



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Dipl.-Geograph Ingo-Holger Meyer

&

Dr. rer. nat. Mark Overesch

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

Orientierende Baugrunduntersuchung

Projekt: 4718-2021

(1. überarbeitete Fassung)

Orientierende Untersuchungen zur Erschließung des Baugebiets „Fresenburg-Düthe1“ und Plangebiet „Fresenburg-Düthe 2“ (B-Plan Nr. 34), 49762 Lathen OT Fresenburg

Auftraggeber: Gemeinde Fresenburg
Schulstr. 6
49762 Lathen OT Fresenburg

Auftragnehmer: Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Ingo-Holger Meyer
Beratender Geowissenschaftler BDG
M.Sc. Biogeowiss. Heiner Helmer

Datum: 15. März 2021

Büro für Geowissenschaften M&O GbR

Büro Spelle:
Bernard-Krone-Str. 19, 48480 Spelle
Tel: 0 59 77 / 93 96 30
Fax: 0 59 77 / 93 96 36

Büro Sögel:
Zum Galgenberg 7, 49751 Sögel

e-mail: info@mo-bfg.de
Internet: www.mo-bfg.de

Die Vervielfältigung des vorliegenden Gutachtens in vollem oder gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

1	Vorgang und Allgemeines	3
2	Allgemeine geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse	3
3	Durchführung der Untersuchungen	3
3.1	Rammkernsondierungen (RKS)	4
3.2	Leichte Rammsondierungen (DPL-10)	4
3.3	Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)	4
4	Ergebnisse der Untersuchungen	5
4.1	Bodenschichtung	5
4.2	Grund- und Schichtwasserverhältnisse	6
4.3	Ermittelte Wasserdurchlässigkeit	8
5	Bautechnische Beurteilung des Untergrundes	8
5.1	Festigkeit und Verformungsverhalten	8
5.2	Bemessungswert des Sohlwiderstandes	11
5.3	Kennwerte für erdstatische Berechnungen	11
6	Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für Hochbaumaßnahmen	12
7	Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen	13
8	Bauwasserhaltung	15

9	Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser	16
10	Schlusswort.....	17

1 Vorgang und Allgemeines

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR (Spelle und Sögel) wurde von der Gemeinde Fresenburg mit der Durchführung von orientierenden Baugrunduntersuchungen im Rahmen der Erschließung des Neubaugebietes „Fresenburg-Düthe 1“ und für das Plangebiet B-Plan Nr. 34 „Fresenburg-Düthe 2“ in 49762 Lathen, Ortsteil Fresenburg beauftragt. Die Plangebiete sollen die Flurstücke 166/2, 167/3, 170, 177/1, 177/2, 451/169 und 550 der Flur 13 der Gemarkung Fresenburg umfassen. Die Gesamtfläche des Plangebietes beträgt ca. 32.000 m² (siehe Übersichtskarte in Anlage 1).

2 Allgemeine geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse

Laut Geologischer Karte 1:25.000 sind die Plangebiete im Tiefenbereich von 0 bis 2 m unter Geländeoberkante (GOK) geprägt von anmoorigen holozänen Sanden, welche von fluviatilen Feinsanden aus dem Weichsel-Glazial unterlagert werden. Der südöstliche Teil des betrachteten Gesamtareals ist laut Geologischer Karte 1:25.000 im Tiefenbereich von 0 bis 2 m unter GOK geprägt von weichselglazialen bis holozänen Flugsanden (Feinsand, zum Teil mittelsandig), die von fluviatilen Sanden aus dem Weichsel-Glazial unterlagert werden.

Gemäß der Bodenübersichtskarte 1:50.000 ist im Plangebiet der Bodentyp Mittlerer Gley-Podsol zu erwarten.

Der mittlere Grundwasserspiegel ist im Untersuchungsgebiet entsprechend der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 bei ca. >5 bis 7,5 m NHN zu erwarten. Aus der Geländehöhe im Plangebiet von ca. 8,2 bis 9,2 m NHN folgt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 0,7 bis 4,2 m.

3 Durchführung der Untersuchungen

Die Durchführung der Untersuchungen auf dem Baufeld erfolgte vom 19.02. bis 23.02.2021. Hierbei wurde die räumliche Lage der Untersuchungspunkte entsprechend dem Bauvorhaben und den örtlichen Gegebenheiten festgelegt. Sie geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

Als Höhenfestpunkt (HFP) zur relativen Höheneinmessung der Sondierungspunkte wurde ein Vermessungspunkt auf den angrenzenden Borkumer Weg gesetzt. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte wurde auf die Grundstücksgrenzen eingemessen.

3.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden sechzehn Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 16) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von 5 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die Bodenansprache DIN EN ISO 22475-1 und DIN 18196 wurde von den Unterzeichnern vorgenommen. Potentiell vorkommendes Grund- bzw. Schichtwasser wurde im Bohrloch mittels Kabellichtlot bzw. im Bohrgut ermittelt. In der Anlage 3 sind die im Gelände aufgenommenen Bohrprofile der Rammkernsondierungen dargestellt.

3.2 Leichte Rammsondierungen (DPL-10)

Es wurden zusätzlich sechs leichte Rammsondierungen (DPL 1 und DPL 3 bis DPL 7) nach DIN EN ISO 22476-2 neben den Ansatzpunkten der entsprechenden Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von jeweils 5 m unter GOK durchgeführt. Diese bieten ergänzend zu den Rammkernsondierungen Aussagen über die Scherfestigkeit und die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz der durchteuften Bodenschichten. Sie erlauben bei nichtbindigen Böden (z.B. Sande, Kiese) die Abschätzung der Lagerungsdichten locker, mitteldicht, dicht und sehr dicht. Bei bindigen Böden (Lehme, Tone) erlauben sie die Abschätzung der Konsistenzen breiig, weich, steif, halbfest und fest. Die Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung gehen aus den Rammsondierprotokollen in Anlage 3 hervor.

Für eine für Gründungen ausreichende Lagerungsdichte (d.h. eine mindestens mitteldichte Lagerung) sind bei nichtbindigen Böden Schlagzahlen der DPL von mind. 10 Schlägen pro 10 cm Eindringung oberhalb des Grundwasserspiegels bzw. Schlagzahlen von mind. 8 Schlägen pro 10 cm Eindringung unterhalb des Grundwasserspiegels nachzuweisen.

3.3 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des aufgeschlossenen Bodens wurde an den Standorten der Aufschlussbohrungen RKS 4, RKS 6 und RKS 15 über je einen Versickerungsversuch (VU 1 bis VU 3) im Bohrloch mittels Feldpermeameter ermittelt. Hierzu wurde neben dem Ansatzpunkt der Rammkernsondierung eine Bohrung mit dem Edelman-Bohrer abgeteuft ($\varnothing = 7$ cm). Die Messung erfolgte in einer Tiefe von 0,3 bis 1,1 m unter GOK mit konstantem Wasserstand über der Bohrlochsohle.

Die Eignung des untersuchten Standortes im Hinblick auf eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser wurde auf Grundlage des Arbeitsblattes DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (DWA, 2005) geprüft.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Bodenschichtung

Im Zuge der durchgeführten Sondierungen wurden Bodenschichten erschlossen, die nachfolgend beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass die Sondierungen eine exakte Aussage über die Baugrundsichtung nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt bieten. Schichtenfolge und Schichtmächtigkeiten können zwischen den Untersuchungspunkten z.T. deutlich abweichen.

In den durchgeführten Rammkernsondierungen wurde an allen Untersuchungspunkten ein humoser Oberboden aus humosem, mittelsandigem sowie teils schwach schluffigem Feinsand mit einer Mächtigkeit von 0,10 bis 0,45 m aufgeschlossen. Darunter folgt bis zur jeweiligen Endteufe von 5,0 m unter GOK zumeist schwach mittelsandiger bis mittelsandiger, vereinzelt auch stark mittelsandiger, z.T. schwach schluffiger Feinsand. Im ansonsten humusfreien Feinsand sind an den Aufschlusspunkten RKS 1, RKS 3 bis RKS 6, RKS 9 bis RKS 13 sowie an den Aufschlusspunkten RKS 15 bis 16 zumeist gering- bis mittelmächtige Lagen ab einer Tiefe von 0,55 m bis maximal ab 1,85 m humus- bzw. torfhaltiger Feinsande eingeschaltet. An den Aufschlusspunkten RKS 2, RKS 7, RKS 8 und RKS 14 sind Lagen stark zersetzten Torfes in unterschiedlicher Mächtigkeit (ca. 0,15 m bis 0,60 m Mächtigkeit) in dem ansonsten humusfreien Feinsand eingeschaltet. Die Schichtoberkanten der Torflagen reichen von 0,8 m bis 1,8 m unter GOK, ihre Schichtunterkanten liegen im Bereich zwischen 1,25 m und 2,40 m unter GOK.

Entsprechend den Schlagzahlen der leichten Rammsonde liegen die durchteuften humusfreien Sande in vorwiegend mitteldichter Lagerung vor.

Die aufgeschlossenen Bodenschichten werden nachfolgend gemäß DIN 18300:2015-8 in vier Homogenbereiche unterteilt. Homogenbereiche repräsentieren die natürliche Vielfalt der geologischen Schichten jeweils in Einheiten mit vergleichbarer (erdbautechnischer) Beschaffenheit und Baugrundeignung. In nachfolgender Tabelle 1 sind die einzelnen Homogenbereiche aufgeführt.

Tabelle 1: Einteilung im Homogenbereiche

Homogen- bereich	aufgeschlossen in	Tiefenbereich [m unter GOK]		Bodenart
		Schicht- oberkante	Schicht- unterkante	
1	RKS 1 bis RKS 16	0	0,10 – 0,45	humoser Oberboden: Feinsand, humos bis stark humos, mittelsandig, teils schwach schluffig
2	RKS 1 bis RKS 16	0,10 – 0,45	0,55 – 1,85	Flugsande bzw. fluviatile Sande: Feinsand, mittelsandig, vereinzelt stark mittelsandig, teils schwach schluffig
3	RKS 1 bis RKS 16	0,55 – 1,85	0,65 – 2,40	Auesande: Feinsand, schwach humos bis stark humos, schwach mittelsandig bis stark mittelsandig, teils schwach schluffig, vereinzelt torfhaltig Torf: Torf, stark zersetzt
4	RKS 1 bis RKS 16	0,65 – 2,40	≥ 5	(glazi)fluviatile Sande: Feinsand, mittelsandig, vereinzelt schwach mittelsandig, teils schwach schluffig

4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Der in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen gemessene Grundwasserspiegel (Ruhewasserstand) ist in nachfolgender Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Lage des Grundwasserspiegels

Messpunkt	Messdatum	rel. Höhe des Messpunktes bezogen auf den HFP [m]	Grundwasserstand	
			[m unter GOK]	[m rel. Höhe]
RKS 1	19.02.2021	+0,12	2,59	-2,47
RKS 2		+0,04	2,50	-2,46
RKS 3		+0,05	2,54	-2,49
RKS 4		-0,48	1,96	-2,44
RKS 5		-0,44	2,00	-2,44
RKS 6	22.02.2021	-0,85	1,61	-2,46
RKS 7		+0,00	2,41	-2,41
RKS 8		-0,04	2,40	-2,44
RKS 9		+0,09	2,50	-2,41
RKS 10		+0,51	2,90	-2,39
RKS 11	23.02.2021	+0,10	2,50	-2,40
RKS 12		-0,53	1,88	-2,41
RKS 13		-0,56	1,87	-2,43
RKS 14		-0,28	2,15	-2,43
RKS 15		+0,26	2,73	-2,47
RKS 16		+0,04	2,49	-2,54

Direkt oberhalb der humus- bzw. torfhaltigen Lagen wurde in den Aufschlussbohrungen RKS 1, RKS 2, RKS 7, RKS 9 und RKS 15 Hinweise auf Staunässe in Form von vernässtem Bohrgut vorgefunden.

Infolge der jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels sind Aussagen zum maximal bzw. minimal zu erwartenden Wasserstand ausschließlich nach Langzeitmessungen in geeigneten Messstellen möglich.

Aufgrund der vorangegangenen Witterung ist jedoch zu erwarten, dass der mittlere Grundwasserhochstand (relevant zur Bemessung von Versickerungsanlagen) noch 0,3 m über den im Zuge der Untersuchungen gemessenen Werten entspricht und damit bei ca. -2,10 m bis -2,20 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegt. Es muss außerdem damit gerechnet werden, dass in extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) ca. 0,8 m über den gemessenen Werten, d.h. bei ca. -1,6 m bis -1,9 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegen kann.

Zudem ist in niederschlagsreichen Witterungsperioden mit dem Auftreten von Schichtwasser oberhalb der schlecht wasserdurchlässigen humus- bzw. torfhaltigen Böden (Böden des Homogenbereiches 2) zu rechnen.

4.3 Ermittelte Wasserdurchlässigkeit

Die an den Standorten der Aufschlussbohrungen RKS 4, RKS 6 und RKS 15 im humusfreien, mittelsandigen und an RKS 6 auch schwach schluffigen Feinsand sind als Anlage 4 dem Bericht angefügt.

Der gemessene k_f -Wert ist nach DWA-A 138 mit dem Faktor 2 zu multiplizieren, da im Feldversuch meist keine vollständig wassergesättigten Bedingungen erreicht werden. In nachfolgender Tabelle 3 sind die aus den Messwerten abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte der geprüften Böden aufgeführt.

Tabelle 3: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (K_f -Werte)

Messpunkt	Bodenbeschreibung	Messtiefe [m unter GOK]	aus den Messwerten abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert)
VU 1 (RKS 6)	Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig	1,0 – 1,1	$4,2 \times 10^{-5}$ m/s
VU 2 (RKS 4)	Feinsand, mittelsandig	0,3 – 0,4	$3,8 \times 10^{-5}$ m/s
VU 3 (RKS 15)	Feinsand, mittelsandig	0,5 – 0,6	$3,4 \times 10^{-5}$ m/s

Es kann somit näherungsweise von einem Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $3,8 \times 10^{-5}$ m/s der untersuchten humusfreien Feinsande ausgegangen werden.

5 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes

5.1 Festigkeit und Verformungsverhalten

Generell können den einzelnen Homogenbereichen die in den Tabellen 4.1 und 4.2 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften zugeordnet werden. Die Bewertung bzw. Einstufung beruht dabei auf Angaben der DIN 18196 sowie eigener Beurteilung.

Tabelle 4.1: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften des erkundeten Untergrunds

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		1	2
Bodenart		humoser Oberboden: Feinsand, humos bis stark humos, mittelsandig, teils schwach schluffig	Flugsande bzw. fluviatile Sande: Feinsand, mittelsandig, vereinzelt stark mittelsandig, teils schwach schluffig
aufgeschlossen in		RKS 1 bis RKS 16	RKS 1 bis RKS 16
Tiefenbereich unter GOK [m]	OK	0	0,10 – 0,45
	UK	0,10 – 0,45	0,55 – 1,85
Lagerungsdichte		sehr locker bis mitteldicht	mitteldicht bis sehr dicht
Bodengruppen nach DIN 18196		OH	SE
Bodenklasse nach DIN 18300		1	3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 2017		F2 – F3	F1
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		k.A.	V1
Bautechnische Eigenschaften ^{A)}			
Scherfestigkeit		mittel	groß
Verdichtungsfähigkeit		mäßig	gut bis mittel
Zusammendrückbarkeit		groß bis mittel	gering
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit		gering bis mittel	mittel
Frostempfindlichkeit		groß bis mittel	gering bis sehr gering
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		ungeeignet	gut geeignet

A) Einstufung nach DIN 18196 und eigener Beurteilung

Tabelle 4.2: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften des erkundeten Untergrunds

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		3	4
Bodenart		Auesande: Feinsand, schwach humos bis stark humos, schwach mittelsandig bis stark mittelsandig, teils schwach schluffig, vereinzelt torfhaltig Torf: Torf, stark zersetzt	(glazi)fluviatile Sande: Feinsand, mittelsandig, vereinzelt schwach mittelsandig, teils schwach schluffig
aufgeschlossen in		RKS 1 bis RKS 16	RKS 1 bis RKS 16
Tiefenbereich unter GOK [m]	OK	0,55 – 1,85	0,65 – 2,40
	UK	0,65 – 2,40	≥ 5
Lagerungsdichte		locker bis mitteldicht	mitteldicht bis sehr dicht
Bodengruppen nach DIN 18196		OH, HZ, OH – SE	SE
Bodenklasse nach DIN 18300		1	3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 2017		F2 – F3	F1
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		k.A.	V1
Bautechnische Eigenschaften ^{A)}			
Scherfestigkeit		mittel bis sehr gering	groß
Verdichtungsfähigkeit		mäßig bis sehr schlecht	gut bis mittel
Zusammendrückbarkeit		sehr groß bis mittel	gering
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit		groß bis gering	mittel
Frostempfindlichkeit		sehr groß bis mittel	gering bis sehr gering
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		ungeeignet	gut geeignet

^{A)} Einstufung nach DIN 18196 und eigener Beurteilung

5.2 Bemessungswert des Sohlwiderstandes

Der Lastabtrag des Bauwerks erfolgt bei einem Abtrag des humosen Oberbodens sowie der humosen Sandlagen und Torfe (Böden der Homogenbereiche 1 und 3) voraussichtlich über die Böden der Homogenbereiche 4 sowie ggf. über eine eingebrachte Schicht aus gut verdichtungsfähigem, frostunempfindlichem, kornabgestuftem Material (z.B. Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196).

Es kann im Rahmen der Entwurfsplanung unter Voraussetzung einer mind. mitteldichten Lagerungsdichte der eingebauten Böden für **Streifenfundamente** mit einer Einbindetiefe von 0,8 m unter GOK (frostsichere Gründungtiefe) und einer Breite von 0,4 bis 0,6 m überschlägig ein **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** von $\sigma_{R,d} = 350 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Hierbei sind Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen in der Größenordnung von bis zu 1 cm zu erwarten. (Hinweis: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes sind keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11).

Es handelt sich hierbei um überschlägig ermittelte Werte, die für jeden Standort nochmal gezielt geprüft werden sollten.

5.3 Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach den Untersuchungsergebnissen sowie den Angaben der DIN 1055 für vergleichbare Bodenarten können vorläufig die folgenden, in Tabelle 5 angegebenen Bodenkennwerte für überschlägige Berechnungen im Rahmen der Entwurfsplanung angenommen werden.

Die Werte gelten für die beschriebene Hauptbodenschicht im ungestörten Lagerungsverband, d.h. ohne z.B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Tabelle 5: Bodenkennwerte nach DIN 1055-2 und Erfahrungswerte für den Steifemodul

Homogen-bereich	Bodenart	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
1	OH	17,0	9,5	30,0	keine	k.A.
2	OH, HZ OH – SE	11,0 – 17,0	1,0 – 9,5	15,0 – 30,0	0 – 5	k.A.
3	SE	17,0 – 18,0	9,0 – 10,0	32,5	keine	40 – 60

6 Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für Hochbaumaßnahmen

Die Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung richtet sich nach dem aus den Rammkernsondierungen und Rammsondierungen bekannten Bodenaufbau unter geotechnischen Gesichtspunkten. Die hier vorliegende Gründungsempfehlung hat nur orientierenden Charakter. Es sollten nach Vorliegen konkreter Bebauungspläne nochmals objektbezogene Baugrunduntersuchungen ergänzt werden.

Die aufgeschlossenen Böden lassen eine konventionelle Flachgründung von Hochbaumaßnahmen grundsätzlich zu. Zur Herstellung eines tragfähigen Planums sind die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen durchzuführen.

Der humushaltige Boden des Homogenbereiches 1 ist für den Abtrag von Bauwerkslasten als ungeeignet zu bewerten und sollte daher im Gründungsbereich vollständig ausgekoffert und ggf. durch geeigneten Füllsand (s.u.) ersetzt werden. Lagen aus Torf oder humushaltigen Sanden, welche im ansonsten humusfreien Feinsand eingeschaltet sind (Böden des Homogenbereiches 3) sollten ebenfalls vollständig ausgekoffert werden, sofern diese im Gründungsbereich von Hochbauten anstehen. Gegebenenfalls kann der Verbleib von Böden des Homogenbereiches 3 nach der Durchführung von objektbezogenen Baugrunduntersuchungen zu konkreten Bauvorhaben diskutiert werden.

Im Zuge langanhaltender Trockenperioden ist mit Austrocknungserscheinungen und damit verbundener Setzungen des Torfes zu rechnen.

In Abhängigkeit von der Aushubtiefe und der vorgesehenen Einbindetiefe der Gewerke (Bodenplatte bzw. Fundamente) muss im Zuge der Aushubarbeiten ein seitlicher Überstand entsprechend der ausgekofferten Tiefe beachtet werden (Lastausbreitungswinkel 45°), d.h. erfolgt der Erdaushub (Bodenaustausch) z.B. bis zu 1 m unterhalb der Gründungsebene (Einbindetiefe Fundamente), sollte der Aushub (Bodenaustausch) auch mit einem seitlichen Überstand von 1 m über die Außenkante der Gewerke hergestellt werden. Bei den Aushubarbeiten sind die Vorgaben der DIN 4123 zu beachten.

Gemäß DIN 4124 darf beim Aushub von Baugruben ab einer Tiefe von 1,25 m unter GOK ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit ein zulässiger Böschungswinkel von $\beta \geq 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden nicht überschritten werden. Bei mind. steif konsistenten, bindigen Böden ist ein Böschungswinkel von $\beta \geq 60^\circ$ einzuhalten.

Ausgekoffertes Material ist ggf. bis zur Sollhöhe des Planums durch geeignetes Material (humusfreies, verdichtungsfähiges, frostunempfindliches, kornabgestuftes Material, z.B. Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196) zu ersetzen, welches lagenweise einzubauen und in 6 - 10 Übergängen, bei einer Schüttstärke von max. je 0,4 m mit geeignetem Gerät

auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten ist. Nach durchgeführten Verdichtungsarbeiten ist auf dem Sandplanum ein Verdichtungsgrad von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 98\%$ nachzuweisen.

Laut mündlicher Mitteilung durch Dipl.-Ing. Thomas Honnigfort ist es im zeitlichen Zusammenhang mit in benachbarten Baufeldern durchgeführten Verdichtungsarbeiten zu Schäden an dort befindlichem Bauwerksbestand gekommen. Die Durchführung der Verdichtungsarbeiten sollte daher mit Vorsicht und statisch (beispielsweise unter Verwendung einer schweren Rüttelplatte) erfolgen. Alternativ können die Verdichtungsarbeiten gegebenenfalls dynamisch unter Verwendung einer Rüttelwalze bei geringer Amplitude durchgeführt werden.

Für die erforderlichen Erdarbeiten ist ein Abstand zum Grund- bzw. Schichtwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten (siehe Kap. 8 Bauwasserhaltung).

Die Gründung der Fundamente sollte in frostsicherer Tiefe von $\geq 0,8 \text{ m}$ unter Geländeoberkante erfolgen.

Es muss außerdem damit gerechnet werden, dass in extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) ca. 0,8 m über den gemessenen Werten, d.h. bei ca. -1,6 m bis -1,9 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt liegen kann. (vgl. Kap. 4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse).

Für erdberührte Gewerke, welche oberhalb des Bemessungswasserstandes einbinden, kann eine Abdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W1-E „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.5 (ggf. in Kombination mit einer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095) erfolgen.

Für erdberührte Gewerke, welche unterhalb des Bemessungswasserstandes einbinden, sollte die Bauwerksabdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E „Drückendes Wasser (Grundwasser, Hochwasser, Stauwasser)“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.6.1 erfolgen.

7 Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen

Für den Verkehrsflächenaufbau werden die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) zu Grunde gelegt. Es wird hierbei von einer Belastungsklasse Bk1,0 für die Verkehrsflächen ausgegangen. Gemäß der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) liegt das Baufeld in der Frosteinwirkungszone I.

Im Gründungsbereich der Verkehrsflächen sollten oberflächennah anstehende humushaltige Oberböden abgetragen werden. Der Verbleib von geringmächtigen Böden des Homogenbereiches 3 kann lediglich erwogen werden, sofern diese im Bereich der geplanten Verkehrsflächen liegen, auf Ihnen jeweils ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden kann **und** sie einen Organikanteil von $\leq 3 \text{ M-\%}$ nicht überschreiten.

In Abhängigkeit von der Planungshöhe der Verkehrsflächen kann das Planum bei Bedarf mit gut verdichtungsfähigem, frostunempfindlichem, kornabgestuftem Bodenmaterial (z.B. Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196) aufgehöhht werden.

Auf dem Planum kann der Aufbau der neuen Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 bei einer Bauweise mit einer Asphaltdecke beispielsweise nach Tafel 1, Zeile 5 für die Belastungsklasse Bk1,0 erfolgen (siehe Tabelle 6):

Tabelle 6: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 1, Zeile 5, Bk1,0) bei Bauweise mit Asphaltdecke, samt Mehrdicke nach RStO 12 (Tafel 7)

Einbauschicht	Geforderter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Einbaustärke [cm]
Asphaltdeckschicht	-	4
Asphalttragschicht	-	10
Schottertragschicht	150	30
Schicht aus frostunempfindlichem Material	80	17
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	61

Alternativ kann der Aufbau für die Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 bei einer Bauweise mit einer Pflasterdecke nach Tafel 3, Zeile 3, für die Belastungsklassen Bk1,0 erfolgen (siehe Tabelle 7):

Tabelle 7: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 3, Zeile 3, Bk1,0) bei Bauweise mit Pflasterdecke, samt Mehrdicke nach RStO 12 (Tafel 7)

Einbauschicht	Geforderter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Einbaustärke [cm]
Pflasterdecke	-	8
Bettung	-	4
Schottertragschicht	150	30
Schicht aus frostunempfindlichem Material	80	17
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	59

Die für die Verkehrsflächen anzusetzende Belastungsklasse nach RStO 12 und der daraus resultierende Aufbau der Verkehrsflächen sind letztlich von planerischer Seite entsprechend dem zu erwartenden Verkehr (Lasten, Beanspruchung) festzulegen. Gegebenenfalls ist der Aufbau der Verkehrsflächen entsprechend anzupassen.

Zur Überprüfung einer ausreichenden Verdichtung des eingebauten Materials, insbesondere der Schottertragschicht, sollten auf dem Planum statische Plattendruckversuche gemäß DIN 18134 durchgeführt werden.

Bei der Herstellung des Planums, der Frostschutzschicht und der Tragschichten sind zudem die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTVE-StB 17) und die „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (ZTV-SoB-StB 04) zu berücksichtigen.

8 Bauwasserhaltung

Bei den Erdarbeiten ist obligatorisch ein Abstand zum Grund- bzw. Schichtwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten.

Die Erdarbeiten im Zuge eines Bodenaustausches müssen im Hinblick auf mögliches Schichtwasser, welches sich zu niederschlagsreichen Witterungsbedingungen oberhalb der schlecht wasserdurchlässigen Böden (Böden des Homogenbereiches 2) aufstauen kann, möglicherweise unter dem Schutz einer Wasserhaltung erfolgen.

Zu diesem Zweck wird empfohlen, eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf vorzuhalten und anfallendes Schicht-, Grund- bzw. Tagwasser nach Einholen einer entsprechenden wasserrechtlichen Erlaubnis z.B. in einen nahegelegenen Vorfluter bzw. die Kanalisation abzuleiten.

Für den Bau von Unterkellerungen sind voraussichtlich Wasserhaltungsmaßnahmen in Kombination mit einer Grundwasserabsenkung erforderlich. Es kann hierbei nicht ausgeschlossen werden, dass nahegelegene Baufelder von der Grundwasserabsenkung erfasst werden, und es hierdurch zu Setzungen am Bauwerksbestand kommen kann, insbesondere dann, wenn dieser auf setzungsempfindlichen Böden (z.B. Torfe oder locker gelagerte Sande) errichtet wurde.

Um den Umfang einer Wasserhaltung möglichst gering zu halten, sollten die Erdarbeiten vorzugsweise zu trockenen Witterungsperioden (z.B. in den Sommermonaten) erfolgen.

9 Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser

Die im untersuchten Areal aufgeschlossenen humusfreien Feinsande sind aufgrund ihrer guten Wasserdurchlässigkeit (vgl. Anlage 4) grundsätzlich für den Betrieb von Versickerungsanlagen geeignet ist.

In Anlehnung an die DWA (2005) ist zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und dem mittleren Grundwasserhochstand bzw. einer wasserstauenden Bodenschicht eine Sickerstrecke von mindestens 1,0 m einzuhalten. Diese Bedingung ist bei der Planung einer Versickerungsanlage zu berücksichtigen. Die Möglichkeit für eine Versickerung besteht an Standorten, an welchen diese Vorgaben nicht erfüllt werden, z.B. in der Ausführung von flachen Versickerungsmulden mit einer geringen Flächenbelastung (A_u/A_s), ggf. in Kombination mit einer Anfüllung am geplanten Versickerungsstandort mit einem für eine Versickerung geeigneten Boden, sodass zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und der Schichtoberkante des lehmigen Bodens eine Sickerstrecke von ≥ 1 m gegeben ist.

Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann für die untersuchten (humusfreien) Sande ein k_f -Wert von rd. $3,8 \times 10^{-5}$ m/s angesetzt werden.

Es ist zu beachten, dass es bei einem Betrieb einer Versickerungsanlage oberhalb der wasserstauenden, organikhaltigen Böden möglicherweise zu einem lateralen Abfluss kommen kann. Es ist daher zu prüfen, ob es hierdurch zu Schäden an angrenzenden Bauwerken kommen kann.

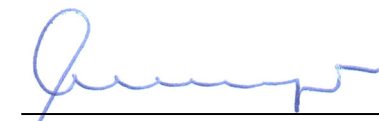
Aufgrund der variierenden Flurabstände zu den wasserstauenden, organikhaltigen Böden im Plangebiet wird empfohlen, die Bodenverhältnisse am geplanten Standort für eine Versickerungsanlage nochmals gezielt zu prüfen.

10 Schlusswort

Sollten sich hinsichtlich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen und der zur Betrachtung zugrunde gelegten Angaben Änderungen ergeben oder bei der Bauausführung abweichende Boden- und Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, ist der Gutachter sofort zu informieren.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder nur abweichend erörtert wurden, ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Spelle, 15. März 2021


Dipl.-Geogr. Ingo-Holger Meyer
Beratender Geowissenschaftler BDG




M.Sc. Biogeowiss. Heiner Helmer

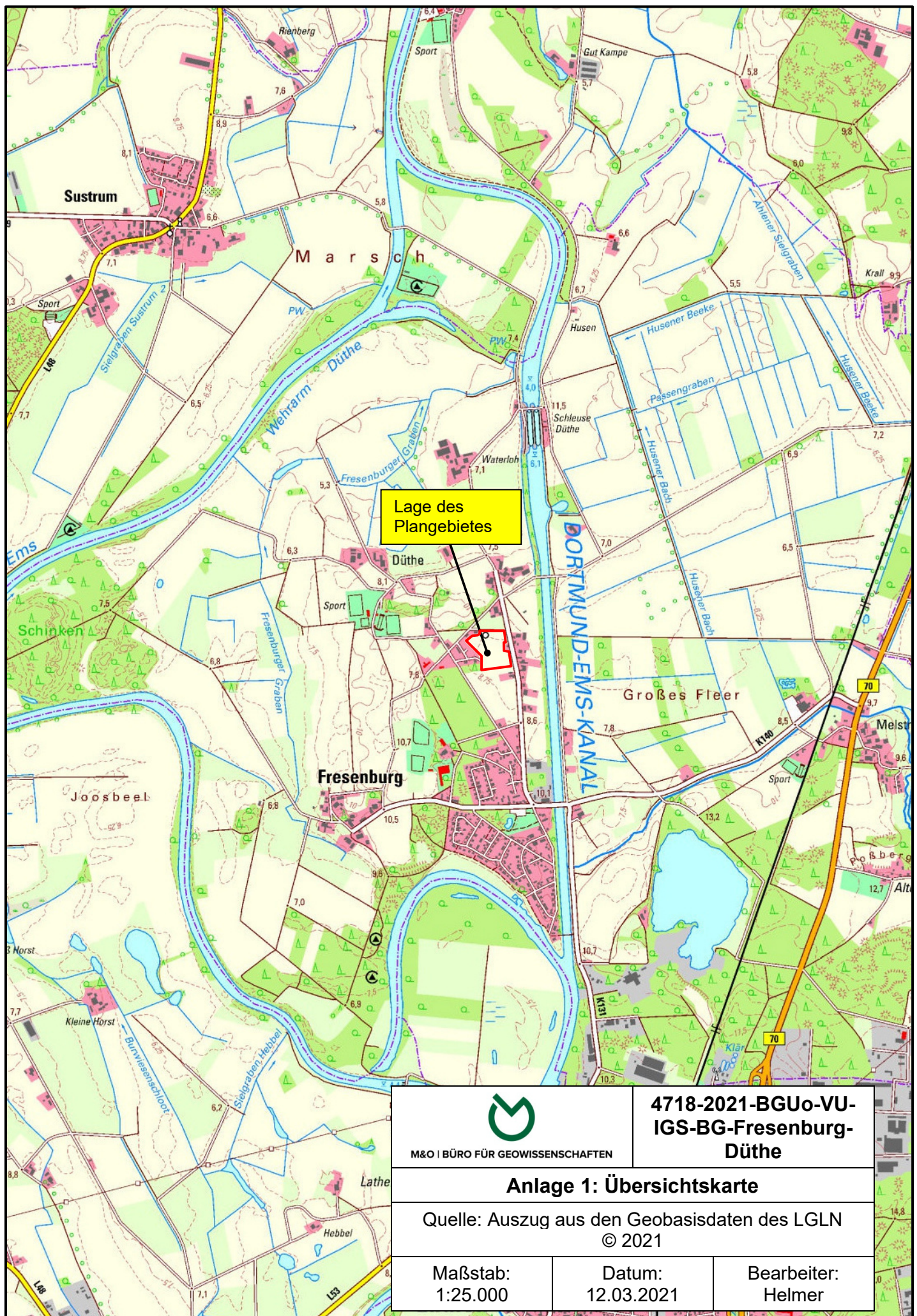
Literatur

DWA (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Arbeitsblatt DWA-A 138. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

Anlagen

- Anlage 1: Übersichtskarte
- Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte
- Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme
- Anlage 4: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Anlage 1: Übersichtskarte



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

4718-2021-BGUo-VU-IGS-BG-Friesenburg-Dürthe

Anlage 1: Übersichtskarte

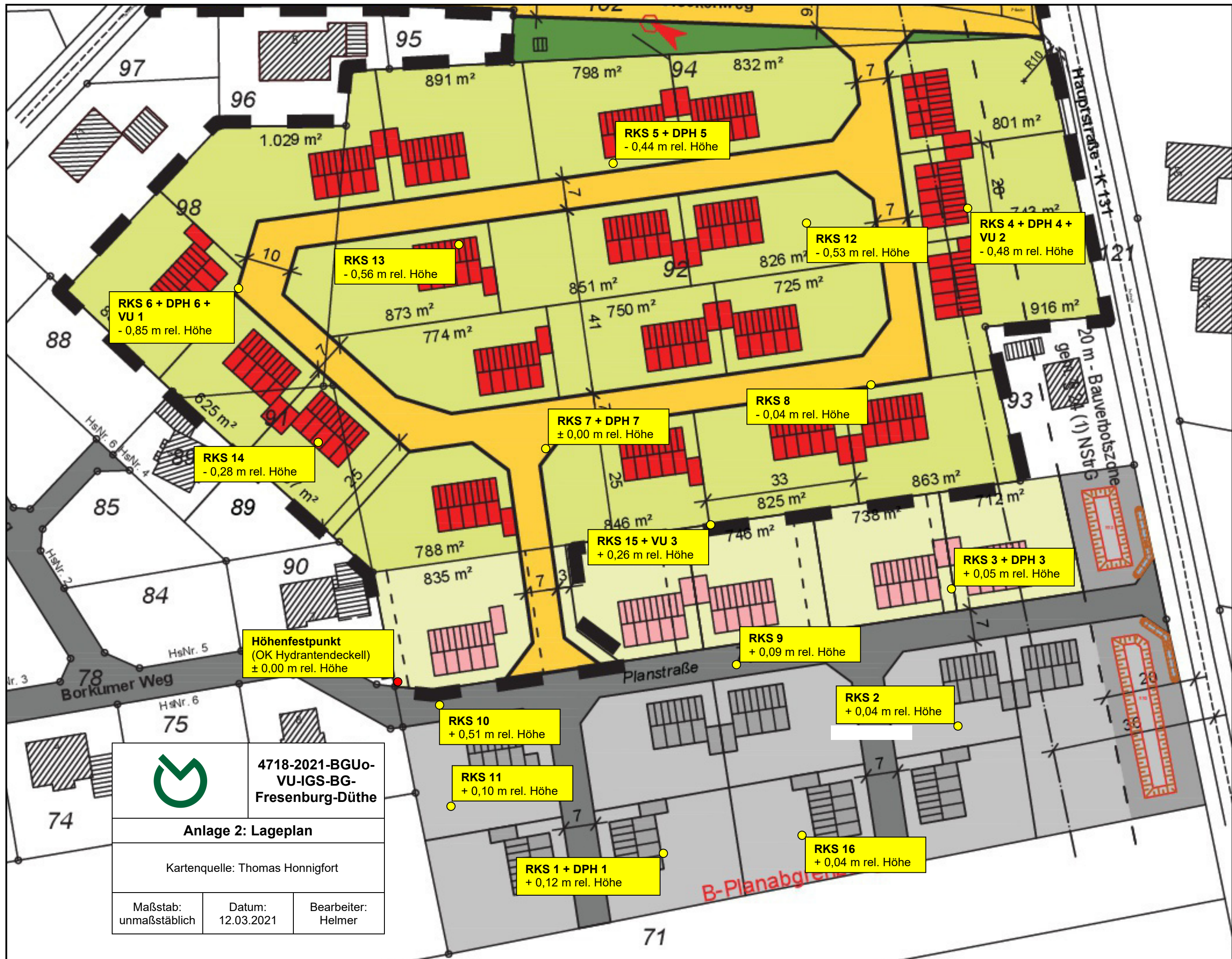
Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des LGLN
© 2021

Maßstab:
1:25.000

Datum:
12.03.2021

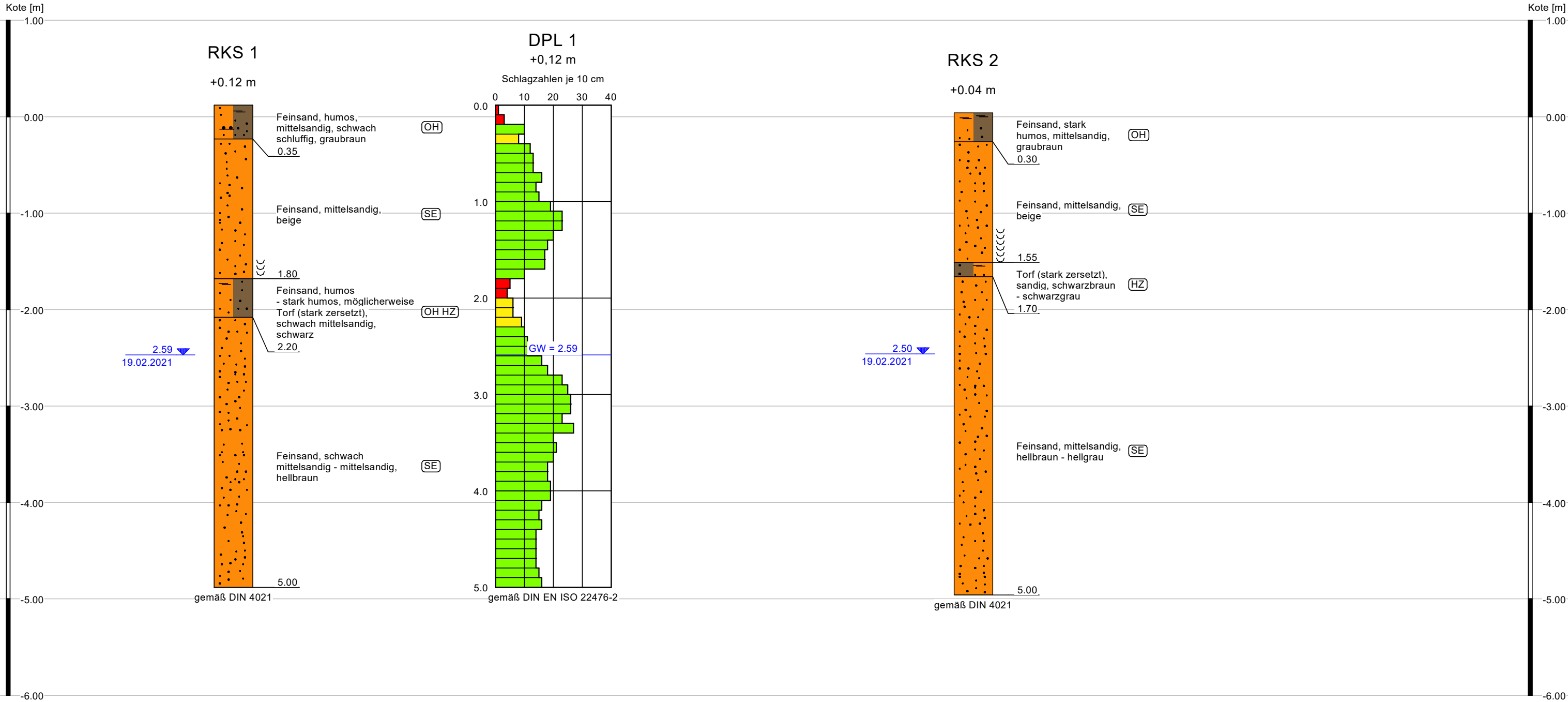
Bearbeiter:
Helmer

Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte



		
4718-2021-BGUo- VU-IGS-BG- Fresenburg-Düthe		
Anlage 2: Lageplan		
Kartenquelle: Thomas Honnigfort		
Maßstab: unmaßstäblich	Datum: 12.03.2021	Bearbeiter: Helmer

Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme



Lagerungsdichte DPL	
	sehr locker (< 6/4)
	locker (< 10/8)
	mitteldicht (< 51/49)
	dicht (< 65/63)
	sehr dicht (>= 65/63)

Konsistenzen	
	naß

	0.70
	15.12.2020
Grundwasserspiegel und Messdatum	

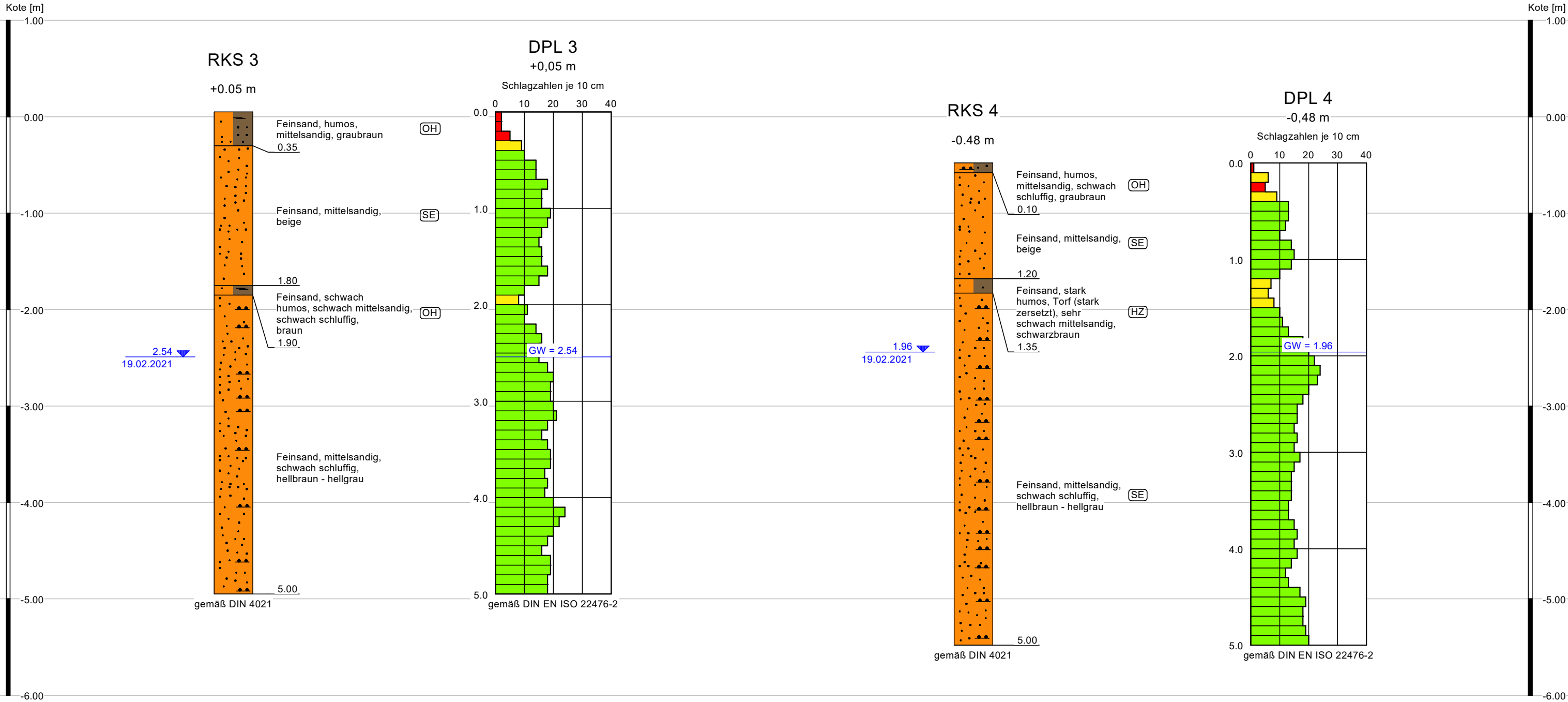


M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 12.03.2021 Bearbeiter: Helmer



Lagerungsdichte DPL	
	sehr locker (< 6/4)
	locker (< 10/8)
	mitteldicht (< 51/49)
	dicht (< 65/63)
	sehr dicht (>= 65/63)

0.70 Grundwasserspiegel und Messdatum
15.12.2020



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40

Datum: 12.03.2021

Bearbeiter: Helmer

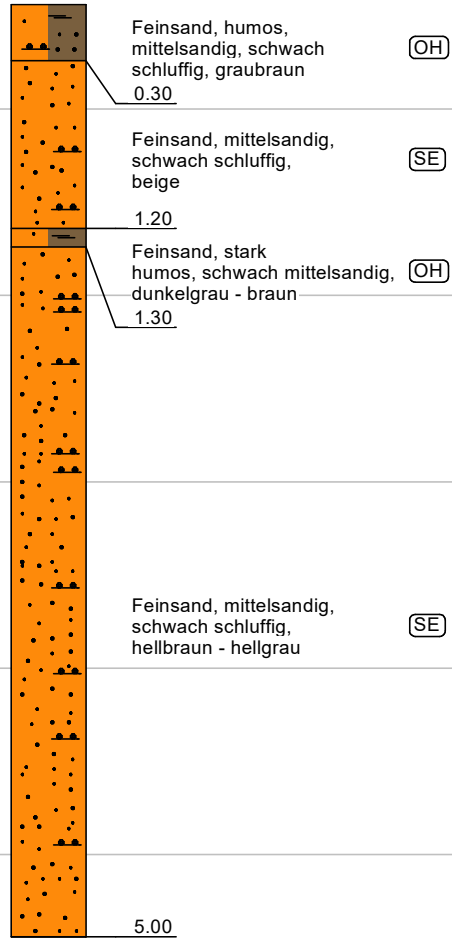
Kote [m]
1.00

Kote [m]
1.00

RKS 5

-0.44 m

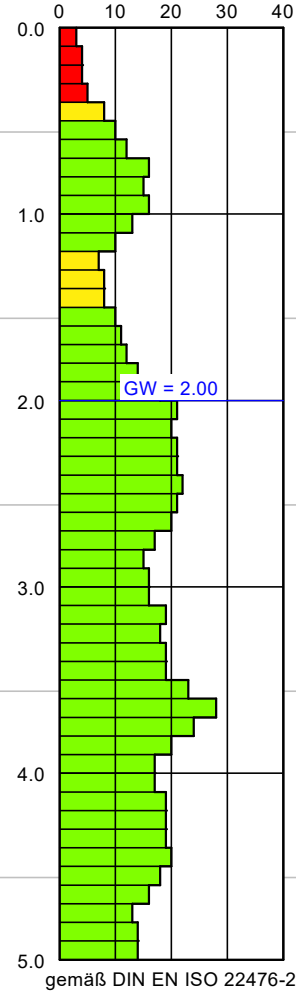
2.00
19.02.2021



DPL 5

-0.44 m

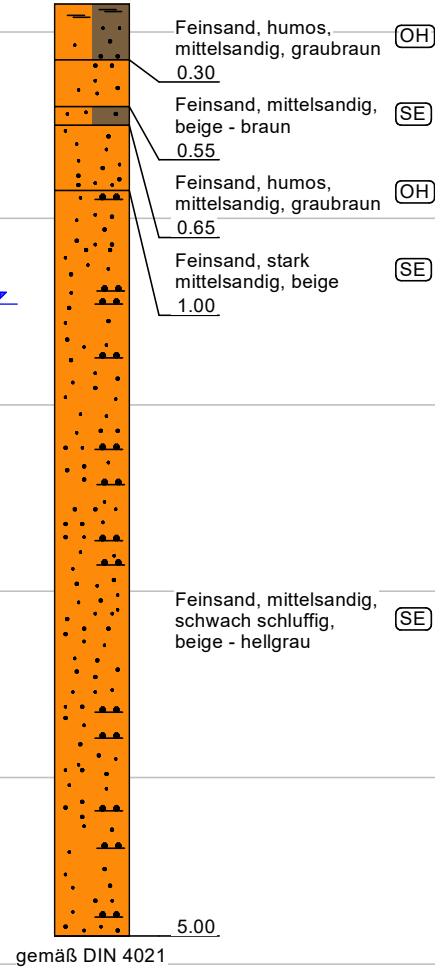
Schlagzahlen je 10 cm



RKS 6

-0.85 m

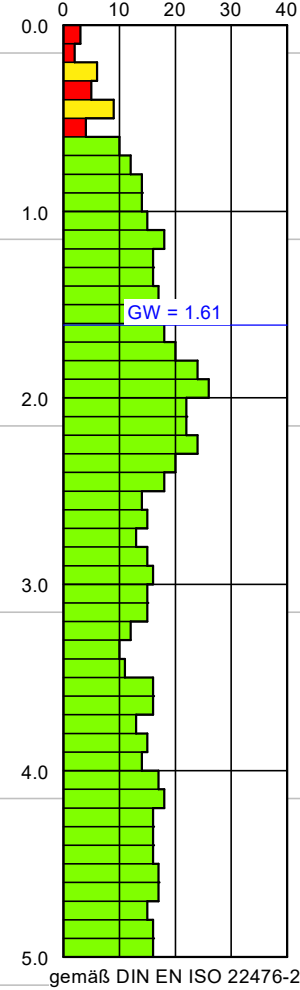
1.61
22.02.2021



DPL 6

-0.85 m

Schlagzahlen je 10 cm



Lagerungsdichte DPL

- sehr locker (< 6/4)
- locker (< 10/8)
- mitteldicht (< 51/49)
- dicht (< 65/63)
- sehr dicht (>= 65/63)

0.70
15.12.2020 Grundwasserspiegel und Messdatum



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS

BG-Fresenburg-Düthe

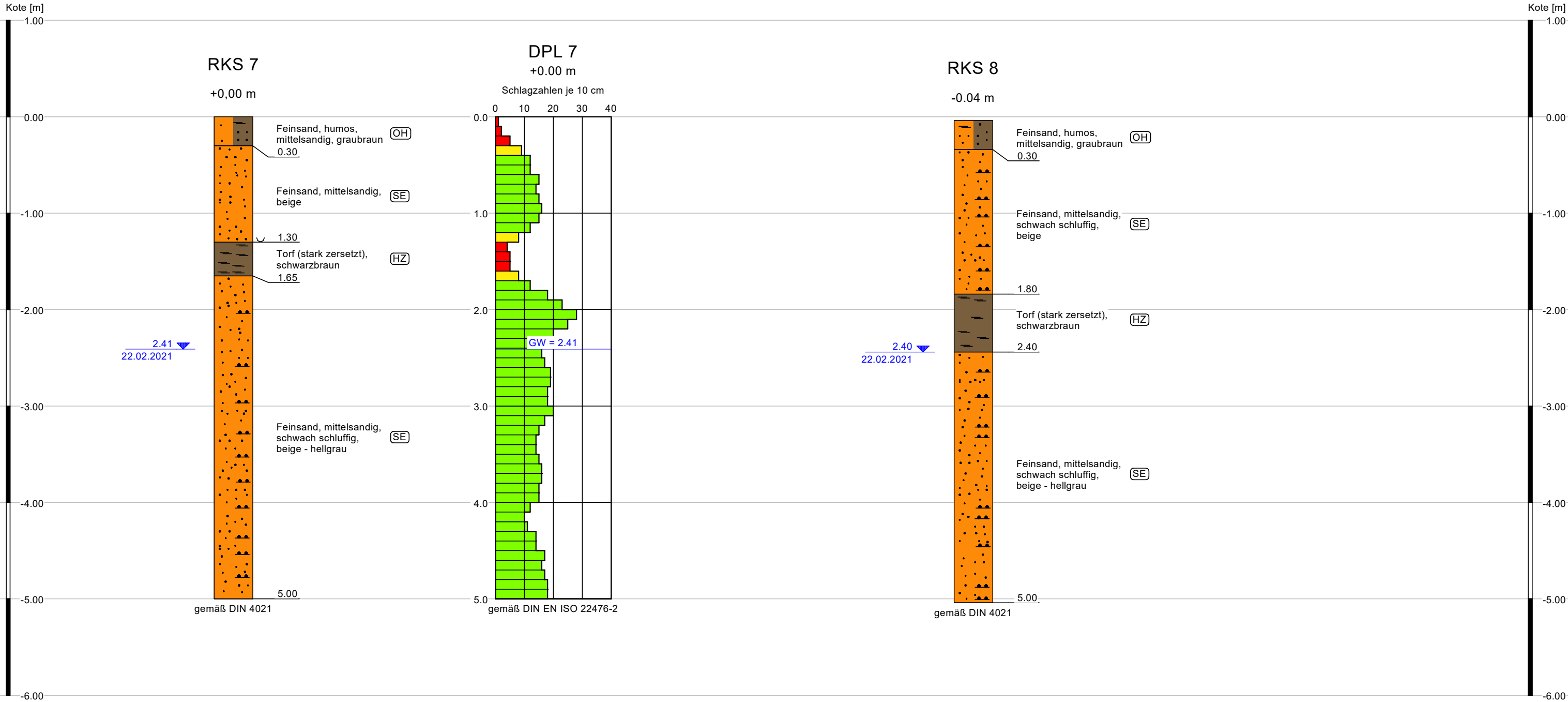
Anlage 3

Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40

Datum: 12.03.2021

Bearbeiter: Helmer



Lagerungsdichte DPL

- sehr locker (< 6/4)
- locker (< 10/8)
- mitteldicht (< 51/49)
- dicht (< 65/63)
- sehr dicht (>= 65/63)

Konsistenzen

naß

0.70
15.12.2020 Grundwasserspiegel und Messdatum



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40

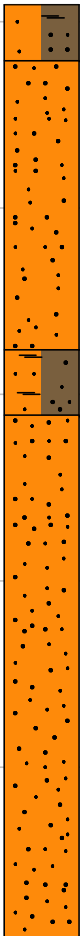
Datum: 12.03.2021

Bearbeiter: Helmer



RKS 9

+0,09 m



Feinsand, humos, mittelsandig, graubraun

(OH)

Feinsand, mittelsandig, beige

(SE)

Feinsand, stark humos, Torf (stark zersetzt), schwach mittelsandig, schwarzbraun

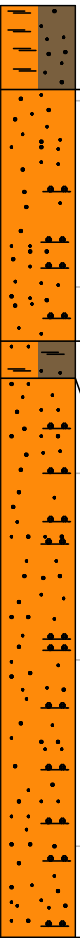
(OH HZ)

Feinsand, mittelsandig, hellbraun - hellgrau

(SE)

RKS 10

+0.51 m



Feinsand, humos, mittelsandig, graubraun

(OH)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, beige

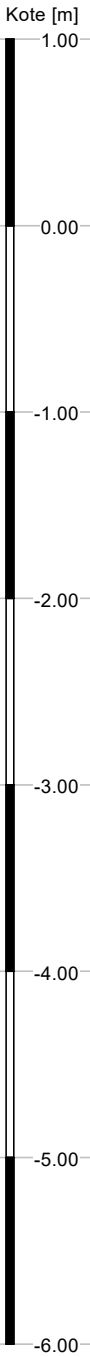
(SE)

Feinsand, stark humos, schwach mittelsandig, Torf (stark zersetzt), schwarzbraun

(OH HZ)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, beige - hellgrau

(SE)



Konsistenzen

naß

0.70

15.12.2020

Grundwasserspiegel und Messdatum

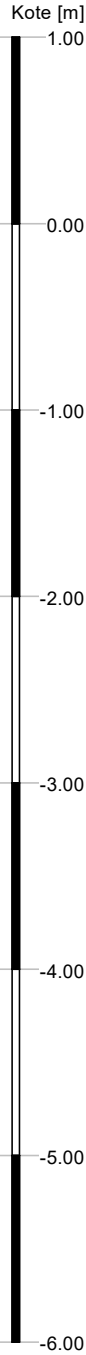


M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 12.03.2021 Bearbeiter: Helmer



RKS 11

+0,10 m



Feinsand, humos, mittelsandig, schwach schluffig, graubraun
0.35

(OH)

Feinsand, mittelsandig, beige

(SE)

1.50

Feinsand, stark humos, eventuell torfhaltig, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwarzbraun

(OH - HZ)

1.90

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, beige - hellgrau

(SE)

5.00

gemäß DIN 4021

2.50
23.02.2021

RKS 12

-0.53 m



Feinsand, humos, mittelsandig, schwach schluffig, graubraun
0.30

(OH)

Feinsand, mittelsandig, beige

(SE)

1.20

Feinsand, stark humos, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwarzbraun

(SE)

1.35

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, beige - hellgrau

(SE)

5.00

gemäß DIN 4021

1.88
23.02.2021



0.70
15.12.2020

Grundwasserspiegel und Messdatum

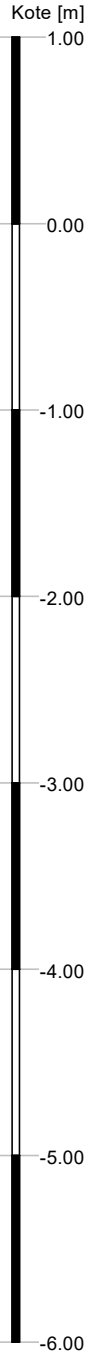


M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe

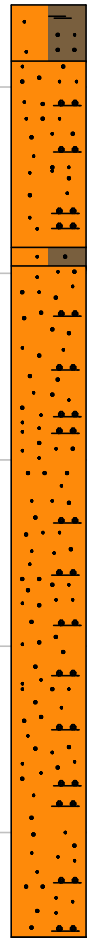
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 12.03.2021 Bearbeiter: Helmer



RKS 13

-0.56 m



Feinsand, humos, mittelsandig, graubraun
0.30

(OH)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, beige

(SE)

1.30

Feinsand, stark humos, schwach mittelsandig, evtl torfig (stark zersetzt), schwarzbraun
1.40

(OH - HZ)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, hellbraun - hellgrau

(SE)

5.00

gemäß DIN 4021

1.87
23.02.2021

RKS 14

-0.28 m



Feinsand, humos, mittelsandig, schwach schluffig, graubraun
0.40

(OH)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, beige
0.80

(SE)

Torf, stark zersetzt, schwarzbraun
1.25

(HZ)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, hellbraun - hellgrau

(SE)

5.00

gemäß DIN 4021

2.15
23.02.2021



0.70
15.12.2020 Grundwasserspiegel und Messdatum



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40

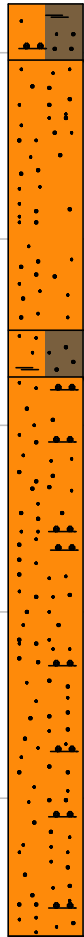
Datum: 12.03.2021

Bearbeiter: Helmer



RKS 15

+0.26 m



Feinsand, humos,
mittelsandig, schwach
schluffig, graubraun

(OH)

Feinsand, mittelsandig,
beige

(SE)

Feinsand, stark
humos, schwach mittelsandig,
schwach schluffig,
schwarzbraun

(OH)

Feinsand, mittelsandig,
schwach schluffig,
hellgrau

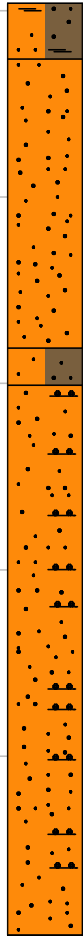
(SE)

gemäß DIN 4021

2.73
23.02.2021

RKS 16

+0.04 m



Feinsand, humos,
mittelsandig, graubraun

(OH)

Feinsand, mittelsandig,
beige

(SE)

Feinsand, stark
humos, mittelsandig,
schwarzbraun

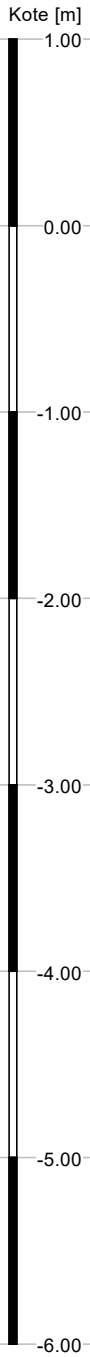
(SE)

Feinsand, mittelsandig,
schwach schluffig,
beige - hellgrau

(SE)

gemäß DIN 4021

2.49
23.02.2021



Konsistenzen

naß

0.70
15.12.2020

Grundwasserspiegel und Messdatum



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 4718-2021-BGUo-VU-IGS
BG-Fresenburg-Düthe
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 12.03.2021 Bearbeiter: Helmer

Anlage 4: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

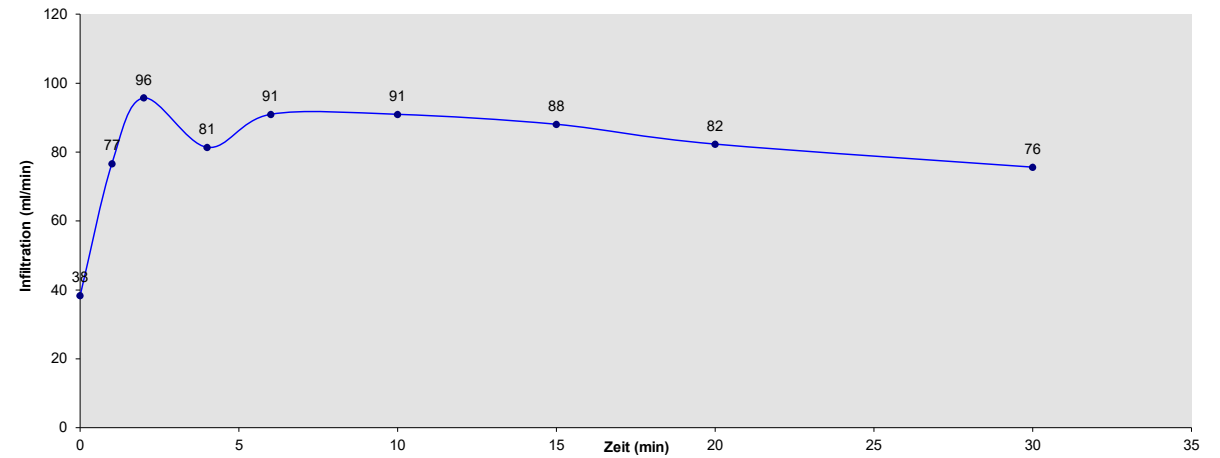
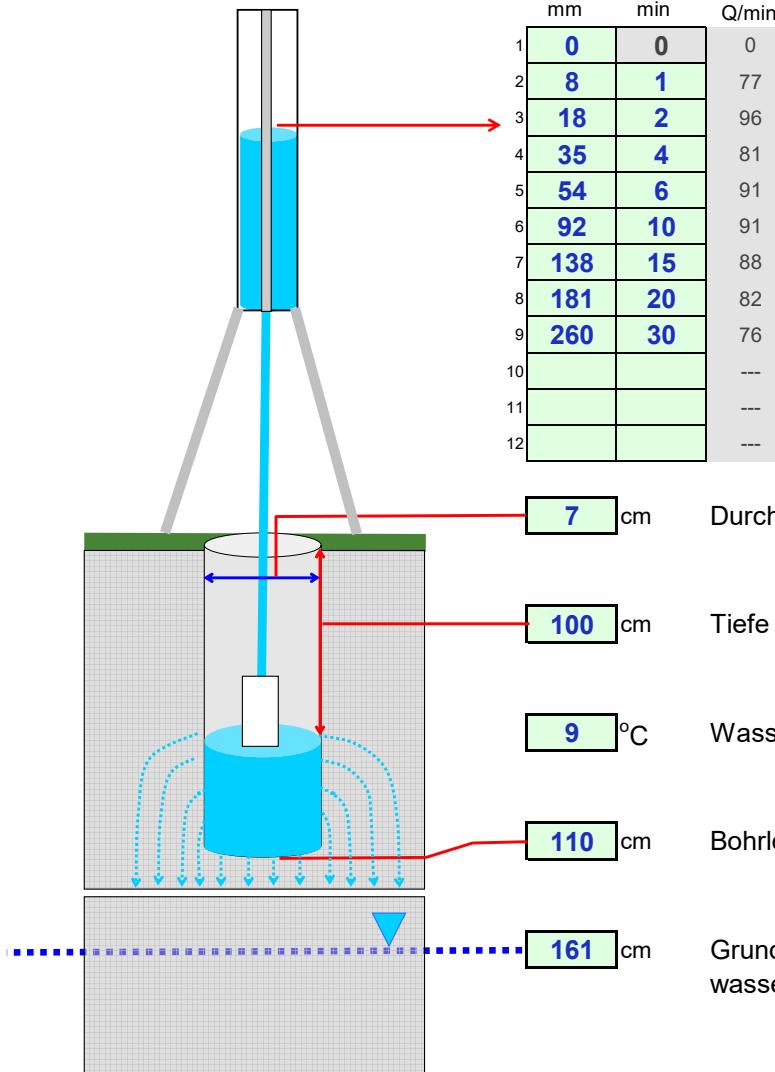
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 4718-2021 (Anlage 4)

Test: VU 1 (RKS 6)

Datum: 23.02.2021

Bearbeiter: Albers



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,26 ml/sec Durchm.(mm): 110
75,6 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 100 cm

Wert "h" = H-h₀ 10 cm

Wert "S" = GW-H 51 cm

Viskosität 1,3 Wasserviskosität im Bohrloch

Wasserviskosität bei 20°C

WAHR Für $S \geq 2h$:

$$k = Q * \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi * h'}$$

FALSCH Für $S < 2h$:

$$k = Q * \frac{3 * \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)}$$

K_r-Wert: 2,1 * 10⁻⁵ m/s
179,4 cm/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

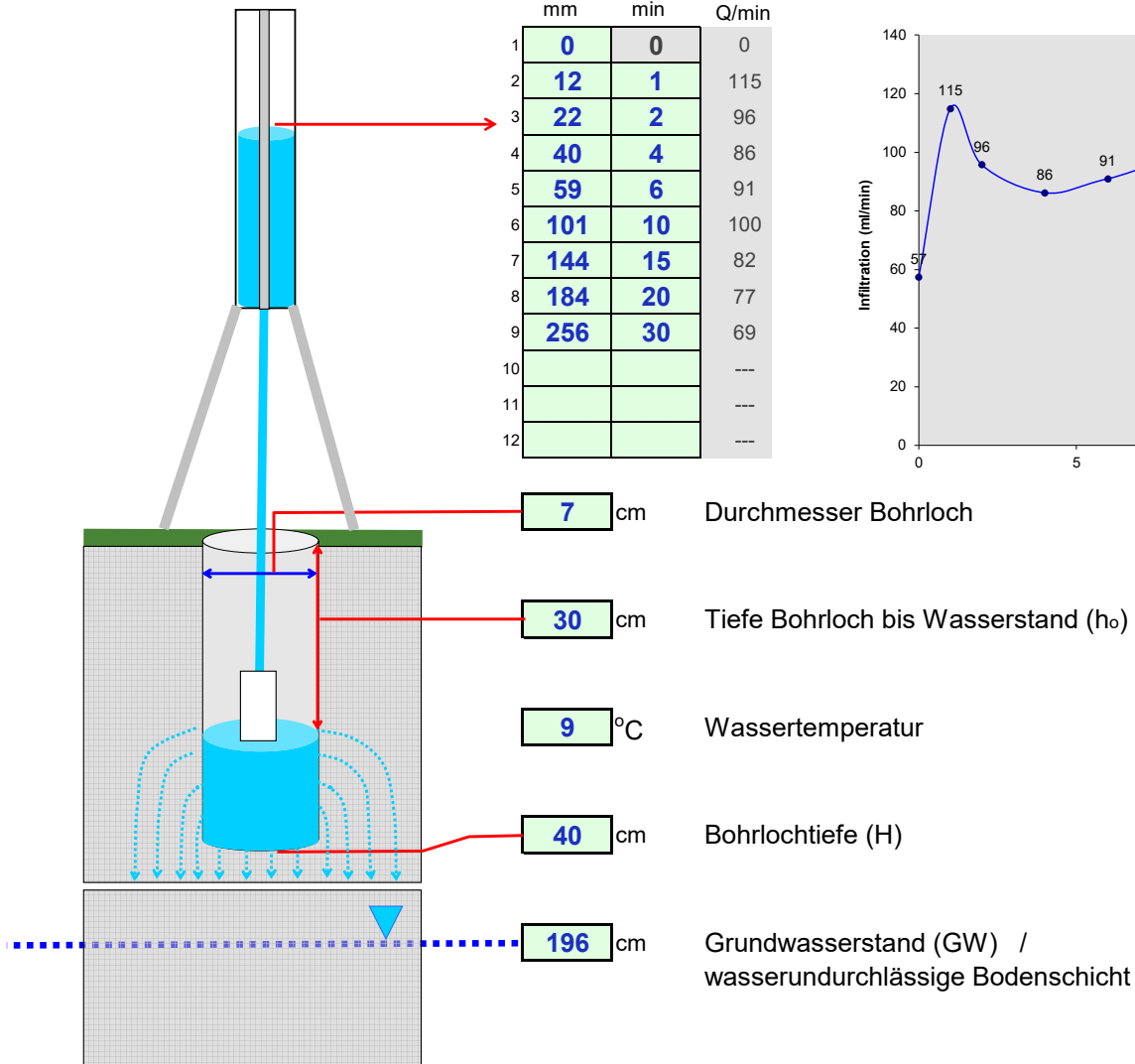
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 4718-2021 (Anlage 4)

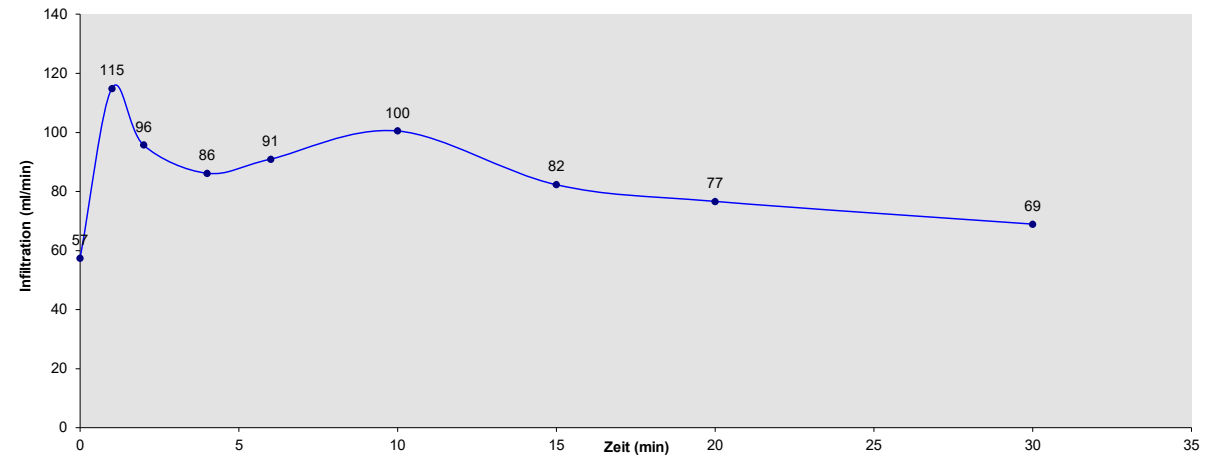
Test: VU 2 (RKS 4)

Datum: 23.02.2021

Bearbeiter: Albers



	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	12	1	115
3	22	2	96
4	40	4	86
5	59	6	91
6	101	10	100
7	144	15	82
8	184	20	77
9	256	30	69
10			---
11			---
12			---



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,15 ml/sec Durchm.(mm): 110
68,9 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 30 cm

Wert "h" = H-h₀ 10 cm

Wert "S" = GW-H 156 cm

Viskosität 1,3 Wasserviskosität im Bohrloch

Wasserviskosität bei 20°C

WAHR Für $S \geq 2h$:
$$k = Q * \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi * h'}$$

FALSCH Für $S < 2h$:
$$k = Q * \frac{3 * \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)}$$

K_r-Wert: $1,9 * 10^{-5} \text{ m/s}$
163,5 cm/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

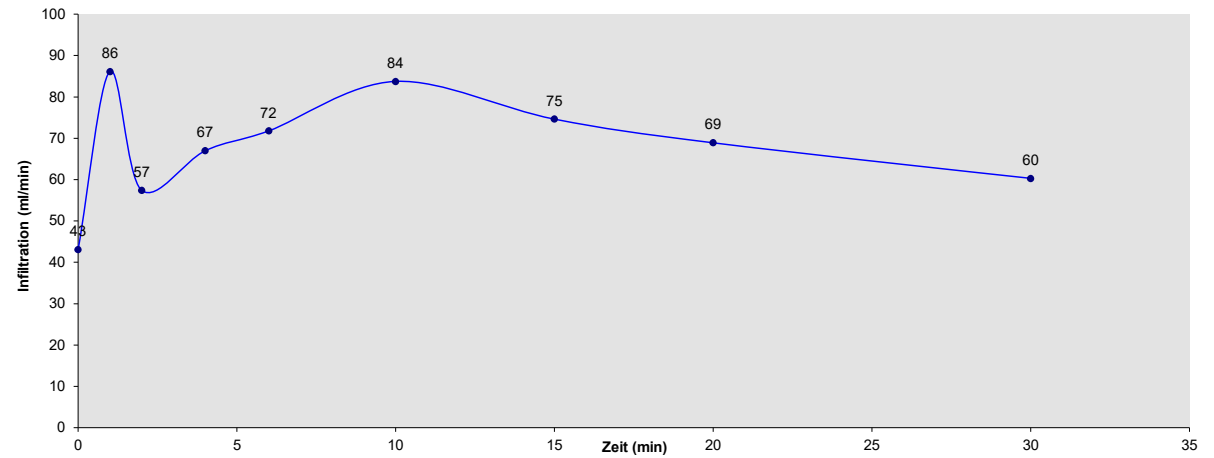
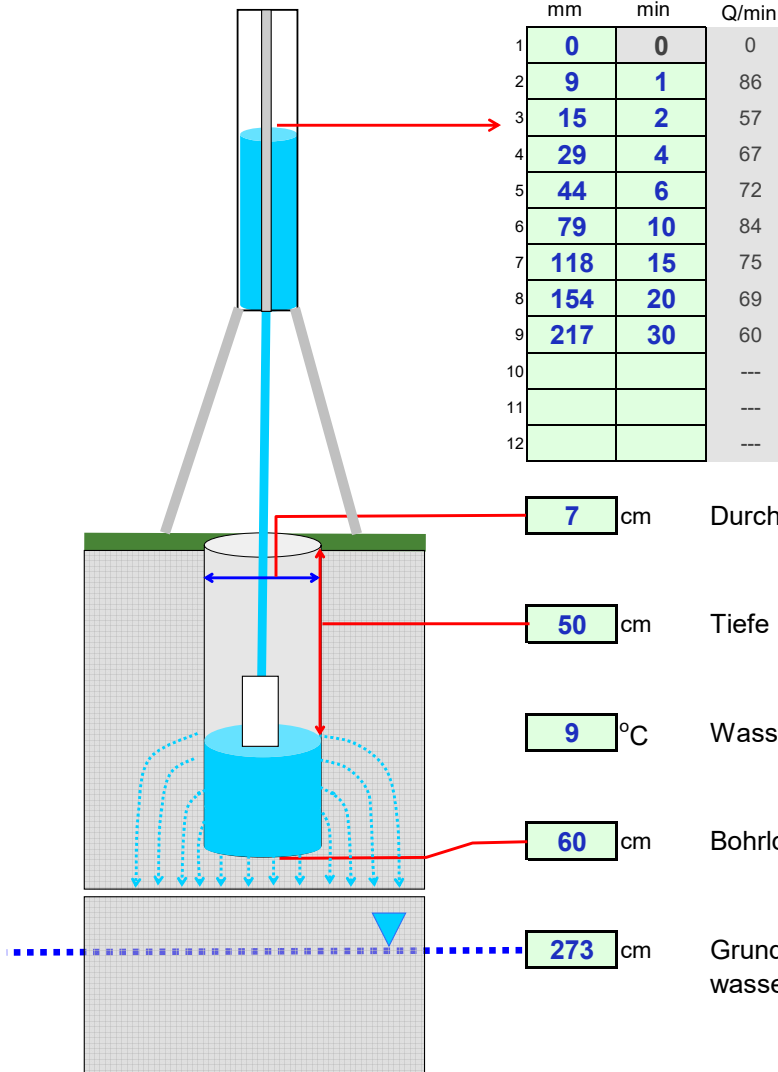
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 4718-2021 (Anlage 4)

Test: VU3(RKS 15)

Datum: 23.02.2021

Bearbeiter: Albers



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,00 ml/sec Durchm.(mm): 110
60,3 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 50 cm

Wert "h" = H-h₀ 10 cm

Wert "S" = GW-H 213 cm

Viskosität 1,3 Wasserviskosität im Bohrloch

Wasserviskosität bei 20°C

WAHR Für $S \geq 2h$:
$$k = Q \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h'}$$

FALSCH Für $S < 2h$:
$$k = Q \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)}$$

K_r-Wert: 1,7 * 10⁻⁵ m/s
143,1 cm/Tag