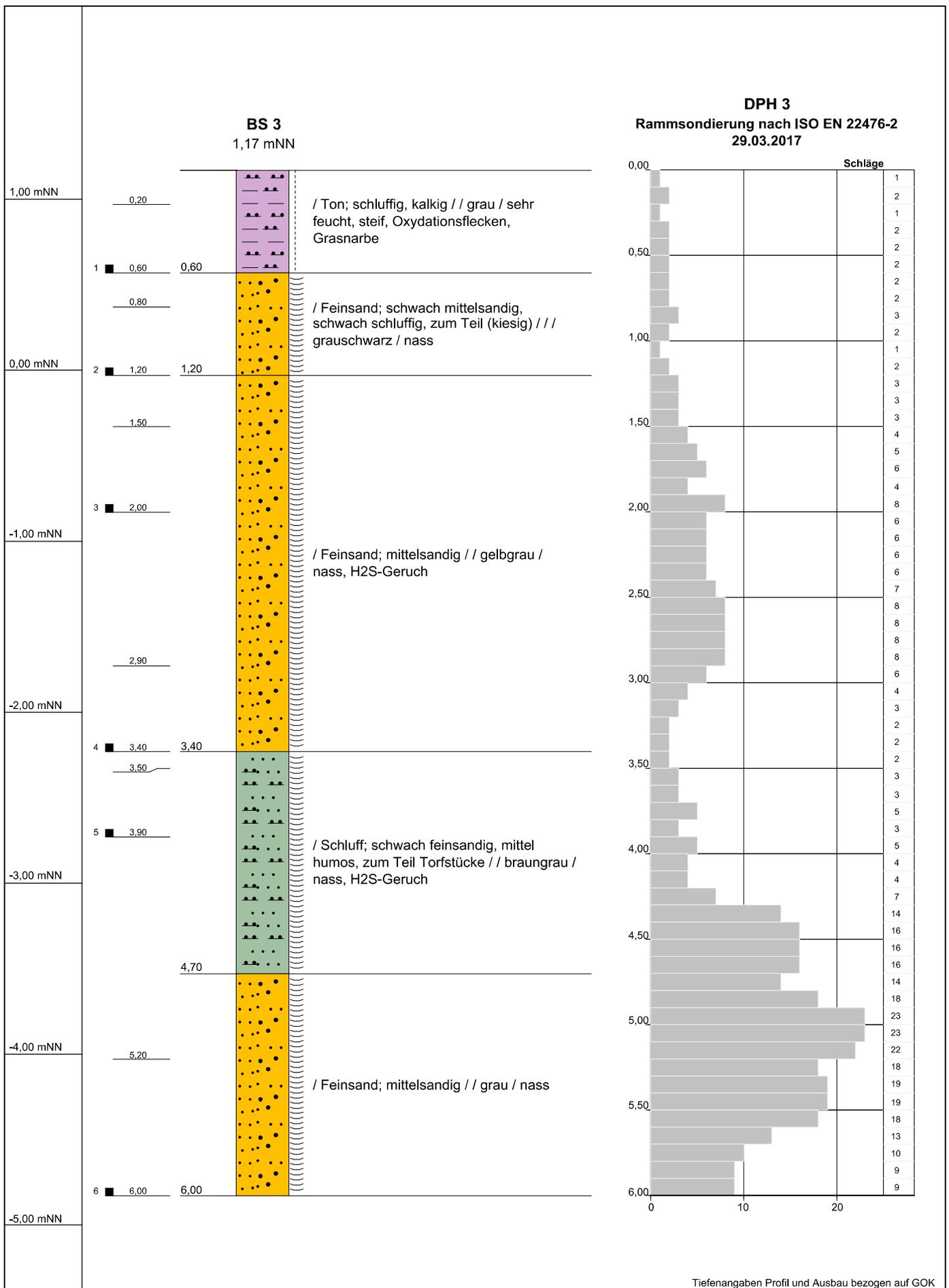
II	0.3	0.3	0.3	0.3
WA	II	0.3	0.3	0.3
PS	II	0.3	0.3	0.3
WA	II	0.3	0.3	0.3

II	0.3	0.3	0.3	0.3
WA	II	0.3	0.3	0.3
PS	II	0.3	0.3	0.3
WA	II	0.3	0.3	0.3



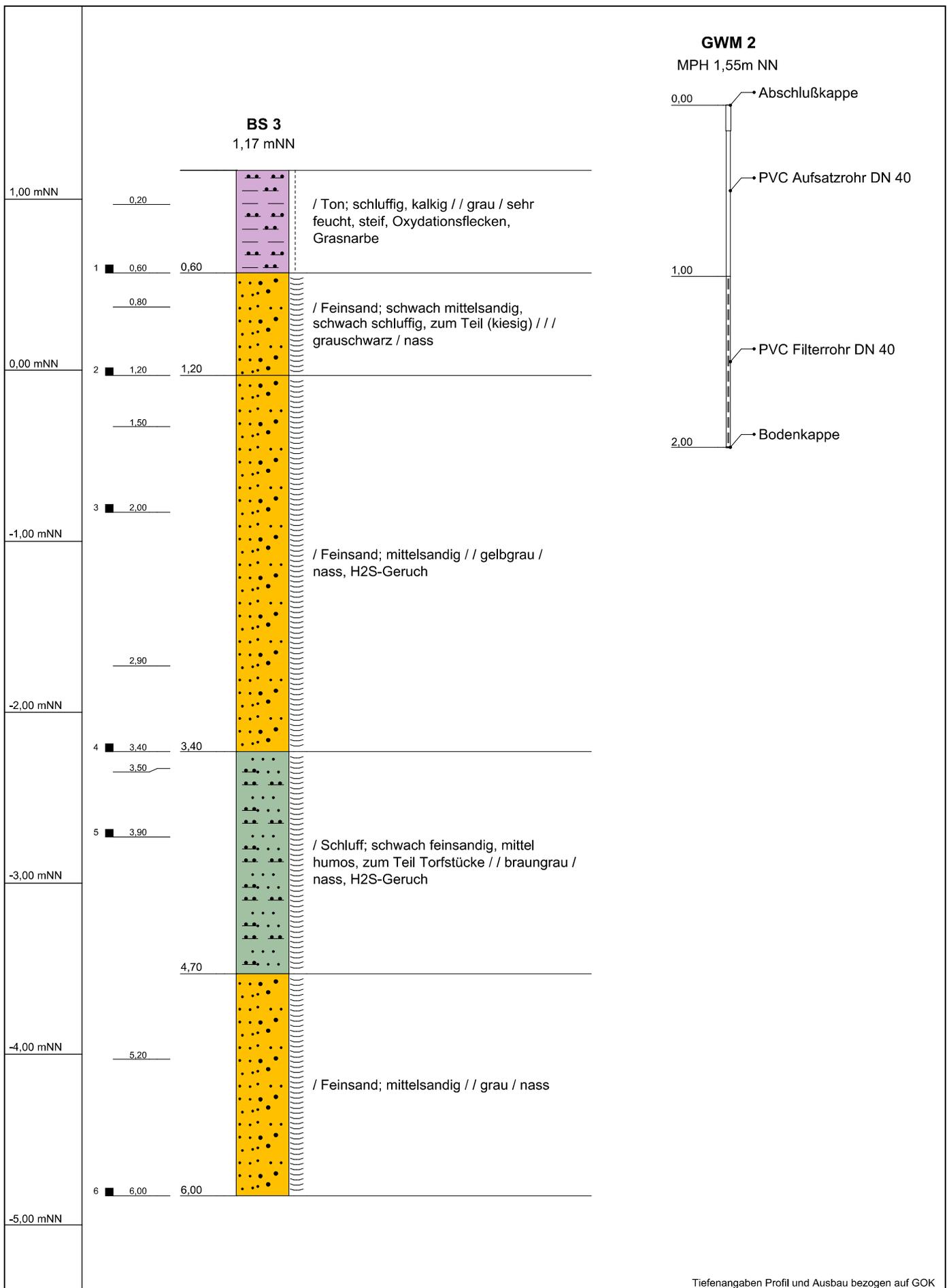
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 2	UTM-Rechtw.: 380521	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938940	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN.: 0,9	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



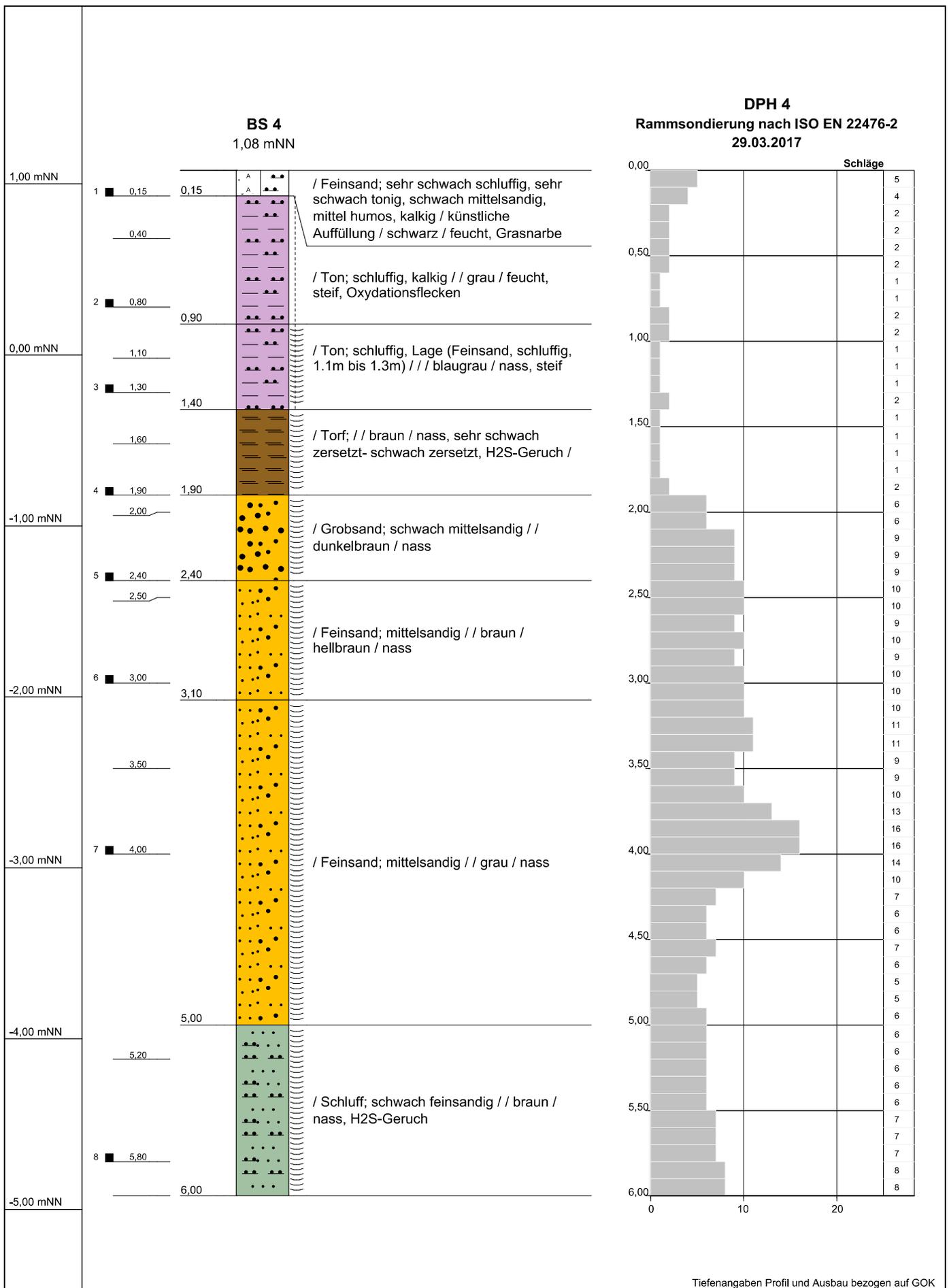
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 3	UTM-Rechtw.: 380588	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938981	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 1,17	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



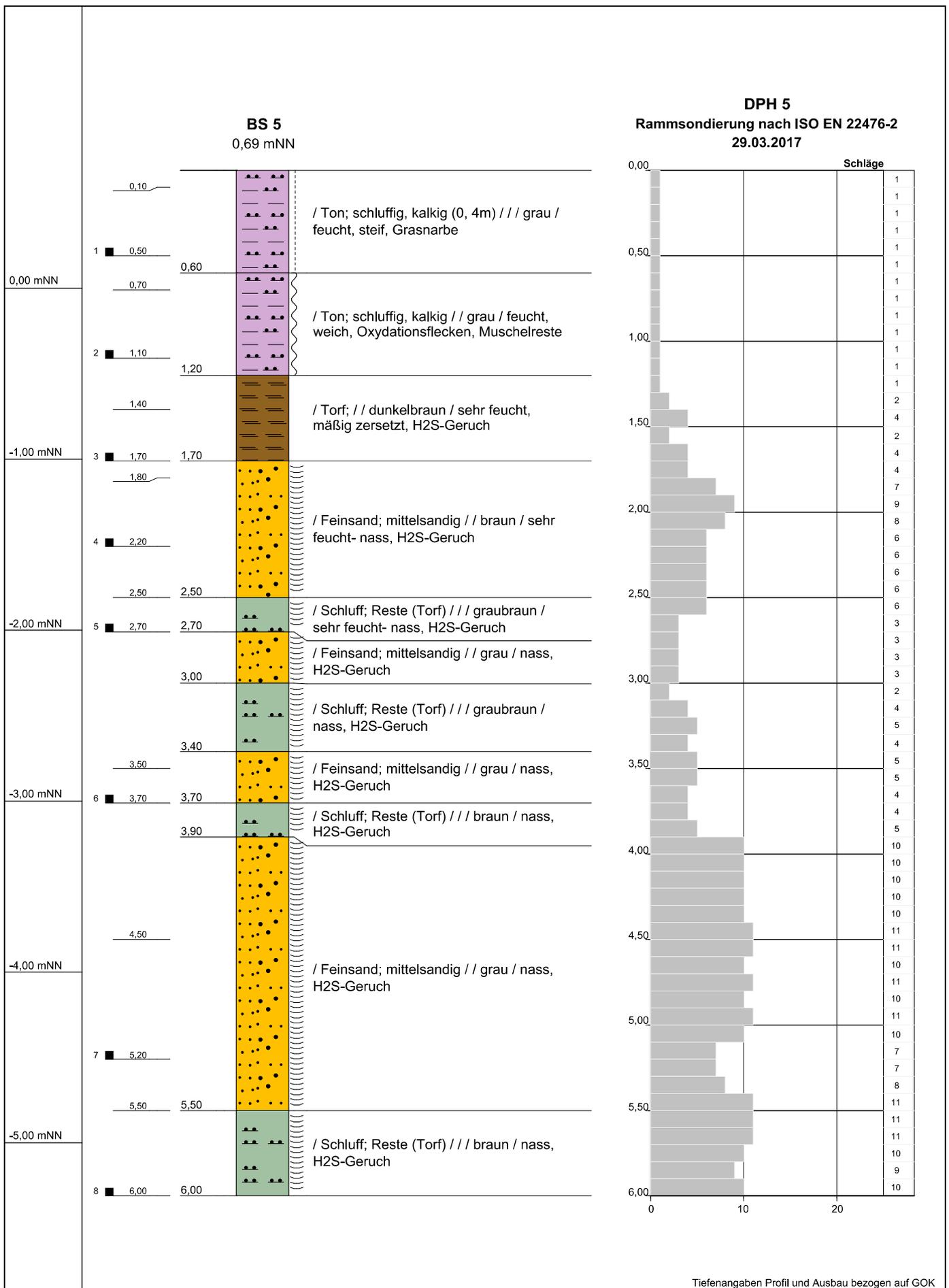
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 3	UTM-Rechtsw.: 380588	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938981	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 1,17	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



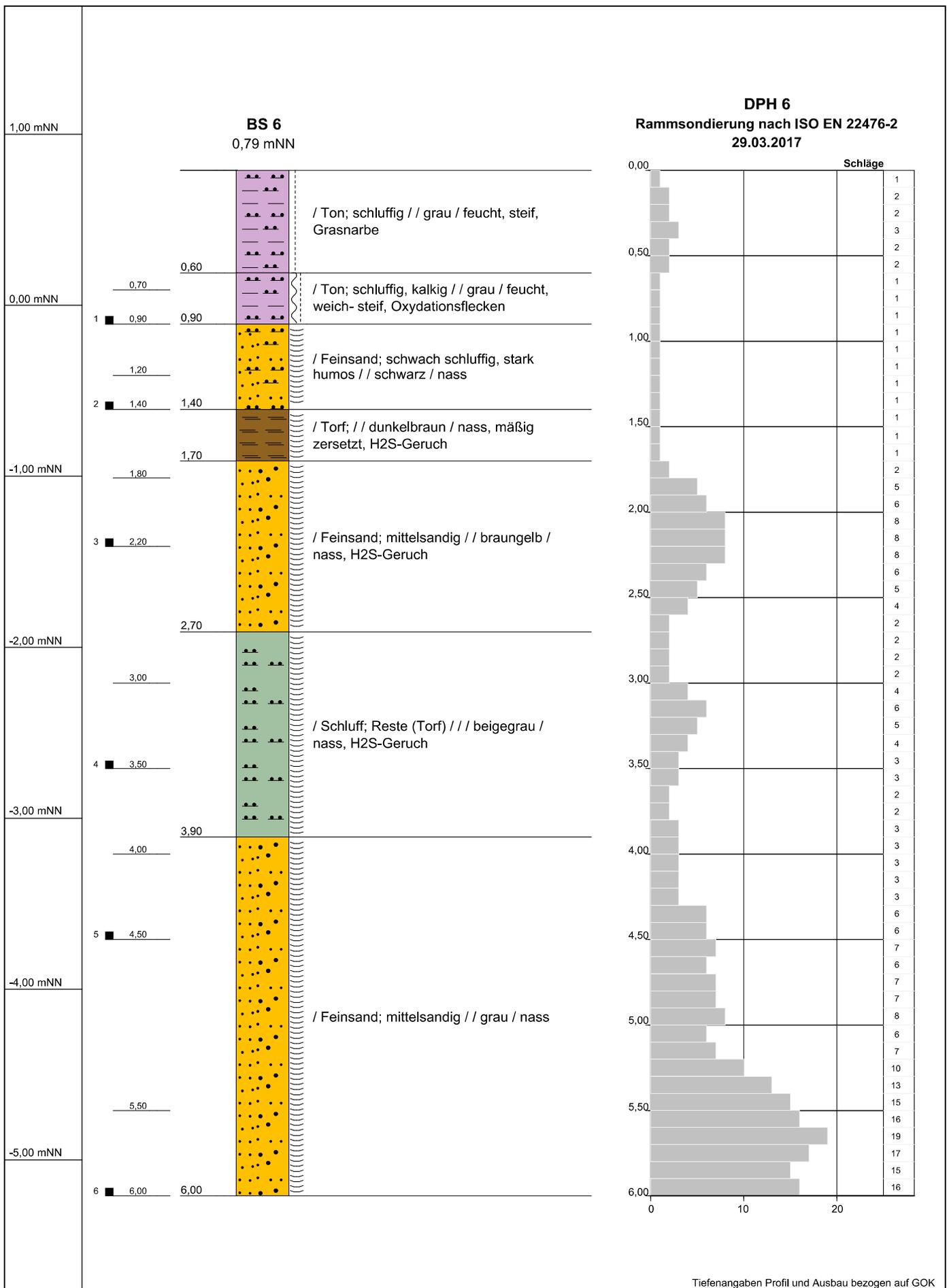
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 4	UTM-Rechtw.: 380359	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938854	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 1,08	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



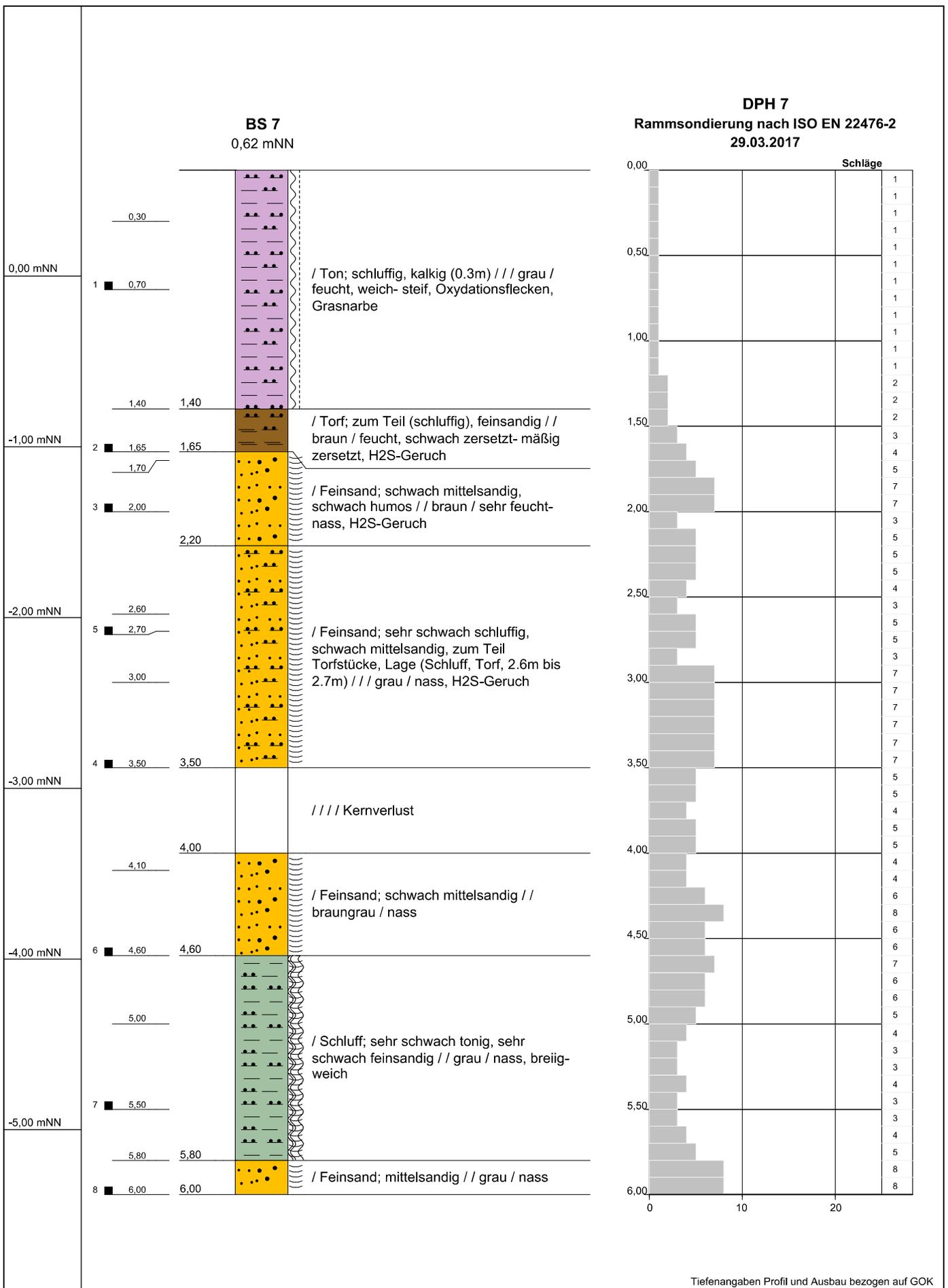
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrgr.	BS 5	UTM-Rechtsw.: 380656	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938864	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,69	
Autor	ILP: SF	Datum: 23.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



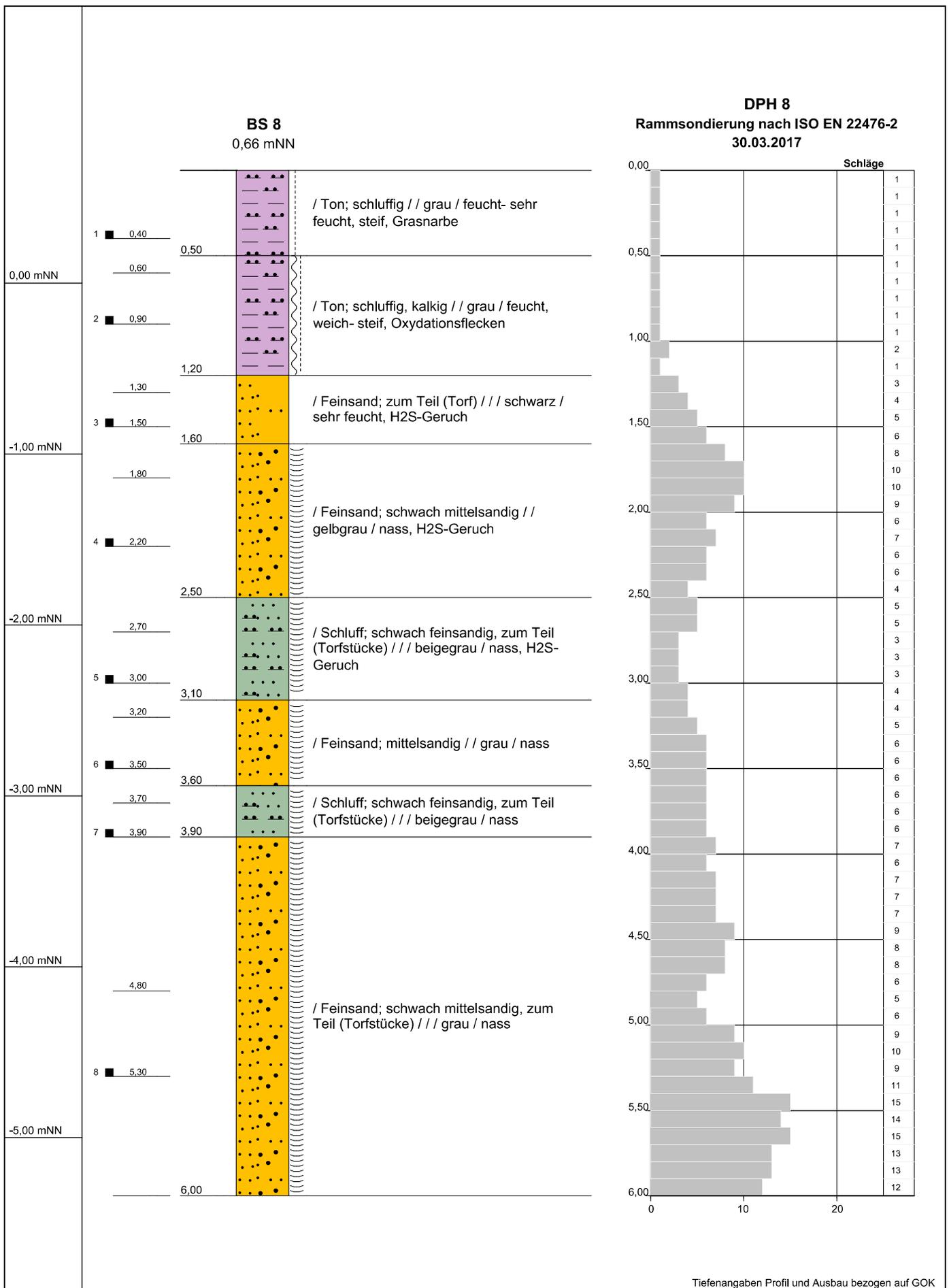
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 6	UTM-Rechtw.: 380589	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938825	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,79	
Autor	ILP: SF	Datum: 23.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



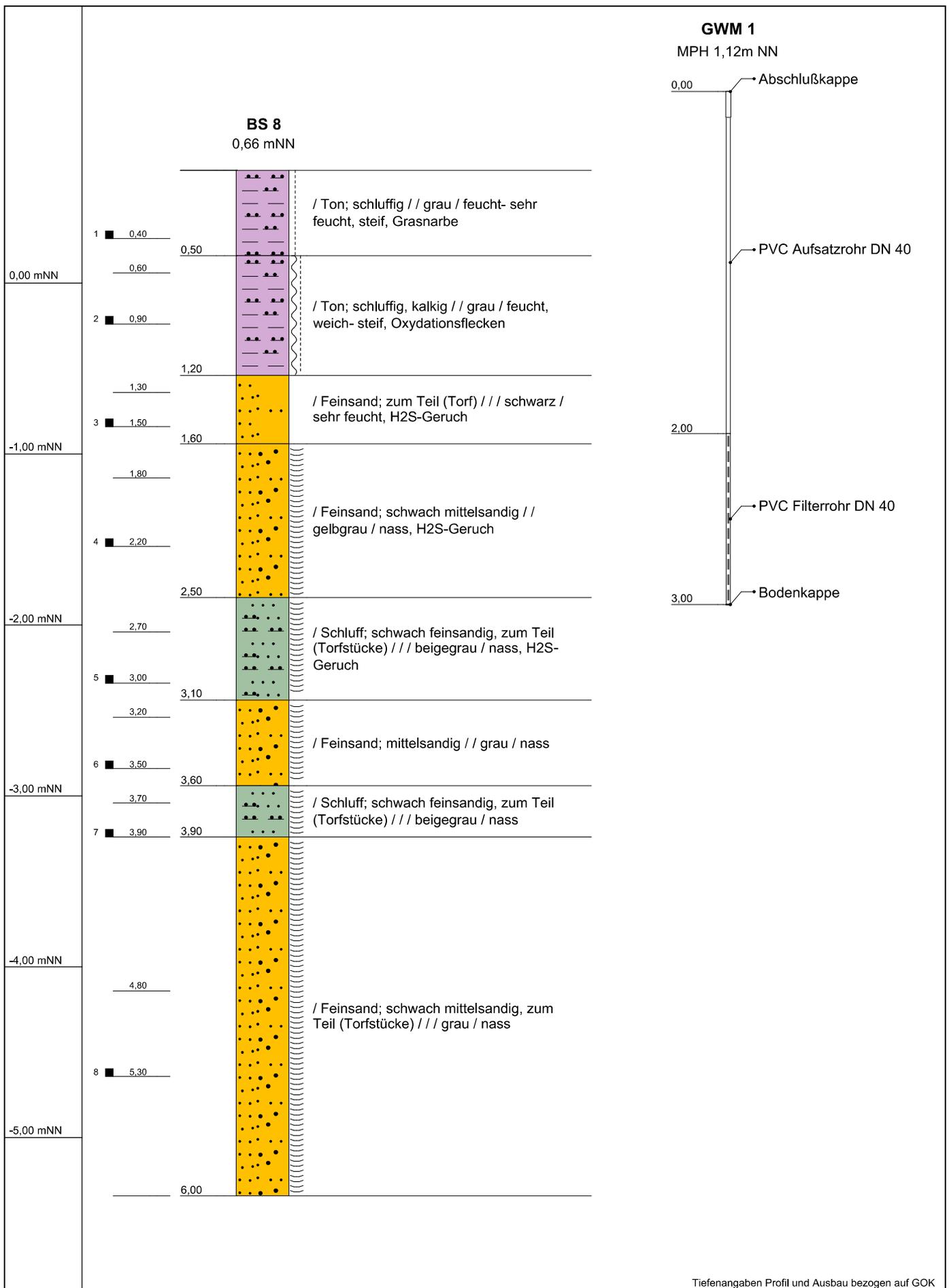
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 7	UTM-Rechtw.: 380498	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938775	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,62	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



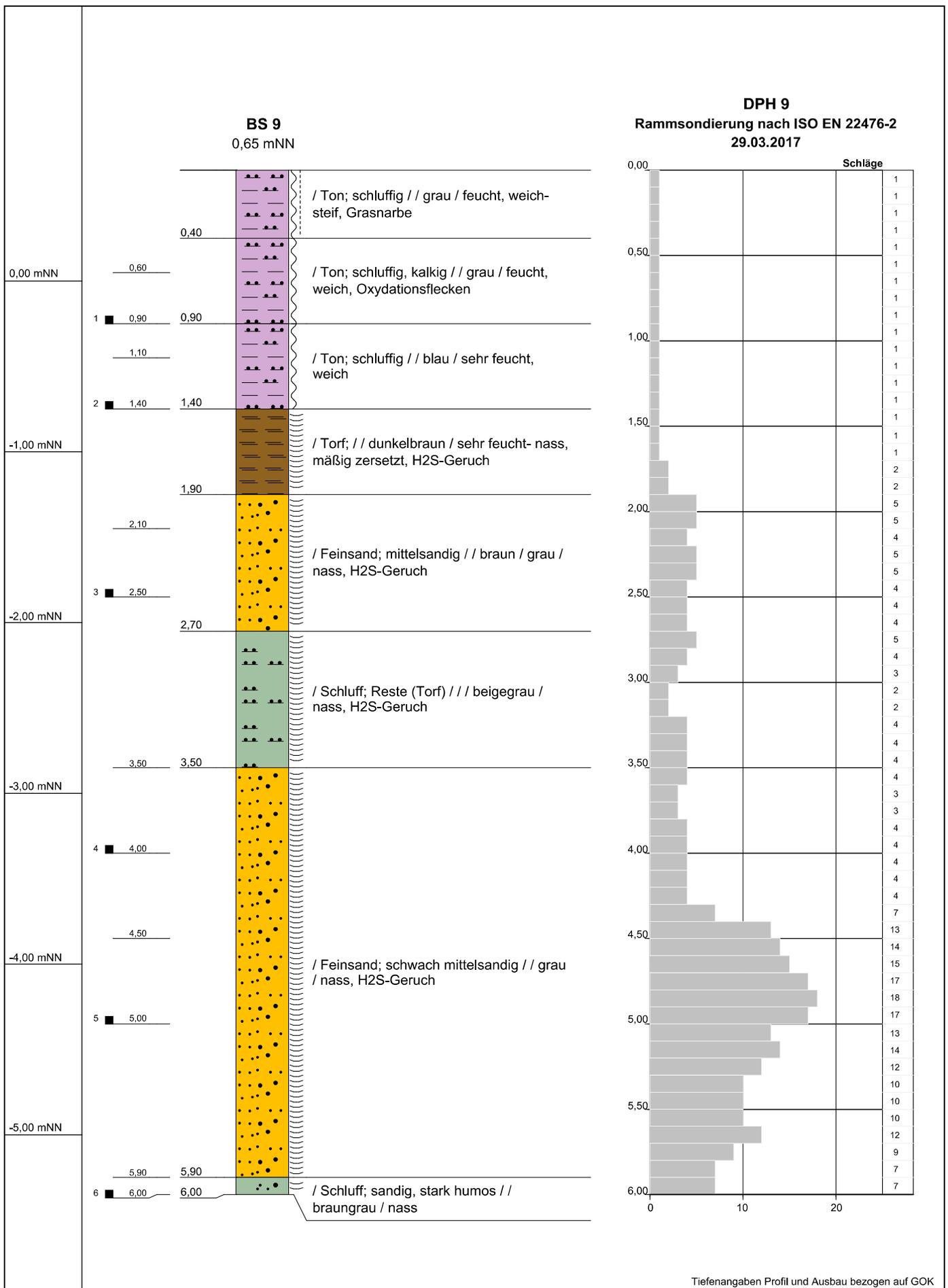
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 8	UTM-Rechtw.: 380568	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938660	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,66	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



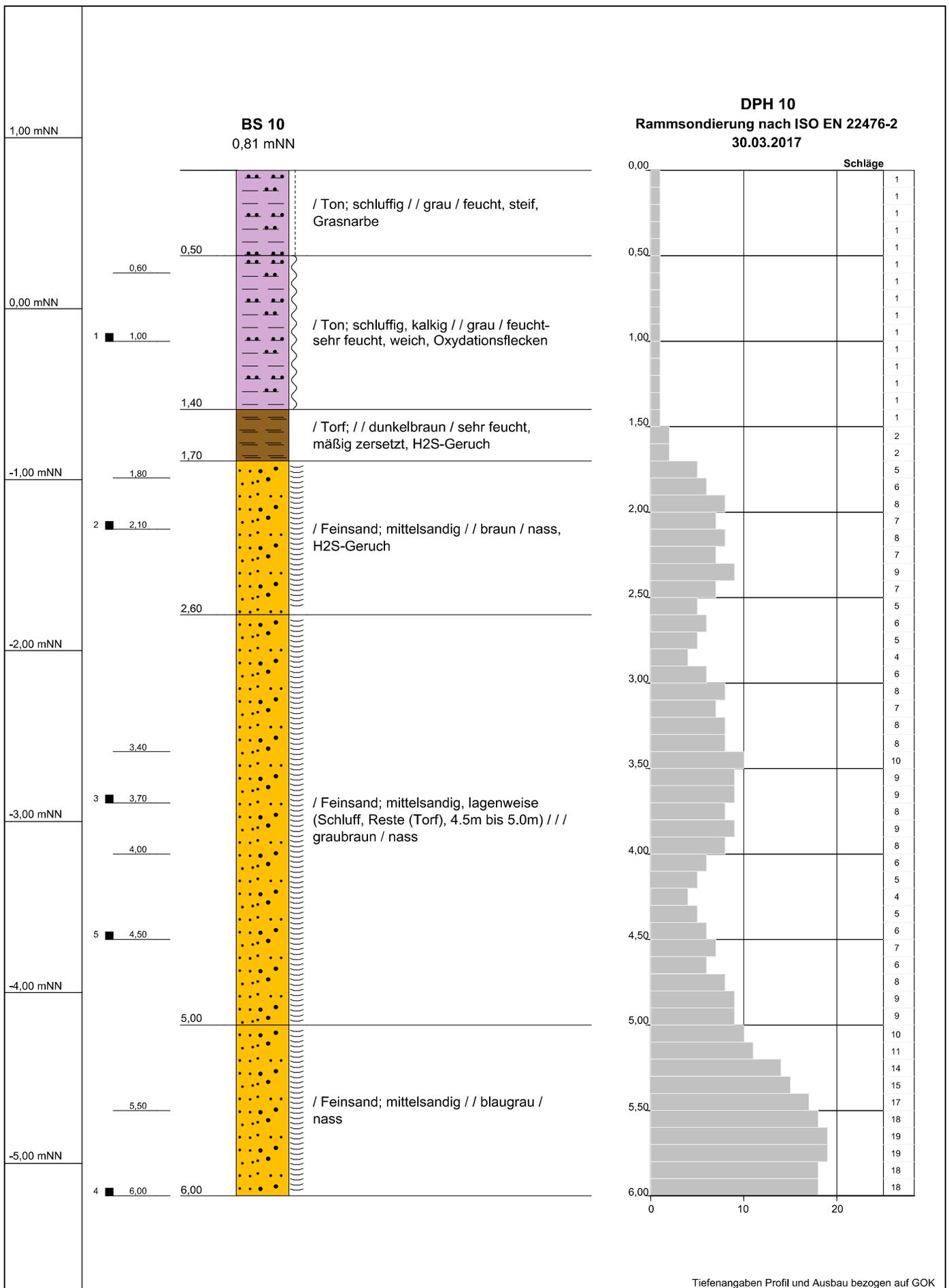
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 8	UTM-Rechtw.: 380568	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüsting Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938660	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,66	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



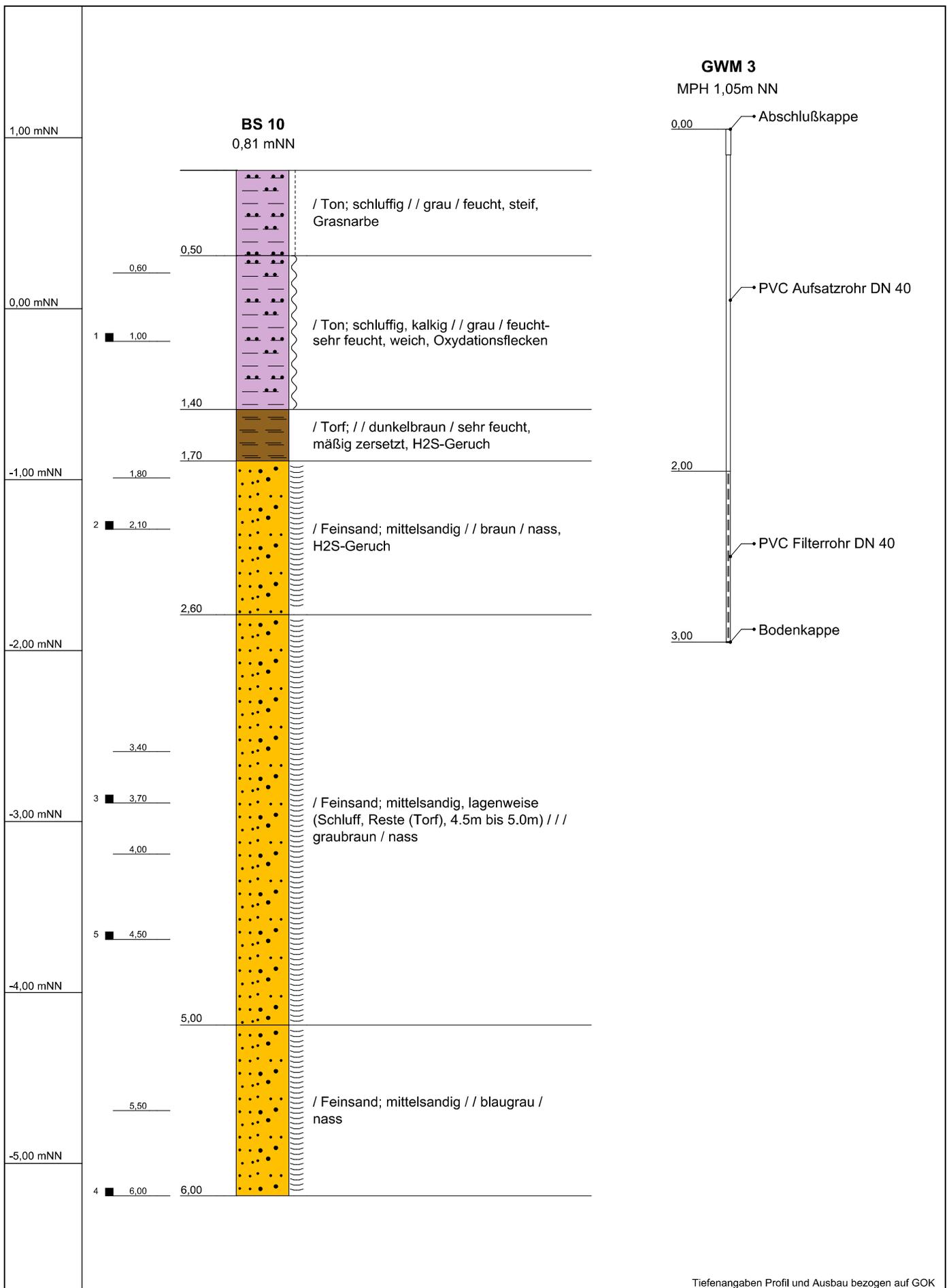
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 9	UTM-Rechtsw.: 380712	<h2 style="margin: 0;">Ingenieurbüro Linnemann</h2> <p style="margin: 0;">Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung</p> <p style="margin: 0;">Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring</p> <p style="margin: 0;">Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29</p>
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938768	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,65	
Autor	ILP: SF	Datum: 23.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



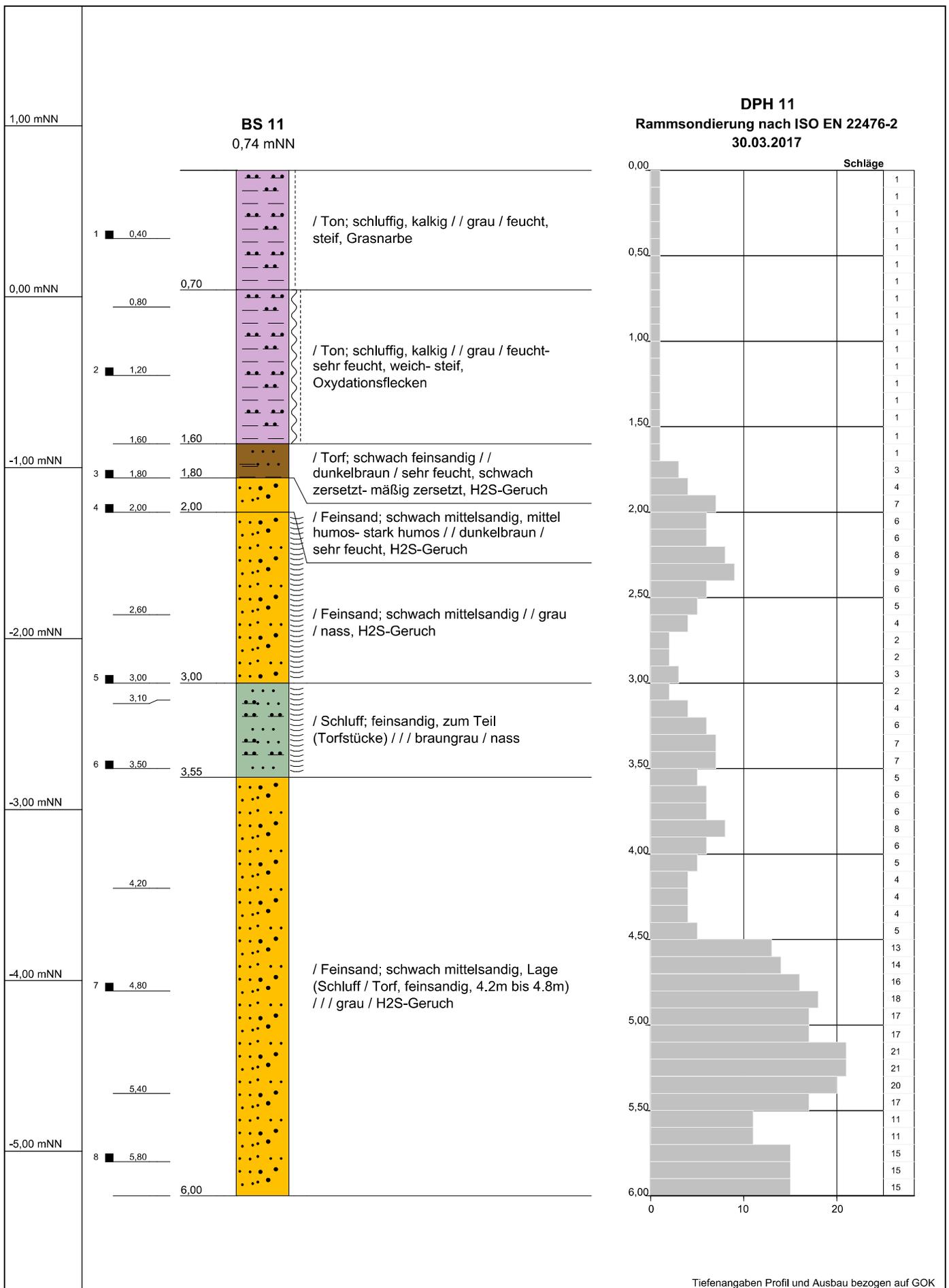
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 10	UTM-Rechtw.: 380776	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938666	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,81	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



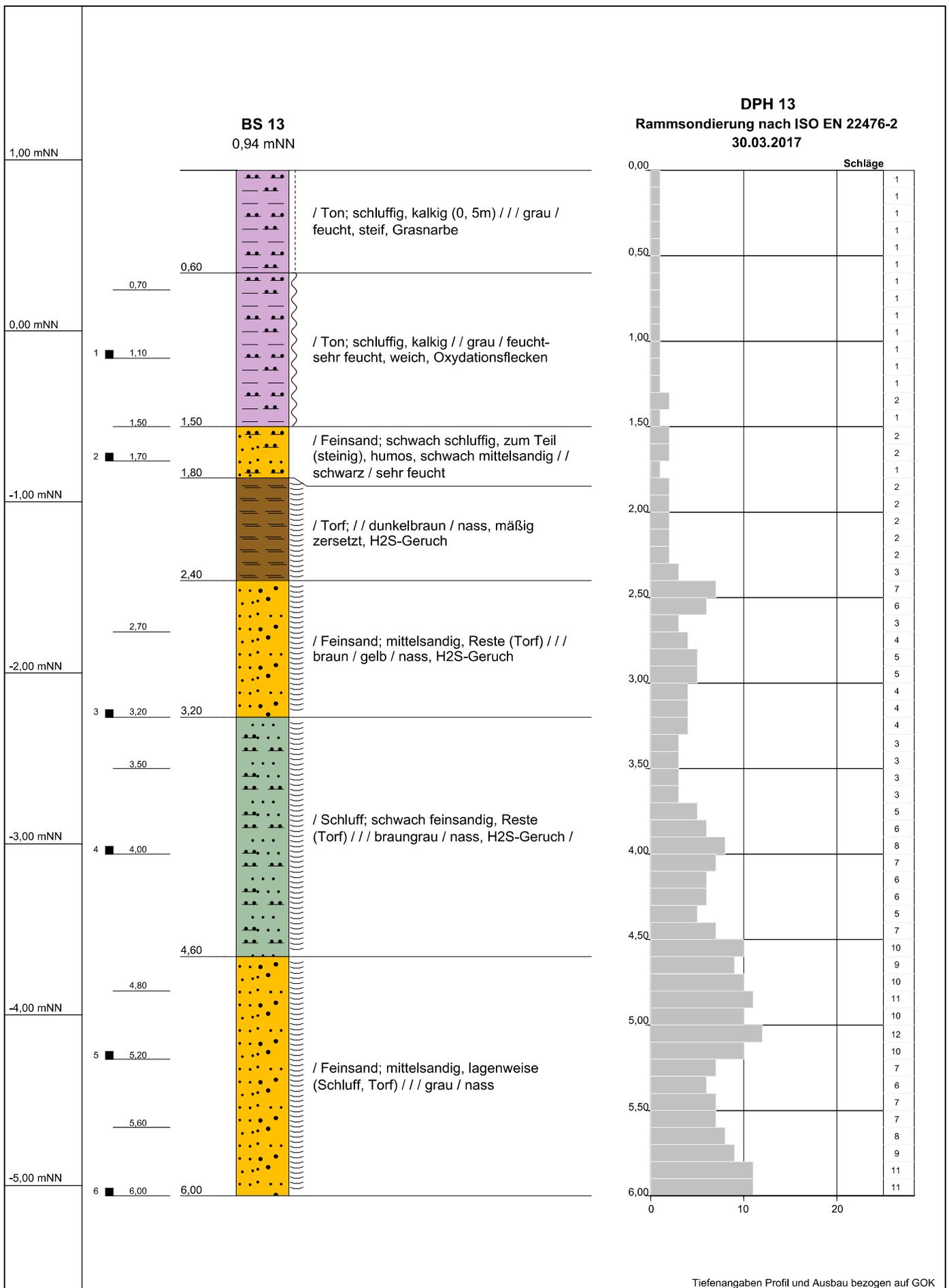
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 10	UTM-Rechtsw.: 380776	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938666	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,81	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



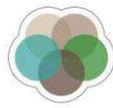
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrq.	BS 11	UTM-Rechtw.: 380599	Ingenieurbüro Linnemann Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938572	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,74	
Autor	ILP: SF	Datum: 22.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	BS 13	UTM-Rechtw.: 381065	<h2 style="margin: 0;">Ingenieurbüro Linnemann</h2> <p style="margin: 0;">Boden * Wasser * Abfall * Tiefbau * Erschließung</p> <p style="margin: 0;">Dr. -Munderloh-Straße 7 * 27798 Hude-Wüstring</p> <p style="margin: 0;">Tel. 04484/92002-0 * Fax 04484/92002-29</p>
Auftraggeber	Claashen Verwaltung, Norden	UTM-Hochw.: 5938725	
Projekt	1963 Norden B-Plan südl. Wigboldstr	Höhe NN: 0,94	
Autor	ILP: SF	Datum: 23.03.2017	
Bohrfirma	Ing.-büro Linnemann	Maßstab : 1:30	



INGENIEURBÜRO LINNEMANN
BODEN | WASSER | ABFALL | TIEFBAU | ERSCHLIESSUNG

Tabellen

Tabelle A1: Probendokumentation Boden/Feststoff

Auftraggeber: Claashen Verwaltung und Erbgemeinschaft Ennen
Standort: Erschließung und Wohnbebauung, Bebauungsplan Nr. 202, „Südlich Wigboldstraße“, Norden
Projekt: Weitergehende Baugrunderkundung und Gründungsberatung
Projekt-Nr.: 2230

Bohrung / Probennr.	Tiefenbereich		Bodenart			PN- System	Mischprobe (MP)	Labornr.	R	A	Erstellung Mischprobe	LAGA	Analytik-Feststoff			
	von [m u. GOK]	bis [m u. GOK]	Korngröße	Bezeichnung	System								SNK	SBP/CRS	SBP/Fe	SBP/Mn
Proben vom 28.05.2020, Probenehmer ILP; Probenübergabe an Kurier 29.05.2020																
KRB 1																
1/1	0,00	0,50	T	Klei	KRB	MP 1										
1/2	0,50	1,20	T	Klei	KRB	MP 2										
1/3	1,20	2,00	H	Klei	KRB	MP 3			x			x	x			
1/4	2,00	2,70	fS z.T.H	Sand mit Torf	KRB	MP 4										
1/5	2,70	4,00	fS	Sand	KRB	MP 4										
1/6	4,00	5,00	fS	Sand	KRB											
1/7	5,30	6,00	T	Sand	KRB											
KRB 2																
2/1	0,00	0,60	T	Klei	KRB	MP 1										
2/2	0,60	1,50	T	Klei	KRB	MP 2										
2/3	1,60	1,90	fS	Sand	KRB	MP 4										
2/4	1,90	2,90	fS	Torf	KRB	MP 4										
2/5	2,90	3,20	fS z.T.H	Sand mit Torf	KRB											
2/6	3,20	4,00	fS z.T.H	Sand mit Torf	KRB											
KRB 3																
3/1	0,00	0,50	T	Klei	KRB	MP 1										
3/2	0,50	1,40	T	Klei	KRB	MP 2										
3/3	1,40	1,60	H	Torf	KRB	MP 3										
3/4	1,60	2,00	fS	Sand	KRB	MP 4										
3/5	2,20	3,00	fS	Sand	KRB	MP 4			x							
3/6	3,00	4,00	fS	Sand	KRB											
3/7	4,00	5,00	fS	Sand	KRB											
3/8	5,00	6,00	fS	Sand	KRB											

Bohrung / Probennr.	Tiefenbereich		Bodenart			PN- System	Mischprobe (MP)	Labornr.	R	A	Erst- Mischprobe	LAGA	Analytik-Feststoff						
	von [m u. GOK]	bis [m u. GOK]	Korngröße	Bezeichnung	SNK								SBP/CRS	SBP/Fe	SBP/Mn				
KRB 4																			
4/1	0,00	0,50	T	Klei	KRB	MP 1													
4/2	0,50	0,80	T	Klei	KRB	MP 2													
4/3	0,90	1,20	fS	Sand	KRB														
4/4	1,20	1,50	H	Torf	KRB	MP 3			X				X	X					
4/5	1,50	2,00	fS	Sand	KRB	MP 4			X										
4/6	2,00	2,60	fS	Sand	KRB	MP 4													
4/7	2,60	3,30	T	Ton	KRB														
4/8	3,30	4,00	T	Ton z.T. Torf	KRB														
KRB 5																			
5/1	0,00	0,50	T	Klei	KRB	MP 1													
5/2	0,50	1,10	T	Klei	KRB	MP 2													
5/3	1,10	1,60	H	Torf	KRB	MP 3													
5/4	1,60	2,40	fS	Sand	KRB	MP 4													
5/5	2,40	3,00	T	Ton	KRB														
5/6	3,00	3,60	T	Ton z.T. Torf	KRB														
5/7	3,60	5,00	fS	Sand	KRB														
5/8	5,00	6,00	fS	Sand	KRB														
MP 1	0,00	0,50	T	Klei	KRB						X	X							
MP 2	0,50	1,50	T	Klei	KRB						X	X							
MP 3	1,20	2,00	H	Torf	KRB						X	X							
MP 4	1,50	3,00	fS	Sand	KRB						X	X							
Summe									2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2

Legende:

- SNK = Säureneutralisationskapazität (titrimetrisch)
- SBP/CRS = Säurebildungspotential (chromreduzierter Schwefel)
- SBP/Fe = Säurebildungspotential Eisen
- SBP/Mn = Säurebildungspotential Mangan
- R = Rückstellprobe
- A = Einzelprobe für Analyse

Tabelle 2: Zuordnung der Analyseergebnisse gem. LAGA TR Boden (2004)

Auftraggeber: Claashen Verwaltung und Erbegemeinschaft Ennen

Bauvorhaben: Erschließung und Wohnbebauung, Bebauungsplan Nr. 202

Projekt: Weitergehende Baugrunderkundung und Gründungsberatung

Projekt-Nr.: 2230

Bezeichnung	Einheit	MP1	MP2	MP3	MP4	Z0 (Sand)	Z0 (Ton)	Z0 (Schluff)	Z0*	Z1	Z2
Untersuchung im Feststoff						Zuordnungswerte TR Boden					
Probenahmetiefe	m	0,0 - 0,5	0,5 - 1,5	1,2 - 2,0	1,5 - 3,0						
Hauptbodenart	-	Ton	Ton	Torf	Sand						
Arsen (As)	mg/kg	6,3	5,3	<1,0	<1,0	10	20	15	15	45	150
Blei (Pb)	mg/kg	12	7,1	3,3	1,2	40	100	70	140	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	1,5	1	1	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg	4	3,8	<1,0	<1,0	30	100	60	120	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg	5,1	2,8	3,7	<1,0	20	60	40	80	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg	6,2	5,3	2,9	<1,0	15	70	50	100	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1	0,5	1,0	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	1	0,7	0,7	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg	16	15	15	2,2	60	200	150	300	450	1500
Cyanide, gesamt	mg/kg	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	-	-	-	-	3	10
TOC #	Ma.-%	1,4	0,67	17,9	0,62	0,5	0,5	0,5	1	1,5	5
EOX	mg/kg	0,4	0,3	0,5	0,2	1	1	1	1	3	10
KW C10-C22	mg/kg	<5	<5	<5	<5	-	-	-	200	300	1000
KW C10-C40	mg/kg	<5	<5	74	38	100	100	100	400	600	2000
Summe BTEX	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
Summe LHKW	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
Summe 6 DIN-PCB	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5
Benzo[a]pyren	mg/kg	0,008	0,011	0,015	0,01	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3
Summe 16 PAK _{EPA}	mg/kg	0,114	0,119	0,221	0,186	3	3	3	3	3 (9) ¹	30
Einstufung Feststoff:		Z 0	Z 0	Z 0	Z 0						
Untersuchung im Eluat						Z0/ Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2		
pH-Wert		8,8	8	8	7,9	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12		
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	48	86	149	61	250	250	1500	2000		
Chlorid (Cl ⁻)	mg/l	0,66	0,93	7	5,5	30	30	50	100		
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	0,89	1,1	38	6	20	20	50	200		
Cyanide, gesamt	µg/l	<5	<5	<5	<5	5	5	10	20		
Arsen (As)	µg/l	<2,0	2,8	<2,0	<2,0	14	14	20	60		
Blei (Pb)	µg/l	0,8	0,9	<0,2	0,5	40	40	80	200		
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,5	1,5	3	6		
Chrom (Cr)	µg/l	1,8	0,9	0,5	1,8	12,5	12,5	25	60		
Kupfer (Cu)	µg/l	5	2,7	11	2,7	20	20	60	100		
Nickel (Ni)	µg/l	2,2	1,6	<1,0	<1,0	15	15	20	70		
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	1	2		
Zink (Zn)	µg/l	5,6	3,8	6,3	3,9	150	150	200	600		
Phenolindex	µg/l	<10	<10	<10	<10	20	20	40	100		
Einstufung Eluat:		Z 0	Z 0	Z 1.2	Z 0						
Gesamteinstufung Feststoff/ Eluat:		Z 0	Z 0	Z 1.2	Z 0						

Legende:

¹ = Im Einzelfall (hydraulisch günstige Deckschichten) kann der in Klammern angegebene Wert angewandt werden.

= Für TOC erfolgt hier eine Beurteilung nach LAGA, allerdings keine Berücksichtigung in der Zuordnung, wenn es sich um natürliche Bestandteile handelt (s. Text).

Anlagenpaket B

Ergebnisse der Laboranalysen und Feldflügelsondierungen
(Schmitz + Beilke Ingenieure)

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erschließung B-Plan 202

Wigboldstraße in Norden

Bearbeiter: Schellig

Datum: 25.06.2020

Projektnummer: 20.194.21

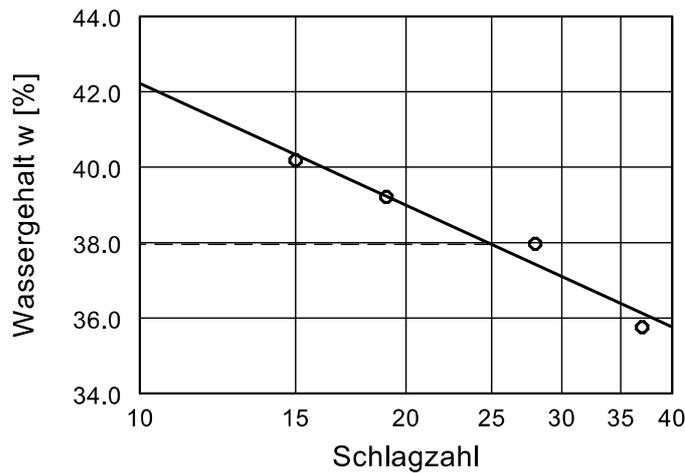
Entnahmestelle: KRB 2 GP 2

Tiefe: 0,60 - 1,50 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Klei

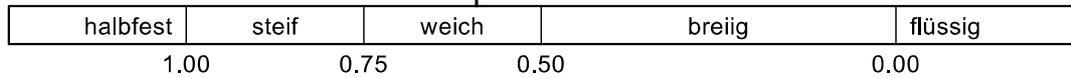
Probe entnommen am: 28.04.20



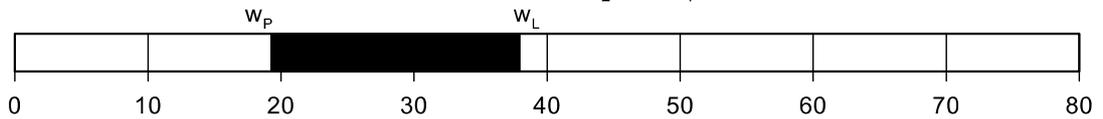
Wassergehalt $w = 26.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 38.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 19.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 18.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.59$

Zustandsform

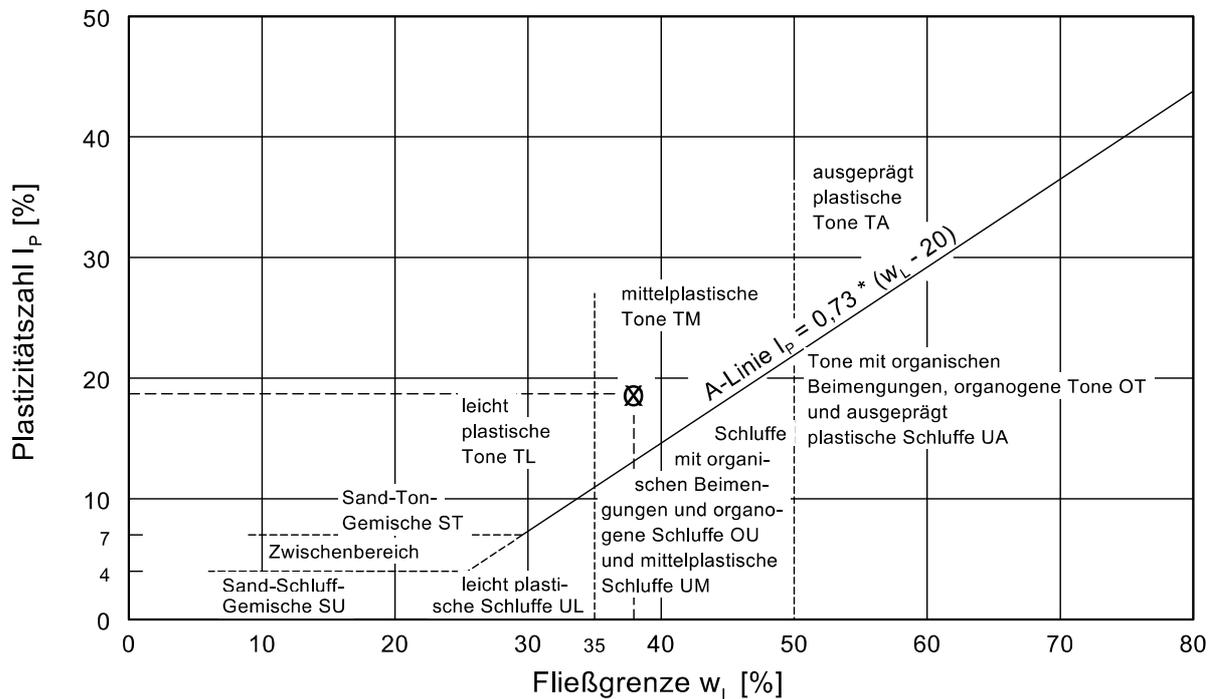
$I_c = 0.59$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

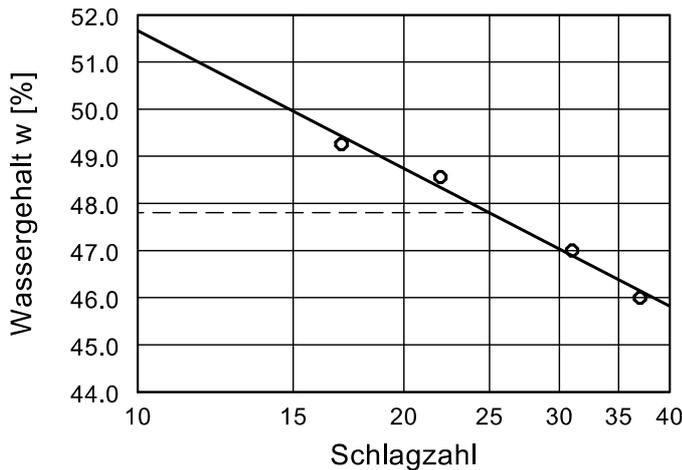
Erschließung B-Plan 202

Wigboldstraße in Norden

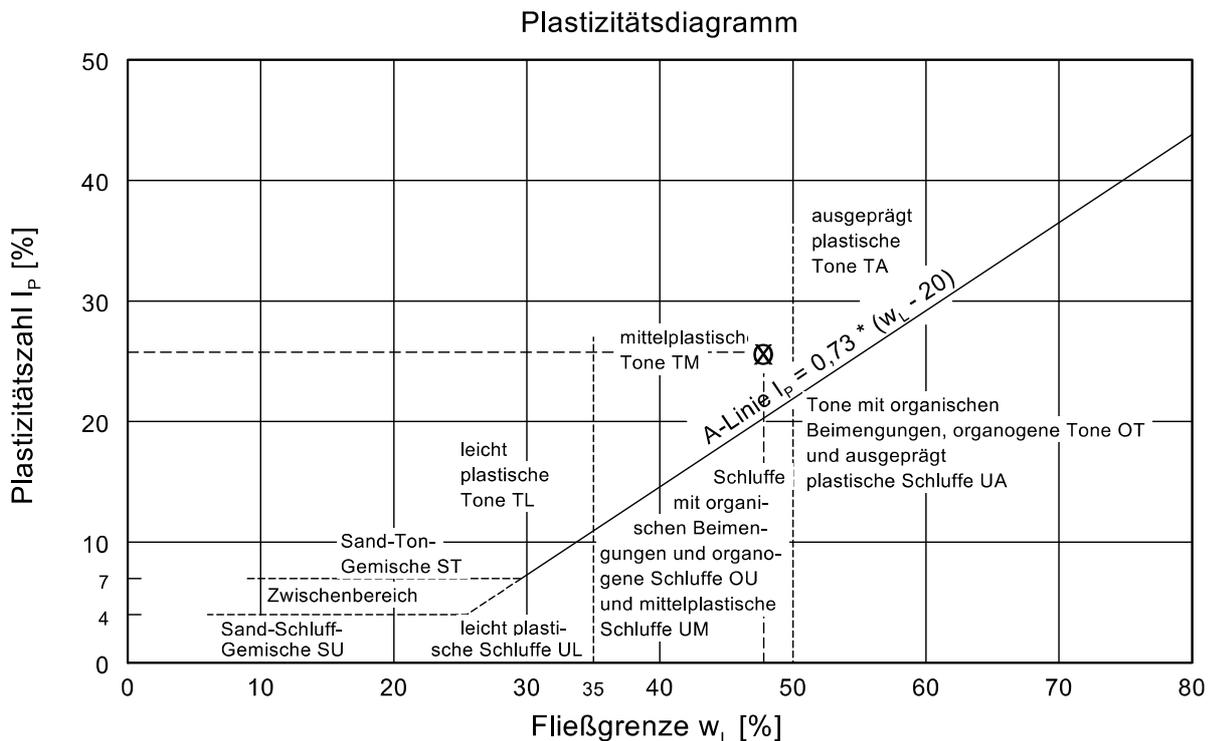
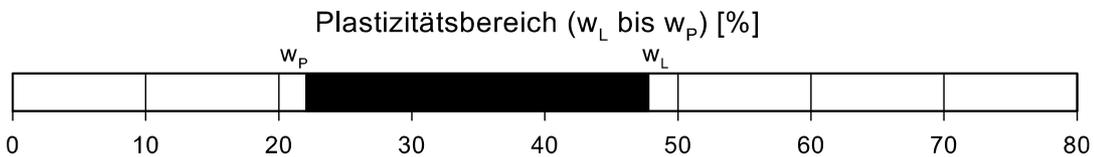
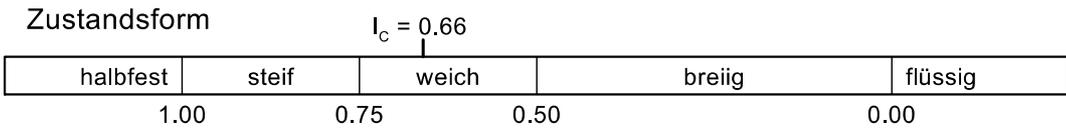
Bearbeiter: Schellig

Datum: 30.06.2020

Projektnummer: 20.194.21
 Entnahmestelle: KRB 4 GP 2
 Tiefe: 0,50 - 0,80 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Klei
 Probe entnommen am: 28.04.20



Wassergehalt w =	30.8 %
Fließgrenze w_L =	47.8 %
Ausrollgrenze w_p =	22.1 %
Plastizitätszahl I_p =	25.7 %
Konsistenzzahl I_c =	0.66



Bohrung Nr.	Tiefe [m]	Bodenart	D Flügel [m]	Ablesung	Gestänge- reibung	Drehmoment [kNm]	cfv [kN/m ²]	Korrektur- beiwert μ	cfu / cfu,res [kN/m ²]	Sonstiges
KB1	0,9	Klei / Mischwatt	0,05	24,00	1,00	0,02300	50,23	1	50,23	Die Feldflügelsondierungen wurden bauseits durch das Ingenieurbüro Linnemann ausgeführt
	1,5		0,05	8,00	1,50	0,00650	14,19	1	14,19	
			0,05	30,00	1,50	0,02850	62,24	1	62,24	
KB2	1,1	Torf	0,05	10,00	1,00	0,00900	19,65	1	19,65	
			0,05	29,00	1,00	0,02800	61,15	1	61,15	
			0,05	8,00	1,00	0,00700	15,29	1	15,29	
KB3	0,9	Klei / Mischwatt	0,05	34,00	1,00	0,03300	72,07	1	72,07	
			0,05	9,00	1,00	0,00800	17,47	1	17,47	
			0,05	33,00	1,50	0,03150	68,79	1	68,79	
KB4	0,7	Klei / Mischwatt	0,05	14,00	1,00	0,01300	28,39	1	28,39	
			0,05	33,00	1,00	0,03200	69,88	1	69,88	
	2,7	sandiger Schluff	0,05	9,00	1,00	0,00800	17,47	1	17,47	
KB5	0,9	Klei / Mischwatt	0,05	29,00	1,00	0,02800	61,15	1	61,15	
			0,05	10,00	1,00	0,00900	19,65	1	19,65	

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
 Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
 Cloppenburgener Straße 4a
 26135 Oldenburg

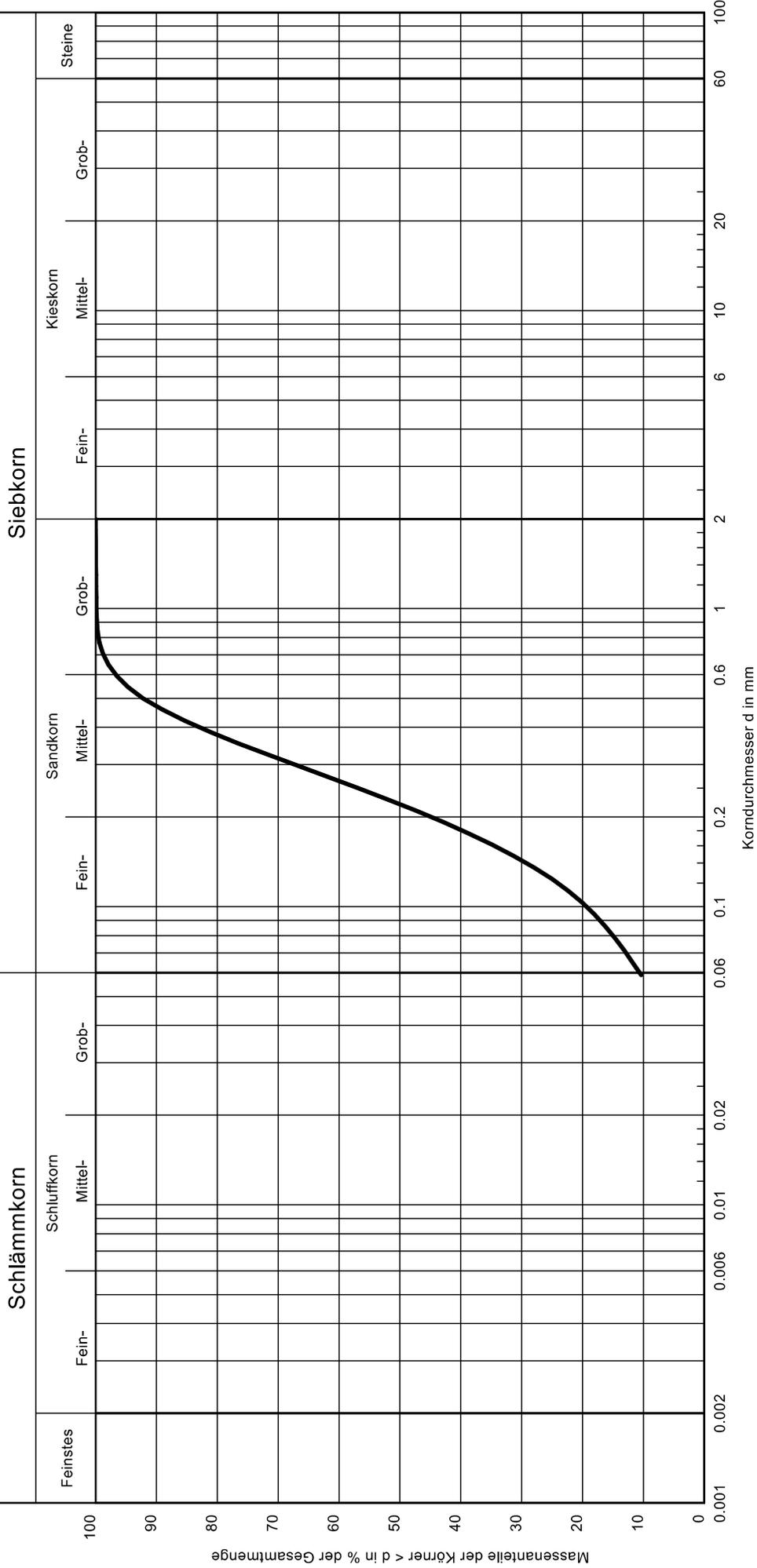
Bearbeiter: Brehm

Datum: 03.07.2020

Körnungslinie

Erschließung Bebauungsplan Nr. 202 Südlich Wigboldstraße

Prüfungsnummer: 20.194.21
 Probe entnommen am: 28.04.2020
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	KB 1/5	Bemerkungen:	Anlage : B3.1
Bodenart:	mS, fS, u'		
Tiefe:	2.70 - 4.00 m		
k [m/s] (Hazen):	-		
Entnahmestelle:	KB 1		
U/Cc	-/-		

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburger Straße 4a
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erschließung Bebauungsplan Nr. 202
Anlage : B3.1

Bezeichnung: KB 1/5
mS, fs[^], u' ([^] = stark)
Tiefe: 2,70 - 4,00 m
Entnahmestelle: KB 1
U/Cc -/-
Bearbeiter: Brehm
Datum: 03.07.2020
Prüfungsnummer: 20.194.21
Probe entnommen am: 28.04.2020
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====
Trockenmasse: 151.87 g
6 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
2.0000	0.00	0.00	100.00
1.0000	0.12	0.08	99.92
0.5000	0.63	0.41	99.51
0.2500	67.36	44.35	55.15
0.1250	51.72	34.06	21.10
0.0590	16.30	10.73	10.36
Schale	15.74	10.36	

Summe Siebrückstände = 151.87 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.07999 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.10294 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.14306 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.22059 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.26405 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.41736 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = -/-
kf (Hazen) = - m/s
kf (Beyer) = - m/s
kf (USBR) = 1.93E-5 m/s
kf (Seelheim) = 1.74E-4 m/s
kf (Zieschang) = - m/s
kf (Kaubisch) = - m/s
kf (Seiler) = - m/s

Ton: -
Schluff: 10.6 %
Sand: 89.4 %
Kies: -
Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 10.6 %
Durchgang bei 2.0 mm: 100.0 %
Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -
Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.07999 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.10294 mm
Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.12386 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.14306 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.16206 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.18095 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.20040 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.22059 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.24173 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.26405 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.28795 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.31409 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.34333 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.37701 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.41736 mm

Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.47062 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.55413 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.08472 mm
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.40880 mm

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
 Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
 Cloppenburgener Straße 4a
 26135 Oldenburg

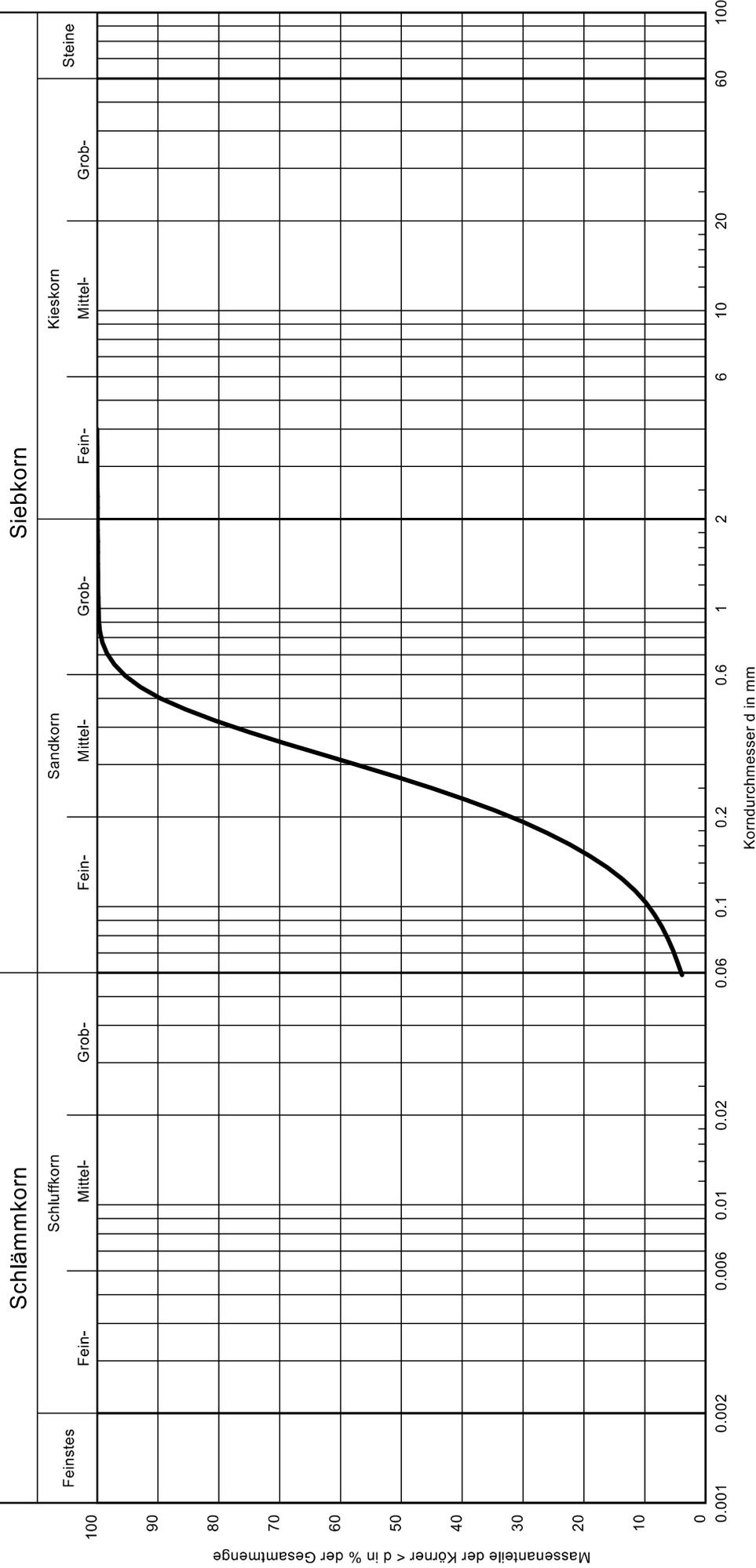
Bearbeiter: Brehm

Datum: 02.07.2020

Körnungslinie

Erschließung Bebauungsplan Nr. 202 Südlich Wigboldstraße

Prüfungsnummer: 20.194.21
 Probe entnommen am: 28.04.2020
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	KB 1/6
Bodenart:	mS, fs
Tiefe:	4,00 - 5,00 m
k [m/s] (Hazen):	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	KB 1
U/Cc	3,0/1,1

Bemerkungen:

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburger Straße 4a
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erschließung Bebauungsplan Nr. 202
Anlage : B3.2

Bezeichnung: KB 1/6
mS, fs
Tiefe: 4,00 - 5,00 m
Entnahmestelle: KB 1
U/Cc 3.0/1.1
Bearbeiter: Brehm
Datum: 02.07.2020
Prüfungsnummer: 20.194.21
Probe entnommen am: 28.04.2020
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====
Trockenmasse: 180.80 g
7 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
4.0000	0.00	0.00	100.00
2.0000	0.13	0.07	99.93
1.0000	0.19	0.11	99.82
0.5000	0.81	0.45	99.38
0.2500	106.81	59.08	40.30
0.1250	55.75	30.84	9.46
0.0590	10.09	5.58	3.88
Schale	7.02	3.88	

Summe Siebrückstände = 180.80 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.10404 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.12992 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.15200 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.19224 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.26933 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.31049 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.45484 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = 3.0/1.1
kf (Hazen) = 1.26E-4 m/s
kf (Beyer) = 1.08E-4 m/s
kf (USBR) = 4.73E-5 m/s
kf (Seelheim) = 2.59E-4 m/s
kf (Zieschang) = 9.42E-5 m/s
kf (Kaubisch) = - m/s
kf (Seiler) = - m/s

Ton: -
Schluff: 4.0 %
Sand: 95.9 %
Kies: 0.1 %
Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 4.0 %
Durchgang bei 2.0 mm: 99.9 %
Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = 0.06820 mm
Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.10404 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.12992 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.15200 mm
Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.17244 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.19224 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.21151 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.23070 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.24998 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.26933 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.28936 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.31049 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.33312 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.35773 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.38508 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.41676 mm

Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.45484 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.50526 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.58709 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.13472 mm
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.44686 mm

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
 Cloppenburg Straße 4a
 26135 Oldenburg

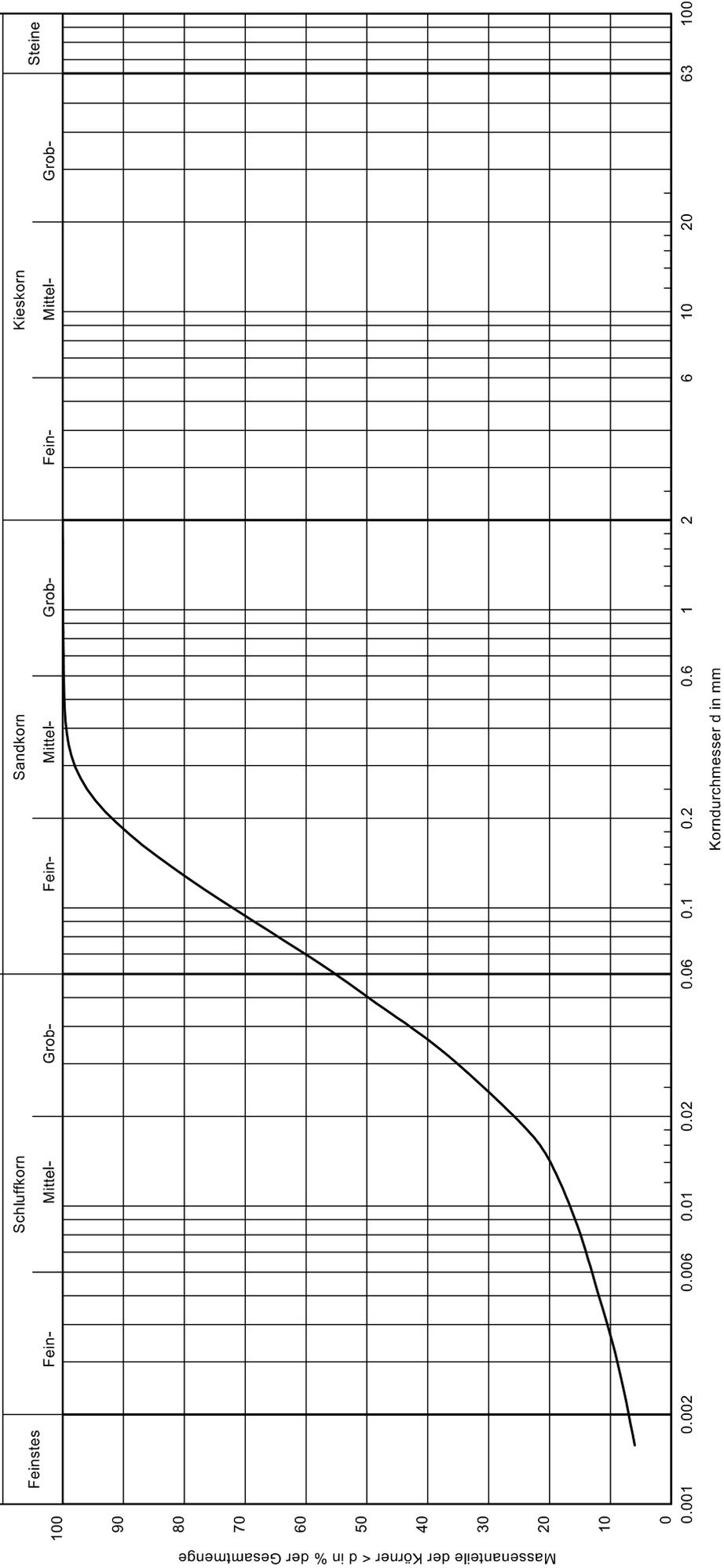
Bearbeiter: U. Brehm Datum: 02.07.2020

Körnungsline

Erschließung Bebauungsplan Nr. 202 Südlich Wigboldstraße, Norden

Prüfungsnummer: 20.194.21
 Probe entnommen am: 28.04.2020
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Kombinierte Sieb-Schlammanalyse

Schlammkorn Siebkorn



Bezeichnung:

KB 1/7

Bodenart:

U, f_s, t', ms'

Tiefe:

5.00 - 6.00 m

k [m/s] (Hazen):

1.6 · 10⁻⁷

Entnahmestelle:

KB 1

U/Cc

18.9/2.3

Bemerkungen:

Anlage B3.3

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Cloppenburg Straße 4a
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erschließung Bebauungsplan Nr. 202
Anlage B3.3

Bezeichnung: KB 1/7
U, fs[^], t', ms' (^ = stark)
Tiefe: 5,00 - 6,00 m
Entnahmestelle: KB 1
U/Cc 18.9/2.3
Bearbeiter: U. Brehm
Datum: 02.07.2020
Prüfungsnummer: 20.194.21
Probe entnommen am: 28.04.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Kombinierte Sieb-Schlämmanalyse

Schlämmanalyse

=====

Trockenmasse:	46.54 g
10 Ablesungen ausgewertet	
Spez. Gewicht:	2.670
Areometerkonstante:	0.000

Zeit [m]	Temperatur [C]	Ableseung	Durchmesser [mm]	Durchgang [%]
0.5	23.40	20.00	0.0643	56.86
1.0	23.40	17.00	0.0477	48.61
2.0	23.40	13.50	0.0355	38.98
5.0	23.40	10.00	0.0235	29.35
10.0	23.40	7.50	0.0172	22.47
15.0	23.40	6.50	0.0142	19.72
45.0	22.40	5.00	0.0085	15.02
120.0	22.40	4.00	0.0052	12.27
360.0	22.20	2.75	0.0031	8.72
1440.0	21.00	2.00	0.0016	6.01

Siebanalyse

=====

Trockenmasse:	131.84 g
5 Siebe ausgewertet	

Durchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
2.0000	0.00	0.00	100.00
1.0000	0.09	0.07	99.93
0.5000	0.15	0.11	99.82
0.2500	1.11	0.84	98.98
0.1250	24.91	18.89	80.08
Schale	105.58	80.08	

Summe Siebrückstände = 131.84 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.00368 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.00811 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.01420 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.02413 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.05042 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.06969 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.15191 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = 18.9/2.3
kf (Hazen) = 1.57E-7 m/s
kf (Beyer) = 9.48E-8 m/s
kf (USBR) = 2.02E-7 m/s
kf (Seelheim) = 9.08E-6 m/s
kf (Zieschang) = - m/s
kf (Kaubisch) = 1.63E-9 m/s
kf (Seiler) = 3.29E-7 m/s

Ton: 7.0 %
Schluff: 49.7 %
Sand: 43.3 %
Kies: -
Durchgang bei 0.002 mm: 7.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 56.7 %
Durchgang bei 2.0 mm: 100.0 %
Durchgang bei 63 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.00368 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.00811 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.01420 mm
Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.01922 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.02413 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.02985 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.03616 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.04278 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.05042 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.05958 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.06969 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.08096 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.09401 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.10947 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.12825 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.15191 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.18398 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.23517 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.00925 mm
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.14665 mm

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
 Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
 Cloppenburgener Straße 4a
 26135 Oldenburg

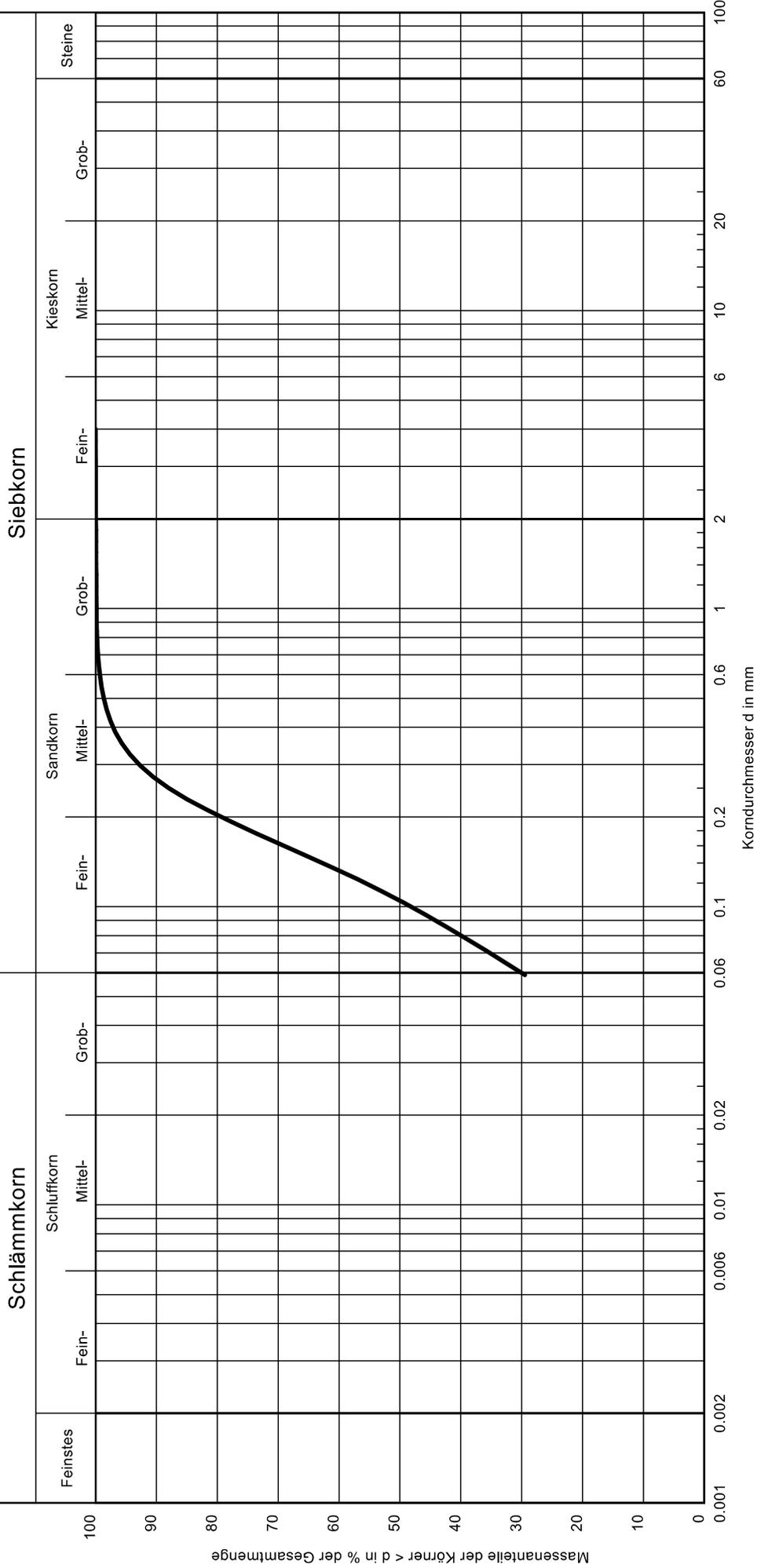
Bearbeiter: Brehm

Datum: 02.07.2020

Körnungslinie

Erschließung Bebauungsplan Nr. 202 Südlich Wigboldstraße

Prüfungsnummer: 20.194.21
 Probe entnommen am: 28.04.2020
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	KB 3/5
Bodenart:	fS, ü, ms
Tiefe:	2,00 - 3,00 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	KB 3
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburger Straße 4a
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erschließung Bebauungsplan Nr. 202
Anlage : B3.4

Bezeichnung: KB 3/5
fS, u[^], ms (^ = stark)
Tiefe: 2,00 - 3,00 m
Entnahmestelle: KB 3
U/Cc -/-
Bearbeiter: Brehm
Datum: 02.07.2020
Prüfungsnummer: 20.194.21
Probe entnommen am: 28.04.2020
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====
Trockenmasse: 167.60 g
7 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
4.0000	0.00	0.00	100.00
2.0000	0.08	0.05	99.95
1.0000	0.12	0.07	99.88
0.5000	0.40	0.24	99.64
0.2500	10.53	6.28	93.36
0.1250	64.62	38.56	54.80
0.0590	42.47	25.34	29.46
Schale	49.38	29.46	

Summe Siebrückstände = 167.60 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = -
Durchmesser bei 20% Durchgang = -
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.05994 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.10473 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.13224 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22964 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = -/-
kf (Hazen) = - m/s
kf (Beyer) = - m/s
kf (USBR) = - m/s
kf (Seelheim) = 3.92E-5 m/s
kf (Zieschang) = - m/s
kf (Kaubisch) = - m/s
kf (Seiler) = - m/s

Ton: -
Schluff: 30.0 %
Sand: 69.9 %
Kies: 0.1 %
Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 30.0 %
Durchgang bei 2.0 mm: 99.9 %
Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -
Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = -
Durchmesser bei 20% Durchgang = -
Durchmesser bei 25% Durchgang = -
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.05994 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.06946 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.08018 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.09200 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.10473 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.11816 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.13224 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.14715 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.16338 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.18169 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.20313 mm

Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22964 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.26770 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.33801 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = -
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.22390 mm

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
 Cloppenburg Straße 4a
 26135 Oldenburg

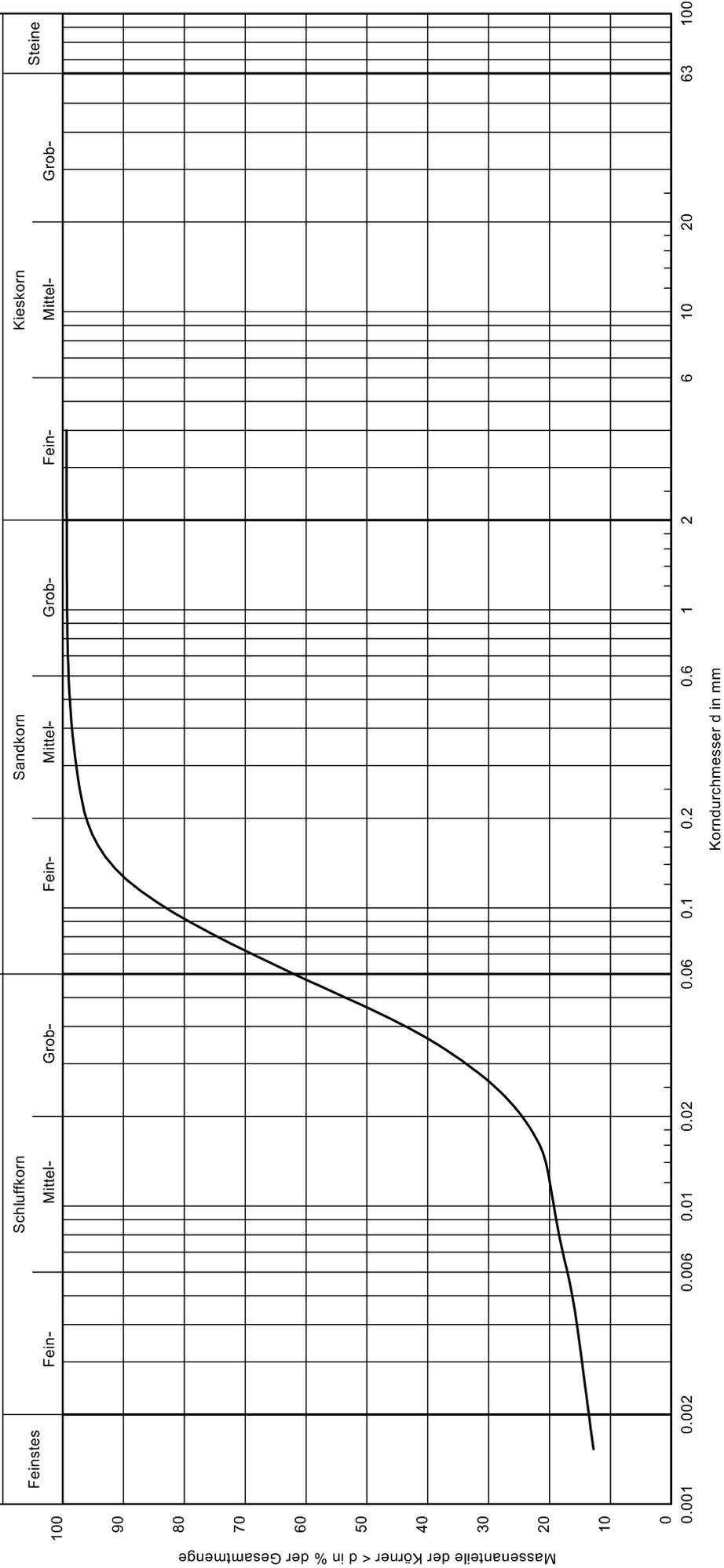
Bearbeiter: U. Brehm Datum: 02.07.2020

Körnungslinie

Erschließung Bebauungsplan Nr. 202 Südlich Wigboldstraße, Norden

Prüfungsnummer: 20.194.21
 Probe entnommen am: 28.04.2020
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Kombinierte Sieb-Schlammanalyse

Schlammkorn Siebkorn



Bezeichnung:	KB 5/2
Bodenart:	U, f _s , t'
Tiefe:	0.50 - 1.10 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	KB 5
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Vorhaben: Erschließung Bebauungsplan Nr. 202
Anlage B3.5

Bezeichnung: KB 5/2
U, fs^, t' (^ = stark)
Tiefe: 0,50 - 1,10 m
Entnahmestelle: KB 5
U/Cc -/-
Bearbeiter: U. Brehm
Datum: 02.07.2020
Prüfungsnummer: 20.194.21
Probe entnommen am: 28.04.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Kombinierte Sieb-Schlämmanalyse

Schlämmanalyse

=====

Trockenmasse:	55.53 g
10 Ablesungen ausgewertet	
Spez. Gewicht:	2.670
Areometerkonstante:	0.000

Zeit [m]	Temperatur [C]	Ablesung	Durchmesser [mm]	Durchgang [%]
0.5	22.60	23.00	0.0617	63.62
1.0	22.60	18.25	0.0474	50.76
2.0	22.60	13.75	0.0358	38.58
5.0	22.60	9.50	0.0240	27.08
10.0	22.60	7.75	0.0173	22.34
15.0	22.60	7.00	0.0143	20.31
45.0	22.40	6.50	0.0083	18.84
120.0	22.40	5.50	0.0051	16.14
360.0	22.20	5.00	0.0030	14.67
1440.0	21.20	4.50	0.0015	12.79

Siebanalyse

=====

Trockenmasse:	165.83 g
6 Siebe ausgewertet	

Durchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
4.0000	1.08	0.65	99.35
2.0000	0.04	0.02	99.32
1.0000	0.07	0.04	99.28
0.5000	0.42	0.25	99.03
0.2500	2.56	1.54	97.49
0.1250	5.73	3.46	94.03
Schale	155.93	94.03	

Summe Siebrückstände = 165.83 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.00338 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.01223 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.02618 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.04635 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.05746 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.10624 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = -/-

kf (Hazen) = - m/s
kf (Beyer) = - m/s
kf (USBR) = 1.44E-7 m/s
kf (Seelheim) = 7.67E-6 m/s
kf (Zieschang) = - m/s
kf (Kaubisch) = - m/s
kf (Seiler) = - m/s

Ton: 13.5 %
Schluff: 50.7 %
Sand: 35.1 %
Kies: 0.7 %
Durchgang bei 0.002 mm: 13.5 %
Durchgang bei 0.06 mm: 64.2 %
Durchgang bei 2.0 mm: 99.3 %
Durchgang bei 63 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -
Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.00338 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.01223 mm
Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.02058 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.02618 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.03134 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.03641 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.04137 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.04635 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.05161 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.05746 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.06414 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.07181 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.08084 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.09193 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.10624 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.12738 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.17420 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.00466 mm
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.10301 mm

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
 Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
 Cloppenburgener Straße 4a
 26135 Oldenburg

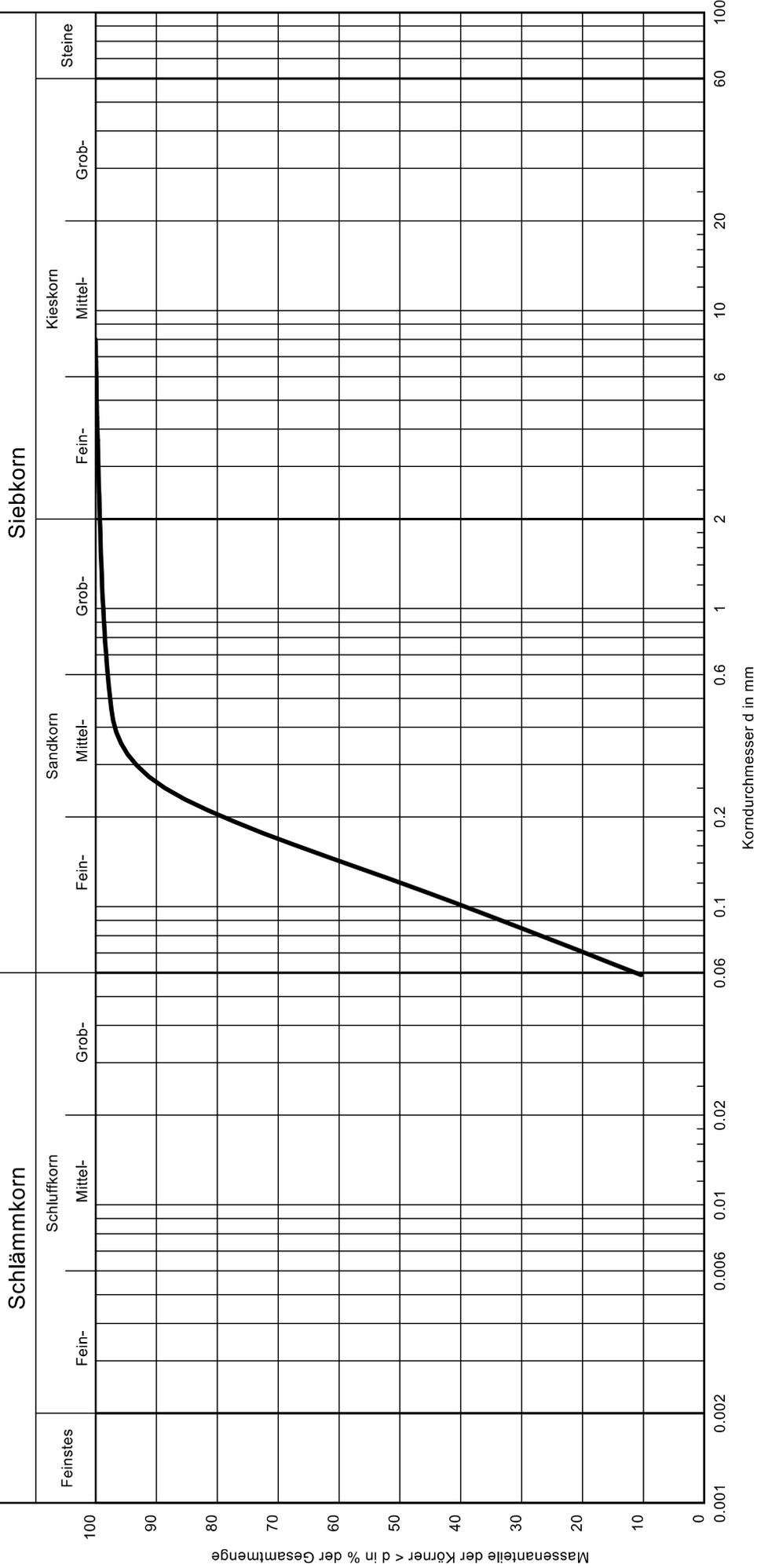
Bearbeiter: Brehm

Datum: 02.07.2020

Körnungslinie

Erschließung Bebauungsplan Nr. 202 Südlich Wigboldstraße

Prüfungsnummer: 20.194.21
 Probe entnommen am: 28.04.2020
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	KB 5/7
Bodenart:	fS, ms, u'
Tiefe:	3,60 - 5,00 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	KB 5
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Anlage : B3.6

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburg Straße 4a
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erschließung Bebauungsplan Nr. 202
Anlage : B3.6

Bezeichnung: KB 5/7
fS, ms, u'
Tiefe: 3,60 - 5,00 m
Entnahmestelle: KB 5
U/Cc -/-
Bearbeiter: Brehm
Datum: 02.07.2020
Prüfungsnummer: 20.194.21
Probe entnommen am: 28.04.2020
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====
Trockenmasse: 156.35 g
8 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
8.0000	0.00	0.00	100.00
4.0000	0.43	0.28	99.72
2.0000	0.68	0.43	99.29
1.0000	0.70	0.45	98.84
0.5000	1.65	1.06	97.79
0.2500	3.26	2.09	95.70
0.1250	70.09	44.83	50.87
0.0590	63.34	40.51	10.36
Schale	16.20	10.36	

Summe Siebrückstände = 156.35 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.06429 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.07052 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.08468 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.12048 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.14253 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22755 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = -/-
kf (Hazen) = - m/s
kf (Beyer) = - m/s
kf (USBR) = 8.08E-6 m/s
kf (Seelheim) = 5.18E-5 m/s
kf (Zieschang) = - m/s
kf (Kaubisch) = - m/s
kf (Seiler) = - m/s

Ton: -
Schluff: 11.2 %
Sand: 88.1 %
Kies: 0.7 %
Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 11.2 %
Durchgang bei 2.0 mm: 99.3 %
Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -
Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.06429 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.07052 mm
Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.07730 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.08468 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.09267 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.10129 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.11055 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.12048 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.13109 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.14253 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.15506 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.16903 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.18500 mm

Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.20392 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22755 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.26208 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.33105 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.06549 mm
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.22245 mm

Anlagenpaket C

Kennwerte für Homogenbereiche
(Schmitz + Beilke Ingenieure)

	Klei / Mischwatt	Torf	humose Sande	Sande	(sandige/humose) Schluffe/Tone
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-4 ¹⁾	vgl. Anlage B3	entfällt	nicht bestimmt	vgl. Anlage B3	vgl. Anlage B3
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1 ²⁾	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %
Bodengruppe zu überprüfen nach DIN 18196	TA / TM / OT / OU (lokal auch UL)	HN / HZ	OH	SE / SU (lokal auch SU*)	UL / TA / TM / OT / OU
Feuchtdichte zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-2 ²⁾	1,4 g/cm³ bis 1,8 g/cm³	1,1 g/cm³ bis 1,3 g/cm³	1,7 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	1,7 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	1,4 g/cm³ bis 1,8 g/cm³
Kohäsion zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-8 bis -10 ²⁾	0 bis 15 kN/m²	-	-	-	0 bis 15 kN/m²
undrionierte Scherfestigkeit zu überprüfen nach DIN 4094-4 / DIN EN ISO 17892-7 bis -9 ³⁾	10 bis 100 kN/m²	-	-	-	10 bis 100 kN/m²
Sensitivität zu überprüfen nach DIN 4094-4	-	-	-	-	-
Konsistenz zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	steif / steif bis halbfest / halbfest	-	-	-	weich bis steif / steif / steif bis halbfest
Wassergehalt zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-1	20 % bis 70 %	80 % bis 400 %	30 % bis 50 %	10 % bis 30 %	20 % bis 50 %
Plastizitätszahl zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-12	0,2 bis 0,6 / leicht bis ausgeprägt plastisch	-	-	-	0,2 bis 0,6 / leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-12	0,75 bis 1,25	-	-	-	0,5 bis 1,25
Durchlässigkeit zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-11 / DIN 18130-2 ²⁾	-	-	-	-	-
Lagerungsdichte Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. n. BAW-Merkblatt MEH	-	-	locker	locker / mitteldicht / untergeordnet auch dicht	-
Sondierwiderstände CPT (q_c) Ergänzende Angabe zur Lagerungsdichte n. BAW-Merkblatt MEH	-	-	unbekannt / nicht bestimmt	unbekannt / nicht bestimmt	-
Organischer Anteil zu überprüfen nach DIN 18128	0 % bis 10 % nicht bis mittel organisch	35 % bis 80 % stark organisch	5 % bis 15 % schwach bis mittel organisch	0 % bis 5 % nicht bis schwach organisch	0 % bis 10 % nicht bis mittel organisch
Benennung und Beschreibung organischer Böden zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	humose Beimengungen	Torf mit Holz- und Pflanzenresten sowie lebenden Organismen	humoser Sand mit Pflanzenresten sowie lebenden Organismen	-	humose Beimengungen sowie Torffeste
Kalkgehalt zu überprüfen nach DIN 18129	-	-	-	-	-
Abrasivität zu überprüfen nach NF P18-579 ⁴⁾	nicht bis kaum abrasiv	nicht bis kaum abrasiv	kaum bis schwach abrasiv	schwach bis mittel abrasiv	nicht bis kaum abrasiv
Sulfatgehalt (wasserlöslich) zu überprüfen nach DIN 18129	-	-	-	-	-
Bemerkungen	lokal mit Muschelresten durchsetzt	schwach bis mäßig zersetzt	nur bei KRB 5 erkundet	lokal ausgeprägt schluffig durchsetzt / partiell mit Lagen aus Schluff und Torf	stark schwankende Mächtigkeiten und Höhenlagen / in Wechsellagerung mit Sanden

1) Steine und Blöcke sind in den Korngrößenverteilungen nicht enthalten

2) auf Basis der Genese und der Petrographie nach eigenen Erfahrungswerten abgeschätzt

3) nach DIN EN ISO 17892-6 überprüft

4) nach Thuro, K.; Käsling, H. (2010): "Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung" abgeschätzt



Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche

Anlage C1

Erschließung B-Plan Nr. 202 „Südlich Wigboldstraße“
Norden
Projektnummer: 20.194.21
Datum: 06.07.2020