

Geotechnisches Streckengutachten

zum

Neubau einer Gasanbindung

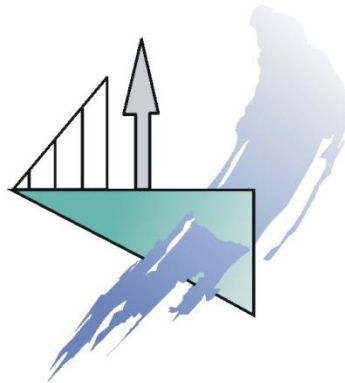
Wilhelmshaven – Leer (GWL)



Baulos 1 Sande - Westerstede

3. Abschnitt – Stationierungs-km 22,410 bis 30,850

Landkreis Ammerland



RPGeolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Projektnummer: 06-5765

Datum: 24.11.2022

Vorhabensträgerin	
	EWE Netz GmbH Cloppener Straße 302 26133 Oldenburg Ansprechpartner Thorsten Soppa Tel.: 0151 74625063 thorsten.soppa@ewe-netz.de
Baugrundgutachten	
	RP Geolabor und Umweltservice GmbH Niedriger Weg 47 49661 Cloppenburg Tel. 04471 – 94 75 70 Info@RPGeolabor.de

© 2022 RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Das Werk darf nur vollständig und unverändert vervielfältigt werden und nur zu dem Zweck, der unserer Beauftragung mit der Erstellung des Werkes zugrunde liegt. Die Vervielfältigung zu anderen Zwecken oder eine auszugsweise oder veränderte Wiedergabe oder eine Veröffentlichung bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Eine Weitergabe des Berichtes und/oder der Daten ist ohne ausdrückliche Erlaubnis der RP Geolabor und Umweltservice GmbH nicht zulässig.

Sofern dem Auftraggeber der Bericht auch im pdf-Format zur Verfügung gestellt wird, ist diese EDV-Version nur in Verbindung mit einer originalunterschiedenen Druckversion in Papierform gültig.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	II
TABELLENVERZEICHNIS	II
ANHANGSVERZEICHNIS	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
1 UNTERSUCHUNGSANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 VORHANDENE PLANUNTERLAGEN	2
3 BAUVORHABEN	3
4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse	5
4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
4.3 Chemische Bodenuntersuchungen	8
5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	9
5.1 Regionalgeologischer Überblick und erfasster Baugrundaufbau.....	9
5.3 Homogenbereiche	13
6 GEOTECHNISCHE KLASSIFIZIERUNG DER SCHICHTEN UND ZUORDNUNG VON BODENKENNWERTEN	18
7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG	20
7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen.....	22
8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG.....	24
8.1 Empfehlungen für die Gründung der Gashochdruckleitung	25
8.2 Verfüllung des Rohrgrabens	27
9 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE UNTERQUERUNGEN.....	29
9.1 Offene Bauweise	29
9.2 Grabenlose Bauweise	31
10 UMGANG MIT SULFATSAUREN UND POTENZIELL SULFATSAUREN BÖDEN	32
11 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN.....	33

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Verlauf der GWL.....	3
-------------	----------------------	---

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Zuordnung der Schlagzahlen der DPL und der DPH zu den Lagerungs- und Proctordichten nach DIN EN1997-2:2010 sowie zu den Konsistenzen bindiger Böden	6
Tabelle 2	Ausgeführte Feldarbeiten	7
Tabelle 3	Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
Tabelle 4	Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im 3. Abschnitt	11
Tabelle 5	Geologische Verhältnisse im Bereich des 3. Abschnittes	13
Tabelle 6	Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge	19
Tabelle 7	Zusammenfassende Ergebnisse der chemischen Grundwasseruntersuchungen im 3. Abschnitt, Landkreis Ammerland.....	23
Tabelle 8	Einstufung der Korrosionswahrscheinlichkeiten für die untersuchte Grundwasserprobe 73	23

ANHANGSVERZEICHNIS

1 Karten und Streckenbänder

- 1.1 Übersichtsplan der Aufschlüsse (Maßstab 1: 50.000)
- 1.2 Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte
- 1.3 Baugrundgeologisches Streckenband
- 1.4 Hydrogeologisches Streckenband

2 Ergebnisse der Feldarbeiten

- 2.1 Bohrprofile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023
- 2.2 Zeichnerische Darstellung der leichten und schweren Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2
- 2.3 Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstellen
- 2.4 Grundwasserprobenahmeprotokolle

3 Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

- 3.1 Kornverteilungen
- 3.2 Wassergehalte
- 3.3 Glühverluste

4 Protokolle der chemischen Grundwasseruntersuchungen

5 Setzungsberechnungen gem. DB Ril 836

6 Glossar sowie Regelwerke und Normen (Auswahl)

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
ca.	circa
etc.	et cetera
GOK	Geländeoberkante
GWL	Gasanbindung Wilhelmshaven - Leer
i. d. R.	in der Regel
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
s.	siehe
u.	unter
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

1 UNTERSUCHUNGSANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Die EWE Netz GmbH, Cloppener Straße 302 in 26133 Oldenburg plant die Anbindung der in Wilhelmshaven entstehenden LNG-Terminals an das Gasnetz der EWE NETZ / GTG sowie an die Untertagespeicher in Nüttermoor und Jemgum. Für den Gastransport ist der Neubau einer ca. 70 km langen Gashochdruckleitung DN 600 (GWL) vorgesehen. Der Startpunkt der Gashochdruckleitung und somit der Anschlusspunkt an die Wilhelmshaven-Anbindungs-Leitung (WAL) ist ca. 2 km westlich von Sande geplant. Der Endpunkt der Transportleitung ist der Speicher im Ortsteil Nüttermoor der Stadt Leer.

Zur Erkundung und Beurteilung der Baugrundverhältnisse entlang der geplanten Gashochdruckleitung wurde die RP Geolabor und Umweltservice GmbH, Niedriger Weg 47 in 49661 Cloppenburg mit Schreiben vom 09.05.2022 von der EWE NETZ GmbH mit der Erkundung, Dokumentierung und Einstufung der örtlichen baugrundgeologischen Verhältnisse entlang der Leitungstrasse beauftragt. Grundlage für die Auftragsabwicklung ist der Leistungs- und Honorarvorschlag Nr. 254600 vom 02.05.2022 sowie die Bestellung Nr. 8000280000 vom 09.05.2022.

Ziel der Untersuchungen ist:

- eine Beurteilung und Bewertung der baugrundgeologischen Untergrundverhältnisse mit Einteilung der erfassten Böden in Homogenbereiche gemäß DIN 18300,
- Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte für die ausgewiesenen Homogenbereiche,
- die Angabe von Hinweisen zu den örtlichen Stau-/Grundwasserverhältnissen und zu den Bemessungswasserständen sowie zu chemischen Eigenschaften,
- die Angabe geotechnischer Hinweise für die Verlegung der Transportleitung und Ausführung der Kreuzungen in grabenloser sowie offener Bauweise (Düker),
- Beurteilung der anstehenden Böden hinsichtlich der Versauerungsproblematik

Die geotechnischen Untersuchungen für HDD-Kreuzungen sowie die Netzkopplungspunkte (NKP) werden separat ausgeführt und in gesonderten Baugrundgutachten ausgewertet.

Für die Baugrunderkundung wird die Leitungstrasse in sieben Abschnitte (Abschnitt 1 bis 7) unterteilt. Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung ist der 3. Abschnitt zwischen Stationierungs-km 22,410 und km 30,850. Der 3. Abschnitt beginnt an der Landkreisgrenze Friesland / Ammerland und endet im Bereich der Autobahnanschlussstelle (A 28) Westerstede-West.

2 VORHANDENE PLANUNTERLAGEN

Durch den Auftraggeber und die Planer wurden den Unterzeichnern folgende Planunterlagen zum Bauvorhaben in digitaler Form übergeben:

- Trassenverlaufsplan inkl. Stationierung und geplanter Bohrpunkte in verschiedenen Fassungen, Maßstäbe 1: 5.000 u. 1: 10.000, Fa. Ingenieur- und Planungsbüro Lange GbR,
- Pläne mit Kampfmittelverdachtsflächen, Ergebniskarten und Detailkarten, Maßstäbe 1: 8.000 u. 1: 2.000,
- Kreuzungsverzeichnis, Fa. EWE Netz GmbH.

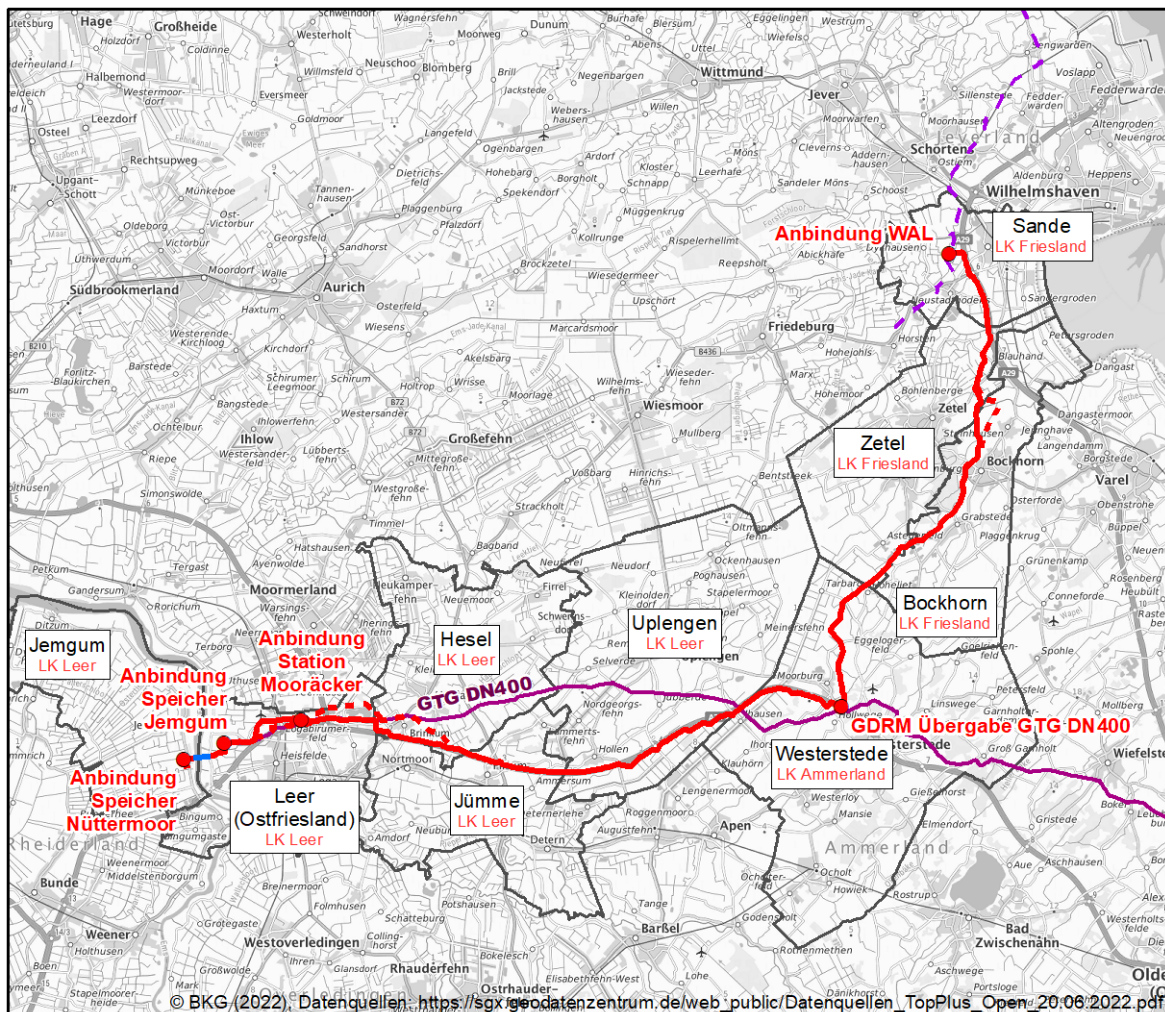
Für die Bearbeitung des ingenieurgeologischen Streckengutachtens wurden folgende allgemeine Unterlagen und Daten herangezogen:

- Topographische Karten von Niedersachsen TK 25, DGK5, ALK,
- Geologische Karte von Niedersachsen GK 25 (Kartenserver NIBIS),
- Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS).

3 BAUVORHABEN

Die EWE Netz GmbH, Cloppenger Straße 302 in 26133 Oldenburg plant den Bau einer ca. 70 km langen Gashochdruckleitung mit der Nennweite DN 600 (GWL). Die Transportleitung beginnt an dem Ankopplungspunkt an die Wilhelmshaven-Anbindungs-Leitung (WAL), ca. 2,0 km westlich von Sande und verläuft zuerst ca. 31 km in südliche Richtung nach Westerstede (Baulos 1). Im Bereich der Autobahnanchlussstelle Westerstede-West wird die GWL mittels eines Netzkopplungspunktes an die bestehende GTG Transportleitung DN 400 angeschlossen. Von dem Netzkopplungspunkt in Westerstede wird die Gastrasse ca. 40 km nach Westen zu den Untertagespeichern in Nüttermoor und Jemgum geführt (Baulos 2). Die geplante Gashochdruckleitung wird die Gebiete der Landkreise Friesland, Ammerland und Leer queren (s. Abb. 1).

Abbildung 1 Verlauf der GWL



Die Gashochdruckleitung mit der Nennweite von DN600 wird aus kunststoffbeschichteten Stahlrohren mit einem Außendurchmesser von ca. 610 mm hergestellt. Die Leitung wird in der Regel in offener Bauweise verlegt. Bei einer Mindestüberdeckungshöhe von 1,2 m wird die Rohrsohle zwischen 1,8 m und 2,5 m unter Geländeoberkante (u. GOK) zu liegen kommen.

Bei der Herstellung der Transportleitung wird eine Vielzahl von Gewässern der 2. und 3. Ordnung sowie Straßen, Wege und Deiche gekreuzt. Bei den Gewässern und Straßen ist eine Überdeckungshöhe (Abstand zwischen Gewässersohle bzw. Fahrbahnoberkante und Rohrscheitel) von 1,5 m bis 2,0 m vorgesehen. Die Rohrsohlen kommen somit im Bereich der Gewässerkreuzungen ca. zwischen 3,5 m und 5,0 m unter Geländeoberkante zu liegen. Bei der offenen Querung von Gewässern werden vorgefertigte Rohrbögen (Düker) offen in die zuvor ausgebaggerte Gewässerrinne eingelegt und verfüllt.

Bei den grabenlosen (geschlossenen) Querungen von Gewässern, Straßen und Deichen werden offene Stahlrohre horizontal unter den Hindernissen mit Hilfe von Ramm- bzw. Pressenergie vorgetrieben. Es sind Vortriebsverfahren mit Horizontalramme/- presse bzw. mit Horizontal-Pressbohrgerät gemäß DVGW-Merkblatt GW 304, Ziffer 6.1.2.2.1 bzw. 6.1.2.2.2 vorgesehen. In beiden Fällen ist die Anlage von entsprechend tiefen Start- und Zielgruben erforderlich.

Alternativ zu den oben beschriebenen Rammungen und Pressungen ist der Einsatz des Direct Pipe-Verfahrens geplant. Bei diesem geschlossenen Verfahren wird der Boden in einem Arbeitsschritt mit einer steuerbaren Mikrotunnelmaschine abgebaut, hydraulisch über Tage gefördert und zeitgleich die vorgefertigten Produktrohre in das erzeugte Bohrloch geschoben. Aufgrund der Steuerungsmöglichkeit bei Gefällen und Steigungen kann die Tiefe der Start- und Zielgruben bei diesen Verfahren voraussichtlich auf <3,0 m u. GOK begrenzt werden.

Des Weiteren sind im Verlauf der gesamten Leitungstrasse 13 gesteuerte Horizontalbohrungen (HDD-Verfahren) vorgesehen. Für diese Unterquerungen werden gesonderte Untersuchungen und geotechnische Berichte erstellt. Entlang des 3. Abschnittes sind keine HDD-Bohrungen vorgesehen.

Der hier ausgewertete 3. Abschnitt weist eine Länge von 8,440 km (Stationierungs-km 22,410 bis 30,850) auf und tangiert die Gemeinde Westerstede im Landkreis Ammerland.

Gemäß der vorläufigen Planung werden im Rahmen des 3. Abschnittes ca. 12 grabenlose bzw. offene (Düker) Querungen ausgeführt.

4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

4.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse

Die Festlegung des Umfanges der Aufschlussarbeiten und die genaue Positionierung der Aufschlusspunkte wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der örtlichen Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen vorgenommen.

Entsprechend der Planung sollte in dem hier betrachteten 3. Abschnitt der Baugrund an 26 Positionen aufgeschlossen werden. Aufgrund einer fehlenden Zutrittserlaubnis konnte der Aufschluss an der Position 71 nicht ausgeführt werden.

Es ist zu beachten, dass bei der Planung die Nummerierung der Untersuchungspunkte nach der geografischen Breite von Nord nach Süd vorgenommen wurde. Dieser Umstand hat zur Folge, dass ab der Position 74 die Untersuchungspunkte entlang der Trasse nicht fortlaufend durchnummeriert worden sind.

Die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im 3. Abschnitt wurden im Zeitraum vom 07.06. bis 12.07.2022 durch die RP Geolabor und Umweltservice GmbH sowie durch die unterbeauftragte Firma GEOtec GmbH aus Neuss ausgeführt.

Zur näheren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden auf der Strecke von km 22,410 bis km 30,850 insgesamt 25 Kleinrammbohrungen (RKS) bis in eine Tiefe von 5,0 und 8,0 m u. GOK niedergebracht. Zur qualitativen Bewertung der Lagerungsdichten anstehender sandiger Schichtglieder und unterstützender Einschätzung der Konsistenzen wurden die Bohraufschlüsse an sieben Positionen durch leichte (DPL) bzw. schwere (DPH) Rammsondierungen mit einer Tiefe von 4,0 bis 6,0 m ergänzt. Die Bohrung RKS 87.1 sowie Rammsondierung DPL 87.1 wurde abseits der Trasse an den geplanten Netzkopplungspunkten an die bestehende GTG Transportleitung ausgeführt.

Grundlage für die Auswertung von Rammsondierungen ist die geltende DIN-EN 1997-2:2010-10. Die Norm weist als maßgebliche Größe zur Beurteilung von Sand- und Kiesböden über und unter Grundwasser die bezogene Lagerungsdichte I_D aus. Danach ergeben sich für die verschiedenen Sondierformen (einschließlich der hier eingesetzten DPL und DPH) die in der Tabelle 1 zugeordneten Schlagzahlen und Proctordichten für enggestufte Sande ($C_u \leq 3$) über und im Grundwasser.

Tabelle 1 Zuordnung der Schlagzahlen der DPL und der DPH zu den Lagerungs- und Proctordichten nach DIN EN1997-2:2010 sowie zu den Konsistenzen bindiger Böden

Nichtbindige Böden					
Über Grundwasser					
Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahlen N10 DPH	Schlagzahlen N10 DPL	bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Verdichtungsgrad	Zuordnung
SE ($C_u \leq 3$)	< 4	< 10	15 – 35	$D_{pr} \leq 95 \%$	locker
	4 - 11	10 - 33	35 – 65	$D_{pr} \geq 95 \%$	mitteldicht
	> 11	> 33	65 – 85	$D_{pr} \geq 98 \%$	dicht
Im Grundwasser					
Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahl N10 DPH	Schlagzahlen N10 DPL	bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Verdichtungsgrad	Zuordnung
SE ($C_u \leq 3$)	< 3	< 4	15 – 35	$D_{pr} \leq 95 \%$	locker
	3 – 8	4 – 25	35 – 65	$D_{pr} \geq 95 \%$	mitteldicht
	> 8	> 25	65 – 85	$D_{pr} \geq 98 \%$	dicht
Bindige Böden					
Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahlen N10 DPH	Schlagzahlen N10 DPL	undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	Spitzendruck q_c [MPa]	Konsistenz
UL-UM TL-TA	0 - 2	< 3	< 20	< 1	breiig
	2 - 5	3 – 10	20-60	1,0 – 1,5	weich
	5 - 9	10 - 17	60-200	1,5 – 2,5	steif
	9 - 17	17 – 37	> 200	2,5 – 5,0	halbfest
	> 17	> 37	> 400	> 5	fest

Die entnommenen gestörten Bodenproben sowie die Feldprotokolle der Schichtenaufnahme wurden einer Kontrolle durch den Projektleiter unterzogen. Die entnommenen Proben wurden petrographisch und genetisch angesprochen. Die Ergebnisse der Erkundungen sind in schriftlich-graphischer Form in den Schichtprofilen und Rammdiagrammen gemäß DIN 4023 bzw. DIN EN 22476-2 in den Anhängen 2.1 und 2.2 dokumentiert. Darüber hinaus wurden die Erkundungsergebnisse in Form eines baugrundegeologischen Streckenbandes in Anhang 1.3 dargestellt.

Die Rammkernsondierbohrungen (RKS) wurden darüber hinaus an 10 Positionen zu einfachen temporären Grundwassermessstelle (Rammpegel; RP) mittels Einbringens von Rammfiltern (DN 40 bzw. DN 35) im Bereich der oberflächennahen Schichten ausgebaut. Die Ausbauzeichnungen der temporären Grundwassermessstellen sind gemäß DIN 4023 im Anhang 2.3 angelegt.

Aus den 10 erstellten, temporären Messstellen wurde jeweils eine Grundwasserprobe zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Ammerland entnommen. Die Ergebnisse der Wasseruntersuchungen sind in Kapitel 7.1 erläutert und als Laborprotokolle im Anhang 4.1 zusammengestellt.

Die jeweiligen Aufschlusspositionen wurden mittels GPS-Empfänger durch die Berichtersteller nach Lage (ETRS-Koordinaten) und Höhe (m NHN) vermessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in den Anhängen 1.1 und 1.3 graphisch dargestellt sowie in Anhang 1.2 als Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte abgelegt. Die ausgeführten Feldarbeiten sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2 Ausgeführte Feldarbeiten

Position	Stationierungs-km	Kleinbohrung/ Tiefe [m u. GOK]		Rammsondierung/Tiefe [m u. GOK]		Rammpegel Ausbau [m]		GW-Probe	Höhe [m NHN]
58	22,658	RKS 58	5						14,04
59	22,912	RKS 59	5	DPL 59	4	RP 59	3	59	14,42
60	23,364	RKS 60	5						13,14
61	23,857	RKS 61	8						12,85
62	24,272	RKS 62	5	DPL 62	4	RP 62	3	62	11,47
63	24,717	RKS 63	5			RP 63	4	63	11,97
64	25,593	RKS 64	5						10,62
65	25,837	RKS 65	8	DPL 65	6				11,17
66	26,090	RKS 66	5						11,38
67	26,345	RKS 67	5						9,60
68	26,543	RKS 68	8	DPH 68	5	RP 68	3	RP 68	9,85
69	26,704	RKS 69	5						8,04
70	27,145	RKS 70	8			RP 70	3	RP 70	7,73
72	27,708	RKS 72	5						7,36
73	28,330	RKS 73	8			RP 73	4	73	7,79
74	28,648	RKS 74	5	DPL 74	5				9,01
76	29,259	RKS 76	5			RP 76	4	76	7,81
87	30,133	RKS 87	5						6,76
87.4	30,150	RKS 87.4	5						6,49
87.3	30,165	RKS 87.3	5						6,47
87.2	30,180	RKS 87.2	5						6,39
87.1	---	RKS 87.1	8	DPL 87.1	5	RP 87.1	4	87.1	8,49
84	30,460	RKS 84	5	DPL 84	5	RP 84	3	84	6,26
84.1	30,540	RKS 84.1	8			RP 84.1	4	84.1	5,08
84.2	30,792	RKS 84.2	5						5,37

4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Kleinrammbohrungen wurden gestörte Bodenproben der Güteklasse 3-4 entnommen. Zur Bestimmung der maßgeblichen bodenmechanischen Kennwerte, die in Kapitel 6 für die Hauptbodenarten zusammengestellt sind, wurden im bodenmechanischen Labor der Unterzeichner an kennzeichnenden Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

Tabelle 3 Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen

Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Korn- verteilung	Wassergehalt	Glühverlust
RKS 58/3	1,3-1,9	X		
RKS 61/2	1,1-2,1		X	X
RKS 61/5	4,0-5,0	X		
RKS 62/3	1,2-2,0	X		
RKS 63/2	1,0-1,0		X	X
RKS 63/3	1,5-1,9		X	X
RKS 64/3	1,5-2,3	X	X	
RKS 65/6	4,1-5,1	X	X	
RKS 68/5	1,6-3,1	X		
RKS 70/6	3,1-5,0	X		
RKS 72/3	0,9-2,4	X	X	
RKS 73/3	1,1-2,0	X		
RKS 74/2	0,5-1,5	X		
RKS 76/3	1,4-2,4	X		
RKS 87.2/3	1,6-2,7	X		
RKS 87.1/6	1,0-2,0	X	X	
RKS 84.1/7	5,0-6,0	X	X	
RKS 84.2/4	1,6-2,6	X		

4.3 Chemische Bodenuntersuchungen

Nach den vorliegenden Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) stehen im Trassenverlauf des 3. Abschnittes keine potenziell sulfatsauren Böden (PASS, potencial acid sulfate soils) an. Auf chemische Bodenuntersuchungen wurde daher verzichtet.

5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

5.1 Regionalgeologischer Überblick und erfasster Baugrundaufbau

Der hier ausgewertete 3. Abschnitt der GWL-Trasse verläuft generell von Norden nach Süden, weist eine Länge von 8,440 km (Stationierungs-km 22,410 bis 30,850) auf und tangiert die ausschließlich die Gemeinde Westerstede im Landkreis Ammerland. Der Untersuchungsabschnitt beginnt an der Landkreisgrenze Friesland / Ammerland und endet im Bereich der Autobahnanschlussstelle (A 28) Westerstede-West.

Der gesamte 2. Abschnitt liegt naturräumlich im Bereich der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest. Bei der Geest handelt es sich gegenüber der Marsch morphologisch um höher gelegene, trockene Landschaft, die geologisch durch glaziale Ablagerungen des Pleistozäns geprägt ist. Am Anfang des 3. Abschnittes bei ca. km 22,410 liegt die Geländehöhe bei ca. 14 m NHN und fällt in südlicher Richtung bis auf ca. 5 m NHN am Endpunkt bei km 30,850 ab.

Die im 3. Abschnitt erfassten Geestsedimente werden durch Ablagerungen der Saale-Kaltzeit in Form einer überwiegen bindigen Grundmoräne (Geschiebelehm /-mergel und untergeordnet Glazialsande) und rolligen Schmelzwassersanden dominiert. Bis ca. km 23,600 wird die Grundmoräne ab einer Tiefe 4,0 und 4,4 m u. GOK durch Beckentone der Saale-Kaltzeit unterlagert. Im weiteren Verlauf wird der Geschiebelehm /-mergel ab spätestens 4,5 m u. GOK durch rollige Schmelzwassersande unterlagert. Ab km 25,100 wurde die Grundmoräne bis zur max. Bohrtiefe von 8,0 m nicht durchfahren. Innerhalb des bindigen Geschiebelehms/-mergels treten lokal sandige Zwischenlagen (Glazialsande) auf.

In überwiegenden Teil des untersuchten Streckenabschnittes ist die Grundmoräne durch jüngere, periglazial-fluviatile Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Geschiebedeck-, Flug- und Flusssanden geprägt. Diese weichselzeitlichen Sandablagerungen reichen entlang der GWL-Trasse bis in eine Tiefe zwischen 0,9 und max. 4,8 m u. GOK. Im Durchschnitt reichen diese Schichten bis etwa 2,0 - 2,5 unter Geländeoberkante.

Im nördlichen Teil des 3. Abschnittes (bis ca. km 27,400) stehen in den morphologischen Senken als jüngste Ablagerungen an der Geländeoberkante Hochmoortorfe und Mudden bis in eine Tiefe zwischen 0,6 und max. 2,1 m an.

Die Verläufe der einzelnen Bodenschichten entlang der Leitungstrasse sind im Anhang 1.3 als baugrundgeologisches Streckenband dargestellt.

Die angetroffene Schichtenfolge wird in den nachfolgenden Tabellen zusammenfassend dargestellt. Die Ausprägung der einzelnen Schichtglieder (Homogenbereiche) wird weiter unten beschrieben.

Tabelle 4 Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im 3. Abschnitt

Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer (GWL)									
Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 58	RKS 59	RKS 60	RKS 61	RKS 62	RKS 63	RKS 64
			km 22,658	km 22,912	km 23,364	km 23,857	km 24,272	km 24,717	km 25,593
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllungen	A [OH]	0,4	-	-	-	-		
	Oberboden	OU, OH	-	0,3	***	***	***	***	***
holozäne Ablagerungen	Torf/Mudde	H	1,3	-	1,0	2,1	0,9	1,5	1,5
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Geschiebedeck	SU, SU*	2,5	2,3	2,5	-	2,0	1,9	-
	Glazialsand* ¹								3,4
	Geschiebelehm	SU*, ST*, UL	4,4	4,1	4,0	-	4,0	4,5	2,3 / >5,0
	Schmelzwassersand	SU	-	-	-	>8,0	>5,0	>5,0	-
	Beckenton	TM, TA	>5,0	>5,0	>5,0	-	-	-	-

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 65	RKS 66	RKS 67	RKS 68	RKS 69	RKS 70	RKS 72
			km 25,837	km 26,090	km 26,345	km 26,543	km 26,704	km 27,145	km 27,708
Oberböden	Oberboden	OU, OT	***	0,8	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4
holozäne Ablagerungen	Torf/Mudde	H	1,4	-	-	-	0,6	1,5	-
pleistozäne Ablagerungen	Flug-/ Fluss-/ und Geschiebedecksand	SU, SU*,	-	1,6	1,7	3,1	2,0	2,3	0,9
	Glazialsand* ¹	SU	-	-	-	-	-	5,0	3,6
	Geschiebelehm/ -mergel	SU*, ST*, UL	>8,0	>5,0	>5,0	>8,0	>5,0	3,1 / >8,0	2,4 / >5,0

*** Im Bereich von Grünlandflächen ist der Oberboden nur ca. 0,1 m mächtig und in den Bohrungen von unterlagerndem Torf bzw. Mudde kaum zu unterscheiden

*¹ Glazialsande stehen innerhalb des bindigen Geschiebelehms / -mergels an

Fortsetzung Tabelle 4

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 73	RKS 74	RKS 76	RKS 87	RKS87.4	RKS 87.3	RKS 87.2
			km 28,330	km 28,648	km 29,259	km 30,133	km 30,150	km 30,165	km 30,180
Oberböden	Oberboden	OU, OT	0,7	0,5	0,3	0,7	0,4	0,6	0,6
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Flusssande	SU, SU*	2,0	2,0	4,2	3,0	3,1	2,7	2,7
	Geschiebelehm / -mergel	SU*, ST*, UL	>8,0	>5,0	>5,0	4,8	>5,0	>5,0	>5,0
	Glazialsand* ¹	SU	-	-	-	>5,0	-	-	-

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 87.1	RKS 84	RKS 84.1	RKS 84.2			
				km 30,460	km 30,540	km 30,792			
Auffüllungen /Oberböden	Auffüllungen	A [SU, OH]	-	0,7	-	1,6			
	Oberboden	OU, OT	0,6	-	0,7	-			
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Flusssande	SU, SU*	3,4	-	2,7	2,6 / 4,6			
	Niederungsschluff* ²	UL	-	-	-	3,6 / 4,8			
	Geschiebelehm / -mergel	SU*, ST*, UL	>8,0	>5,0	>8,0	>5,0			

*1 Innerhalb des bindigen Geschiebelehms / -mergels steht in der RKS 87 ein Glazialsandhorizont an

*2 Innerhalb der Flusssande stehen in der RKS 84.2 zwei bindige Niederungsschluffhorizonte an

5.3 Homogenbereiche

Nachfolgend werden die geologischen Verhältnisse entlang des 3. Abschnittes in Form einer tabellarischen Übersicht generalisiert zusammengefasst und auf der Basis der ATV DIN 18300 (Erdarbeiten, Veröffentlichung 08/2015) in die nachfolgend aufgeführten Homogenbereiche unterteilt:

Tabelle 5 Geologische Verhältnisse im Bereich des 3. Abschnittes

Homogenbereiche	Aufschlüsse (RKS)	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
Y (künstliche Auffüllungen)	58, 84, 84.2	0,4 – 1,6	0,4 – 1,6
O (Oberböden)	59-87.1, 84.1	0,1 – 0,8	0,1 – 0,8
T (Torf/Mudde)	58, 60-65, 69, 70	0,6 – 2,1	0,2 – 2,0
S (Flug-/ Fluss-/ Geschiebedeck-/ Glazial-/ Schmelzwassersande)	58-64, 66-87.1, 84.1	1,6 - >8,0	1,2 – >7,3
N (Niederungsschluff)	84.2	3,6 / 4,8	1,0 / 0,2
GL (Geschiebelehm /-mergel)	58-60, 62-84.2	4,0 - >8,0	1,5 – >6,6
BT (Beckenton)	58-60	>5,0	>1,0

Homogenbereich Y – Künstliche Auffüllungen

Künstliche Schüttungen wurden lediglich in den Aufschlüssen RKS 58, RKS 84 und RKS 84.2 im Nahbereich der Straßen bzw. des begradigten Gewässers „Große Norderbäke“ angetroffen. Im Bereich der Straßen sind die künstlichen Schüttungen lediglich 0,4 bzw. 0,7 m stark und bestehen aus einem organischen Sand – RC-Schotter (RKS 58) bzw. aus einem umgelagerten sandig-humosen Mutterboden (RKS 84). Im Bereich der Großen Norderbäke besteht die Auffüllung aus umgelagerten Böden örtlicher Herkunft in Form von sandigen Torfen sowie schluffigen Sanden. Die organischen Auffüllungen sind als wenig bis mäßig tragfähig einzuordnen. Die aufgebrachten schluffigen Sande sind locker bis mitteldicht gelagert und als mäßig bis gut tragfähig einzustufen.

Homogenbereich O – Oberböden

An den Untersuchungspunkten ohne künstliche Schüttungen steht an der Geländeoberkante eine Oberbodenschicht an, die unmittelbar aus den unterlagernden Ablagerungen hervorgegangen ist bzw. im Bereich der oberflächennahen Torfe z.T. künstlich hergestellt worden ist (Sanddeckkultur; RKS 69 und 70). Im Verbreitungsgebiet von oberflächennahen Hochmoortorfen ist der Oberboden im Bereich von Grünflächen nur ca. 0,1 m mächtig und in der Sonde von den unterlagernden organischen Schichten kaum zu unterscheiden. Im Bereich der RKS 69 und RKS 70 wurde die 0,2 bzw. 0,3 m dicke, sandig-humose Mutterbodenschicht auf dem Torf voraussichtlich künstlich hergestellt (Sanddeckkultur). Auf den Ackerflächen bzw. im Bereich sandiger Untergründe weist der Oberboden dagegen eine Mächtigkeit zwischen 0,3 und 0,8 m auf. Entsprechend dem Ausgangsmaterial handelt es sich bei diesen Oberböden um humose und schluffige Sande mit rolligem Charakter.

Homogenbereich T – Torf/Mudde

Im nördlichen Teil des 3. Abschnittes (bis ca. km 27,400) stehen partiell (in den morphologischen Senken) an der Geländeoberkante bzw. unter der Auffüllung Hochmoortorfe und Mudden bis in eine Tiefe zwischen 0,6 und max. 2,1 m u. GOK an. Die erfassten Torfe sind wenig bis mittelstark zersetzt und vorwiegend stark sandig und schwach schluffig ausgeprägt. Bei einem Glühverlust von <30 M-% werden die organischen Ablagerungen als Mudden bezeichnet. Die Torfe und Mudden sind trockengelegt und weisen aufgrund der hohen Sandanteile einen rolligen Charakter auf. Der exemplarisch an zwei Muddeproben mittels Glühverlust ermittelte organische Anteil liegt bei 18 bzw. 29 M-%. Der dabei gemessene Wassergehalt beträgt 26 bzw. 32 M-%.

Die Torfe und die Mudden sind sehr stark kompressibel und nur als sehr gering tragfähig sowie nicht verdichtungsfähig einzuordnen.

Homogenbereich S – Sande

Entlang des untersuchten Abschnittes wurden bei den Erkundungsarbeiten mit Ausnahme der Aufschlüsse RKS 65 und RKS 84 Sandablagerungen erfasst.

In 21 von insgesamt 25 Bohraufschlüssen wurden unter den Oberböden, Torfen/Mudden bzw. unter den Auffüllungen periglazial-fluviatile Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Geschiebedeck-, Flug- und Flusssanden erfasst.

Im nördlichen und zentralen Teil des 3. Abschnittes bis ca. km 29,700 bestehen die sandigen Deckschichten aus Flug- und Geschiebedecksanden und reichen dort bis in eine Tiefe zwischen 0,9 und 4,2 m u. GOK. Im Durchschnitt wurden diese Schichten bis etwa 2,0 m unter Geländeoberkante durchfahren. Der südliche Teil des Untersuchungsabschnittes liegt im Erosionstal der Großen Norderbäke. Die weichselzeitlichen Ablagerungen bestehen dort fast ausschließlich aus Flusssanden und reichen dort bis in eine Tiefe zwischen 2,7 und 4,6 m u. GOK. In der Bohrung RKS 84.2 werden die Flusssande durch zwei bindige Niederungsschluffhorizonte unterbrochen.

Gemäß den ausgeführten Siebanalysen bestehen weichselzeitlichen Decksande aus schwach schluffigen bis schluffigen und mittelsandigen bis stark mittelsandigen Feinsanden der Bodengruppe SU und SU*. Die Geschiebedecksande sind zudem schwach grobsandig ausgebildet und weisen geringfügig Kiesanteile auf.

Entsprechend den ausgeführten Rammsondierungen kann den weichselzeitlichen Decksanden eine vorwiegend mitteldichte und in einzelnen Lagen auch eine dichte Lagerung zugeordnet werden. Eine lockere Lagerung der Sanddecke wurde lediglich direkt an der Schichtoberkante sowie partiell innerhalb der schluffig ausgeprägten Geschiebedecksande ermittelt (DPH 68).

Die Sandablagerungen der Saale-Kaltzeit wurden in Form von Glazialsanden und Schmelzwassersanden angetroffen. Glazialsande treten als rollige Schichten innerhalb der kohäsiven Geschiebelehme /-mergel in Form von schwach schluffigen und schwach grobsandigen Fein- und Mittelsanden der Bodengruppe SU auf. Sie weisen eine Lagenstärke zwischen >0,2 und 1,9 m auf und wurden lediglich in den Aufschlüssen RKS 64, RKS 70, RKS 72 und RKS 87 angetroffen.

Schmelzwassersande wurden nur zwischen ca. km 23,600 und 25,100 erfasst und treten dort unter der Grundmoräne (Geschiebelehm /-mergel) auf. Im Bereich der RKS 61 wurde die Grundmoräne bereits vollständig erodiert, sodass die Schmelzwassersande dort bereits unter dem Torf ab 2,1 m u. GOK anstehen.

Die Schmelzwassersande setzen sich aus stark mittelsandigen Feinsanden der Bodengruppe SE zusammen und wurden bis zur max. Bohrtiefe von 5,0 bzw. 8,0 m u. GOK nicht durchörtert. Anhand den Schlagzahlen der ausgeführten Rammsondierungen wird den Glazialsanden eine mitteldichte und den Schmelzwassersanden eine dichte Lagerung zugeordnet.

Aufgrund der Kornzusammensetzung und der vorwiegend günstigen Lagerungsdichten kann den erfassten Sanden eine gute Tragfähigkeit und Verdichtbarkeit zugeordnet werden.

Homogenbereich N – Niederungsschluff

In der Bohrung RKS 84.2 (Uferbereich der Großen Norderbäke) wurden innerhalb bzw. unterhalb der weichselzeitlichen Flusssande zwei kohäsive Schichten (Niederungsschluff) in einer Schichtstärke von 1,0 bzw. 0,2 m erfasst. Bei den bindigen Niederungsschluffen handelt es um gering plastische, schwach schwach tonige und sandige Schluffe der Bodengruppe UL. Entsprechend den Knetversuchen kann den Niederungsschluffen eine weich-steife Konsistenz zugeordnet werden. Aufgrund der Kornzusammensetzung und der weich-steifen Konsistenz können den Niederungsschluffen mäßige Tragfähigkeitseigenschaften und eine sehr eingeschränkte Verdichtungsfähigkeit zugeordnet werden.

Homogenbereich GL – Geschiebelehm /-mergel

Unter den weichselzeitlichen Decksanden bzw. unter dem Hochmoortorf wurde lediglich mit Ausnahme des Untersuchungspunktes RKS 61 (km 23,857) eine Grundmoräne der Saale-Kaltzeit erfasst. Diese setzt sich vorwiegend aus bindigen Geschiebelehmen/-mergeln und untergeordnet aus rolligen Glazialsanden (s. oben) zusammen. Gemäß der Kornverteilungsuntersuchung ist der Geschiebelehm/-mergel als ein schwach toniger bis toniges und schwach kiesiges Sand-Schluff-Gemisch ausgebildet. In den oberen Lagen (bis max. 5,0 m u. GOK) ist die bindige Grundmoräne entkalkt und liegt als Geschiebelehm vor. Darunter ist sie kalkhaltig und als Geschiebemergel zu bezeichnen. Entsprechend den Knetversuchen und den Wassergehaltbestimmungen weist der Geschiebelehm/-mergel eine geringe bis mittlere Plastizität sowie abhängig vom Wassergehalt eine weich, weich-steife, steife und steif-halbfeste Konsistenz auf.

Weiche Partien wurden lediglich in den Aufschlüssen RKS 67, RKS 68 und RKS 84 in den oberen Abschnitten bis in eine Tiefe von max. 4,6 m u. GOK erbohrt. Abhängig von dem Feinkornanteil kann der Geschiebelehm/-mergel den Bodengruppen SU*, ST*, UL und TM zugeordnet werden.

Die Grundmoräne wurde im Norden (bis km 25,100) zwischen 4,0 und 4,5 m u. GOK durchstoßen. Im weiteren Verlauf des 3. Untersuchungsabschnittes wurde sie bis zur max. Erkundungstiefe von 5 bzw. 8 m nicht durchfahren.

Aufgrund der Ablagerung der Grundmoräne unter dem vorrückenden Inlandeis ist sie stark konsolidiert und je nach Konsistenz als mäßig bis gut tragfähig einzustufen. Ferner weist der Geschiebelehm /-mergel ein geringes Quellpotential auf und ist nur eingeschränkt verdichtungsfähig.

Homogenbereich BT – Beckenton

Kohäsive Beckentone der Elster-Kaltzeit (Lauenburger Schichten) wurden nur im äußersten Norden des 3. Abschnittes (bis ca. km 23,600) unter dem Geschiebelehm/-mergel ab einer Tiefe 4,0 und 4,4 m u. GOK erbohrt. Die feinkörnigen Beckensedimente setzen sich aus schwach sandigen und stark tonigen Schluffen bzw. aus Schluff-Tone-Gemischen zusammen und werden als Beckentone bezeichnet (Tonanteil >30 M-%). Innerhalb der Beckentone sind zudem dünne Schluffbänder eingeschaltet. Anhand von Knetversuchen kann dem Beckenton eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität (Bodengruppe TM, TA) sowie abhängig vom Wassergehalt eine steife bzw. eine steif-halbfeste Konsistenz zugeordnet werden. Infolge der Eislast in der Saale-Kaltzeit ist von einer hohen Konsolidierung der bindigen Beckenablagerungen auszugehen. Der hohe Konsolidierungsgrad und die günstige Konsistenz bedingen eine gute Tragfähigkeit des Beckentons. Ferner weist der Beckenton erfahrungsgemäß ein geringes Quellpotential und eine geringe Verdichtungswilligkeit auf.

6 GEOTECHNISCHE KLASSIFIZIERUNG DER SCHICHTEN UND ZUORDNUNG VON BODENKENNWERTEN

Anhand der ausgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie auf der Basis von Erfahrungswerten mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden in Anlehnung an die DIN 1055-2 und an die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben") können den abgeleiteten Homogenbereichen die in der Tabelle 6 aufgeführten erdbautechnischen Eingruppierungen und charakteristischen Bodenkennwerte zugeordnet werden. Die oberflächennah anstehenden humosen Oberböden werden hier nicht berücksichtigt, da sie im Vorfeld der Baumaßnahme abgetragen und anschließend wieder eingebaut werden.

Tabelle 6 Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge

Homogenbereiche	Y	T	N
Bezeichnung der Kennwerte	Auffüllungen	Torf	Niederungsschluff
Benennung nach DIN 4022	S, u, o-o*, x	H, fs, u,	U+fs, t'
Bodengruppe nach DIN 18196	A, [OH, SU, SU*]	HN	UL
Bodenklasse nach DIN 18300	3	3	4
Bodenklasse nach DIN 18319	---	LO	LBM 1 – LNE 2
erdfeuchte Wichte γ_k	---	12-14 kN/m ³	18-19 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	---	2-4 kN/m ³	8-9 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ'_k	---	20-22,5°	26-29°
Kohäsion c'_k	---	2– 4 kN/m ²	2-4 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	---	0,5–2,0 MN/m	8 -12 MN/m
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	---	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	---	weich	weich-steif
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	---	V 3	V 3
undräßierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	---	10-30 kN/m ²	30-60 kN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	---	ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$ m/s

Homogenbereiche	S	GL	BT
Bezeichnung der Kennwerte	Sande	Geschiebelehm /-mergel	Beckenton
Benennung nach DIN 4022	fS, ms-ms*, u'-u, gs'	S+U, t'-t, g'	U+T, o', fs'
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, SU*	SU*, ST*, UL, TM	TM, TA
Bodenklasse nach DIN 18300	3	4	4
Bodenklasse nach DIN 18319	LNE 1 – LNE 3	LNE 1 - LNE 2	LBM 2
erdfeuchte Wichte γ_k	17-19 kN/m ³	19-21 kN/m ³	19-20kN/m ³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	9-11 kN/m ³	9-11 kN/m ³	9-10 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ'_k	32-35°	27-30°	17,5-20°
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²	3-8 kN/m ²	15-25 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	20 -80 MN/m	10-25 MN/m	15-25 MN/m ²
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	F1, F3	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	locker, mitteldicht, dicht	weich bis steif-halbfest	steif, steif-halbfest
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 1 – V 2	V 2	V 3
undräßierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	0 kN/m ²	30-150 kN/m ²	60-200 kN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	$1 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-5}$ m/s	$5 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7}$ m/s	ca. $1 \cdot 10^{-9}$ m/s

7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG

Die oberirdischen Abflussverhältnisse werden im 3. Untersuchungsabschnitt durch die „Große Norderbäke“ und die „Halsbäke“ samt den angeschlossenen Wasserzügen geprägt:

Stau- und Schichtenwasser

Der oberflächennahe Schichtenaufbau wird im Bereich des 3. Abschnittes vorwiegend durch gut wasserdurchlässige Sandablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Flugsanden, Geschiebedecksanden und Flusssanden gebildet. Diese reichen bis in eine Tiefe zwischen 1,6 und max. 4,6 m u. GOK und bilden den oberen Grundwasserleiter (Stauwasserleiter). Partiiell werden die Sande durch trockengelegte Hochmoortorfe überlagert. Unter den Decksanden folgt eine vorwiegend kohäsive, gering durchlässige Grundmoräne (Geschiebelehm /-mergel) der Saale-Kaltzeit, die kein freies Grundwasser enthält und als Grundwasserhemmer fungiert.

In 21 der 25 Bohraufschlüsse wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten Stauwasser auf dem Geschiebelehm /-mergel innerhalb der Decksande angetroffen. Die Stauwasseroberfläche wurde dort in den Bohrlöchern zwischen 1,1 und max. 2,8 m u. GOK gelotet. Die Mächtigkeit des Stauwasserhorizontes lag zwischen 0,2 und max. 1,7 m. In Abhängigkeit von niederschlagsreicheren Perioden ist davon auszugehen, dass sich aufgrund der stauenden Wirkung des Geschiebelehms saisonal oberflächennahes Stauwasser auch in anderen Bereich und in größeren Mächtigkeiten ausbilden kann.

Für das Stauwasser kann auf der Basis nach DIN EN 1997-1 kein geometrisch exakter Bemessungswert angegeben werden. Für die geplanten Baumaßnahmen sollte daher ein möglicher Einstau von Niederschlagswasser in einer Mächtigkeit von ca. 0,7 m über der Geschiebelehmoberkante bzw. über dem aktuell gemessenen Stand berücksichtigt werden. Demzufolge kann sich temporäres Stauwasser in Abhängigkeit von örtlichen Verhältnissen zwischen 0,40 und 2,10 m GOK ausbilden.

Innerhalb des bindigen Geschiebelehms /-mergels wurden an vier Positionen (RKS 64, RKS 70, RKS 72 und RKS 87) sandige Zwischenlagen (Glazialsande) in einer Mächtigkeit von >0,2 und max. 1,9 m angetroffen. Diese sind wassergesättigt und bilden lokal begrenzte und isolierte Schichtenwasserkörper. Die Schichtenwässer leicht gespannt auftreten.

Hauptgrundwasser

Der regionale Hauptgrundwasserleiter besteht im Untersuchungsgebiet aus Schmelzwassersanden der Saale-Kaltzeit, die direkt unter der Grundmoräne anstehen. Das Hauptgrundwasser wurde lediglich zwischen km 23,600 und km 25,100 in den Aufschlüssen RKS 61 bis RKS 63 erfasst. In der Bohrung RKS 61 ist die Grundmoräne bereits erodiert, sodass die Schmelzwasserssande dort ab 2,1 m u. GOK anstehen. Das ungespannte Oberfläche des Hauptgrundwassers steht dort bei 3,2 m u. GOK an.

In den Bohrungen RKS 62 und RKS 63 wurde die Schmelzwassersande bei 4,0 bzw. 4,5 m u. GOK unter der Grundmoräne erteuft. Diese sind vollständig wassergesättigt und führen aufgrund der Überdeckung mit der bindigen Geschiebelehmdecke gespanntes Grundwasser. Die entspannte Grundwasseroberfläche wurde dort bei ca. 2,0 bzw. 3,0 m u. GOK gelotet.

Für die Ableitung von Bemessungsgrundwasserständen des mittleren Niedrig-Grundwasserstandes (MNW) und des höchsten Grundwasserstandes (HW) wurden die geloteten Wasserstände sowie hydrogeologischen Karten aus dem NIBIS Kartenserver herangezogen. Die relevanten Angaben sind dem hydrogeologischen Streckenband im Anhang 1.4 zu entnehmen.

Bauwasserhaltung

Der Graben für die Gashochdruckleitung wird überwiegend in offener Bauweise bis in eine Tiefe zwischen 1,8 und 2,5 m u. GOK ausgehoben. Bei der Herstellung der Düker und den grabenlosen Rohrvortrieben sind erdbauliche Eingriffstiefen bis ca. 5,0 m u. GOK geplant. Entlang des 3. Untersuchungsabschnittes kommt die Sohle des Leitungsgraben hauptsächlich innerhalb der rolligen Decksande bzw. innerhalb des kohäsiven Geschiebelehms zu liegen. Dort ist mit Zustrom von Stau- und Tagwasser zu rechnen. Bauzeitlich sind daher durchgängig Vorrichtungen zum sicheren Auffangen und Ableiten von Tag- und Stauwasser (offene Wasserhaltung) vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Der Hauptgrundwasserleiter wird bei der max. Aushubtiefe von 2,5 m nicht tangiert. Bei großen Stauwassermächtigkeit (>1,0 m) wird zur Vorentwässerung zusätzlich eine geschlossene Bauwasserhaltung mittels Vakuumfilter empfohlen.

Bei erbaulichen Eingriffstiefen von >3,0 m u. GOK wird lediglich im Streckenabschnitt zwischen km 23,600 und km 25,100 der wassergesättigter Hauptgrundwasserleiter angeschnitten bzw. die über dem gespannten Grundwasser lagernden Geschiebelehme stark ausgedünnt. Zur Trockenhaltung den Baugruben bzw. zur Druckentlastung im Hauptgrundwasserleiter (Schutz vor einem hydraulischen Grundbruch und Auftrieb) werden in diesem Abschnitt geschlossene Bauwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Die für den geplanten Bauprozess relevanten hydrogeologischen Daten sind in den Anhängen 1.3 und 1.4 zusammengestellt.

7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen

An 10 Positionen wurden die Rammkernsondierbohrungen (RKS) zu einfachen temporären Grundwassermessstelle (Rammpegel; RP) mittels Einbringens von Rammfiltern (DN 40 bzw. DN 35) im Bereich der oberflächennahen Schichten ausgebaut. Die Ausbauzeichnungen der temporären Grundwassermessstellen sind gemäß DIN 4023 im Anhang 2.3 angelegt.

Aus den temporären Messstellen wurde jeweils eine Grundwasserprobe zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Ammerland hinsichtlich der Einleitung gehoben Grundwassers in eine Vorflut entnommen. An einer Wasserprobe wurde zusätzlich die Korrosionswahrscheinlichkeit (Säurekapazität, Calcium, Sulfat, Chlorid) nach DIN 50929 untersucht.

Die Ergebnisse sind in Form der Analysenjournalen in Anhang 4.1 dokumentiert und werden nachfolgend in den Tabellen 7 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7 Zusammenfassende Ergebnisse der chemischen Grundwasseruntersuchungen im 3. Abschnitt, Landkreis Ammerland

Parameter	Dimension	59	62	63	PR 68	PR 70
Eisen, gesamt	mg/l	1,2	0,05	0,05	6,4	5,3
Eisen-II		<0,05	0,05	0,05	3,5	3,7
Huminsäuren		6,9	690	240	620	42
CSB	mg/l O ₂	170	1.700	4.900	5.900	81

Parameter	Dimension	73	76	87.1	84	84.1
Eisen, gesamt	mg/l	1,2	0,05	0,05	6,4	5,3
Eisen-II		<0,05	0,05	0,05	3,5	3,7
Huminsäuren		6,9	690	240	620	42
CSB	mg/l O ₂	170	1.700	4.900	5.900	81

Die Anforderungen an die Parameter im Hinblick auf die Einleitung von Grundwasser in eine Vorflut im Falle einer Bauwasserhaltung sowie eine etwaige Vorbehandlung sind mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde des Landkreises Ammerland und der zuständigen Siel- und Wasseracht abzustimmen.

Nach der DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für niedrig legierte und unlegierte Stähle abhängig von der Lage des Werkstoffes bezüglich des korrodierenden Mediums. Für die untersuchten Probe 73 ergeben sich dabei folgende Einstufungen (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8 Einstufung der Korrosionswahrscheinlichkeiten für die untersuchte Grundwasserprobe 73

Korrosionswahrscheinlichkeit	RKS 73
Unterwasserbereich	
Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion	gering
Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion	sehr gering
Wasser- /Luftgrenze	
Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion	gering
Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion	sehr gering

8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen liegt der gesamte 3. Abschnitt im Bereich der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest. Im nördlichen und zentralen Teil des Abschnittes (bis ca. km 27,400) stehen partiell (in den morphologischen Senken) an der Geländeoberkante bzw. unter der Auffüllung Hochmoortorfe und Mudden bis in eine Tiefe zwischen 0,6 und max. 2,1 m u. GOK an. Die organischen Weichschichten sind wenig tragfähig und somit als Auflager für die Transportleitung nicht geeignet.

Unter den Torfen und Mudden bzw. direkt unter den Oberböden stehen weichselzeitliche Decksande (Flug-, Geschiebedeck- und Flusssande) mit einer lockeren bis dichten Lagerung bis in eine Tiefe zwischen 0,9 und 4,6 m u. GOK an. An der Basis der Decksande schließt sich mit Ausnahme des Aufschlusspunktes RKS 61 eine Grundmoräne der Saale-Kaltzeit an. Diese setzt sich vorwiegend aus bindigen Geschiebelehm/-mergeln und untergeordnet aus rolligen Glazialsanden zusammen. Die weiche- steife und steife Grundmoräne wurde im Norden (bis km 25,100) zwischen 4,0 und 4,5 m u. GOK durchstoßen. Im weiteren Verlauf des 3. Untersuchungsabschnittes wurde sie bis zur max. Erkundungstiefe von 5 bzw. 8 m nicht durchfahren. Unter den Geschiebelehm/-mergeln stehen im Norden kohäsive Beckentone mit steifer und halbfester Konsistenz bzw. dicht gelagerte Schmelzwassersande an.

Die erfassten Sande sind aufgrund der Kornzusammensetzung und der meist günstigen Lagerungsdichte als gut tragfähig einzustufen und stellen unter der Maßgabe einer Nachverdichtung der aufgelockerten Partien einen ausreichend tragfähigen Baugrund für die geplante Gasleitung dar. Den kohäsiven Schichtgliedern aus Geschiebelehm/-mergeln sowie Beckentonen und Niederungsschluffen (nur in der RKS 84.2) werden mäßige bis gute Tragfähigkeitseigenschaften zugeordnet. Unter der Maßgabe des Einziehens einer gering mächtigen Bettungsschicht sind diese Schichten für die Gründung der Rohrleitung geeignet.

Aufgrund der z.T. großen Abständen zwischen den Untersuchungspunkten wurden die Schichtverläufe zwischen den Ansatzpunkten interpoliert und sind somit mit Unsicherheiten behaftet. Die nachfolgend aufgeführten und im Streckenband (s. Anhang 1.3) angegebenen Streckenabschnitte sind lediglich als Orientierungswerte zu betrachten.

Die empfohlenen Maßnahmen sind den tatsächlich vorgefundenen Baugrundverhältnissen anzupassen. Die erforderlichen Bauwasserhaltungsmaßnahmen sind dem Kapitel 7 und den Streckenbändern in den Anhängen 1.3 und 1.4 zu entnehmen.

8.1 Empfehlungen für die Gründung der Gashochdruckleitung

Die DN 600 Gashochdruckleitung wird zwischen 1,8 und 2,5 m u. GOK gegründet. Die Gründungssohle muss grundsätzlich ausreichend tragfähig sein und eine gleichmäßige Druckverteilung sicherstellen. Die Rohrleitung muss auf der ganzen Länge aufliegen, Punktauflagerungen sind unzulässig. Die Anforderungen und Grundlagen an die Errichtung und Konstruktion der Gasleitung sind dem DVGW Arbeitsblatt G463 und der DIN EN 1594 „Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar – Funktionale Anforderungen“ zu entnehmen.

Im Verlaufe des 3. Abschnittes werden seitens der Unterzeichner drei Gründungsvarianten empfohlen:

a) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig und als Bettungsschicht geeignet

In den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten sind gemäß den ausgeführten Untersuchungen in der Gründungssohle (1,8 – 2,5 m u. GOK) der geplanten Gashochdruckleitung vorwiegend gut tragfähige Sande der Bodengruppe SE, SU und SU* zu erwarten:

- km 22,410 bis km 23,600,
- km 26,450 bis km 27,400,
- km 28,950 bis km 30,300
- km 30,500 bis km 30,850

Sofern die Rohrsohlen innerhalb der sandigen Schichtglieder zu liegen kommen, werden außer einer Nachverdichtung voraussichtlich keine gesonderten Maßnahmen zur Herstellung einer Bettungsschicht erforderlich werden. Vor Einbringen der Rohrleitungen sind etwaige Auflockerungen infolge des Bodenaushubes im Bereich der Grabensohle ordnungsgemäß zu verdichten.

b) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig, als Bettungsschicht jedoch nicht geeignet

In den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten wurden in der Gründungssohle (1,8 – 2,5 m u. GOK) der geplanten Transportleitung kohäsive Geschiebelehme mit einer weichen, weich-steifen, steifen und steif-halbfesten Konsistenz erbohrt. Diese Schichten sind vorkonsolidiert und weisen abhängig von der Zustandsform eine mäßige bis gute Eigensteifigkeit auf und sind somit als ausreichend tragfähig einzustufen.

- km 24,050 bis km 26,450,
- km 27,400 bis km 28,950,
- km 30,300 bis km 30,500

Bei der Verlegung der Leitung innerhalb des Geschiebelehms wird generell empfohlen, die Grabensohle tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Sand-/ Kiessandmaterial der Bodengruppe SE/SW gemäß DIN 18196 einzubringen und ordnungsgemäß zu verdichten. Die Mächtigkeit der unteren Bettungsschicht sollte dort ca. 30 cm betragen.

Bei der Verdichtung der Bettungsschicht ist strikt darauf zu achten, dass keine dynamische Energie in die bindigen Schichten eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Konsistenzen führen.

c) Anstehender Boden ist nicht ausreichend tragfähig

In der Aufschlussbohrung RKS 61 bei km 23,859 wurde bis in eine Tiefe von 2,1 m u. GOK organischer Hochmoortorf und Mudde mit geringer Tragfähigkeit erfasst. Diese Schicht ist als Auflager für Transport nicht geeignet und sollte im Lasteinflussbereich der Leitung vollständig bis auf die Oberkante der dort anstehenden Schmelzwassersande auszutauschen werden.

Als Bodenaustauschmaterial (Gründungspolster) ist ein gut verdichtungsfähiger Füllsand der Bodengruppe SE bzw. SW gemäß DIN 18196 einzubauen und lagenweise zu verdichten.

Der Verdichtungsgrad der Füllmaterialien sollte mindestens $D_{pr} \geq 95 \%$ (entspricht einem statischen Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$) betragen.

8.2 Verfüllung des Rohrgrabens

In der Leitungszone (Seitenverfüllung und Abdeckung) sind verdichtungsfähige Sande der Bodengruppe SE, SW und SU einzubauen und gemäß den Regelwerken auf das erforderliche Maß zu verdichten. Die erfassten Decksande können nach Ansicht der Unterzeichner in der Leitungszone eingebracht werden. Organische bzw. kohäsive Böden sind für den Einbau im Bereich der Leitungszone nicht geeignet.

Für die Hauptverfüllung über der Leitungszone ist möglichst das vorhandene Aushubmaterial zu verwenden. Es ist hierbei zwischen Verkehrsflächen und Vegetationsflächen zu unterscheiden.

Verkehrsflächen

Hier sind die Auflagen der jeweiligen Baulastträgern und im öffentlichen Straßenbereich die Festlegungen der ZTVA-StB und der RStO zu berücksichtigen. Für die Ausführung der Erdarbeiten sind ferner die Bestimmungen der ZTV E-StB zu beachten.

Vegetationsflächen

Im Bereich der Vegetationsflächen sollte der Einbau des Materials für die Hauptverfüllung in Abstimmung mit den Eigentümern oder Nutzungsberechtigten bzw. nach den Vorgaben der zuständigen Behörden erfolgen.

Das separat gelagerte Aushubmaterial ist bei Wiederverwendung in der gefundenen, natürlichen Reihenfolge wieder einzubauen. Bei den angetroffenen Torfschichten ist aus wirtschaftlichen Aspekten möglichst eine Wiederverwendung anzustreben. Auch im Hinblick auf eine zusätzliche Lastaufbringung (Wichteerhöhung) bei einem Austausch gegen Füllsande sollte zur Verringerung der Setzungen eine Wiederverwendung der Weichschichten im Bereich der Hauptverfüllung angestrebt werden.

Um zu erwartende Setzungen an der Geländeoberkante auszugleichen, ist ein überhöhter Einbau des humosen Oberbodens zu empfehlen.

Im Rahmen der ausgeführten Bohrungen wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt, die auf etwaige Bodenkontaminationen hinweisen.

Bei der Verfüllung der Rohrgräben sowie zum Umgang mit den setzungsempfindlichen Böden sind die Ausführungen des gesonderten Bodenschutzkonzeptes zu beachten. Die Bauausführung unterliegt den Anweisungen der bodenkundlichen Baubegleitung.

9 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE UNTERQUERUNGEN

Gemäß der vorläufigen Planung werden im Rahmen des 3. Abschnittes ca. 12 grabenlose und offene (Düker) Querungen ausgeführt. Aufgrund der Vielzahl und der noch unklaren Bauweise wird auf die Einzelbetrachtung der Kreuzungen verzichtet. Die Ausführungen zu den Unterquerungen werden hier entsprechend der Bauweise und den Untergrundverhältnissen allgemeingültig gehalten.

Die erforderlichen Bauwasserhaltungsmaßnahmen sind dem Kapitel 7 und den Streckenbändern in den Anhängen 1.3 und 1.4 zu entnehmen.

9.1 Offene Bauweise

Bei den Gewässern und Verkehrsflächen ist eine Überdeckungshöhe (Abstand zwischen Gewässersohle und Rohrscheitel) von 1,5 bis 2,0 m vorgesehen.

Kleine Entwässerungsgräben der 3. Ordnung sowie Fremdleitungen und Wege werden vorwiegend, ohne gesonderten Kreuzungsverfahren, im Rahmen der Regelverlegung der Leitung im offen Rohrgraben durchquert und anschließend wieder hergestellt.

Bei der offenen Querung von tieferen Gewässern wird ein vorgefertigter Rohrstrang mit beiderseits aufsteigenden Rohrbögen (Düker) unter Einsatz entsprechender Auftriebssicherungsmaßnahmen offen in die zuvor ausgebaggerte Gewässerrinne eingelegt und verfüllt. Die Anlage der Rinnen erfolgt dabei durch offene Baggerungen ggf. mit vorangegangener Spundung des Rohrgrabens im Schutze einer Bauwasserhaltung. Kleinere Gräben oder Bäche werden i.d.R. vor der Dükerabsenkung durch Rohrleitungen überbrückt (verdohlt) oder umgepumpt.

Die Dükersohlen werden zwischen 3,5 und 5,0 m u. GOK zu liegen kommen. Für den 3. Abschnitt werden seitens der Unterzeichner zwei Gründungsvarianten der Düker empfohlen:

a) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig und als Bettungsschicht geeignet

Gut tragfähige Sande in der der Gründungsebene der Düker (3,5 – 5,0 m u. GOK) wurden lediglich im Streckenabschnitt

– km 23,600 bis km 25,100

sowie in den Einzelaufschlüssen RKS 76 (km 29,259) und RKS 84.2 (km 30,792) erfasst. Sofern die Rohrsohlen innerhalb der sandigen Schichtglieder zu liegen kommen, werden voraussichtlich keine gesonderten Maßnahmen zur Herstellung einer Bettungsschicht erforderlich. Vor Einbringen der Rohrleitungen sind etwaige Auflockerungen infolge des Bodenaushubes im Bereich der Grabensohle ordnungsgemäß zu verdichten.

b) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig, als Bettungsschicht jedoch nicht geeignet

In den übrigen Bereichen der Leitungstrasse wurden in der geplanten Gründungstiefe der Düker kohäsive Geschiebelehme /-mergel sowie Beckentonne (Lauenburger Schichten) erfasst. Die mäßig bis gut und somit ausreichend tragfähigen bindigen Schichten wurden bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m nicht durchfahren. Bei der Verlegung der Düker innerhalb der Geschiebelehme /-mergel und Beckentone wird generell empfohlen, die Grabensohle tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Sand-/ Kiessandmaterial der Bodengruppe SE/SW gemäß DIN 18196 einzubringen und ordnungsgemäß zu verdichten. Die Mächtigkeit der unteren Bettungsschicht sollte dort ca. 30 cm betragen.

Bei der Verdichtung der Bettungsschicht ist strikt darauf zu achten, dass keine dynamische Energie in die bindigen Schichten eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Konsistenzen führen.

Die Anforderungen an die Verfüllung der Leitungszone sind dem Kapitel 8.2 zu entnehmen.

9.2 Grabenlose Bauweise

Bei den grabenlosen (geschlossenen) Querungen von Gewässern und Straßen werden vorwiegend offene Stahlrohre horizontal unter den Hindernissen mit Hilfe von Ramm- bzw. Pressenergie vorgetrieben. Es sind Vortriebsverfahren mit Horizontalramme/- presse bzw. mit Horizontal-Pressbohrgerät gemäß DVGW-Merkblatt GW 304, Ziffer 6.1.2.2.1 bzw. 6.1.2.2.2 vorgesehen. Bei Horizontalramme/- presse wird der in das Rohr eingetretene Erdkern nach beendetem Vortrieb hydraulisch herausgelöst bzw. mechanisch herausgebohrt.

Bei dem Pressbohrverfahren wird gleichzeitig zu dem Pressvorgang der Boden an der Ortsbrust mechanisch abgebaut und aus dem Rohr befördert. In beiden Fällen ist die Anlage von entsprechend langen und tiefen Start- und Zielgruben erforderlich.

Alternativ zu den oben beschriebenen Rammungen und Pressungen ist der Einsatz des Direct Pipe-Verfahrens geplant. Bei diesem geschlossen Verfahren wird der Boden in einem Arbeitsschritt mit einer steuerbaren Mikrotunnelmaschine abgebaut, hydraulisch über Tage gefördert und zeitgleich die vorgefertigten Produktrohre in das erzeugte Bohrloch geschoben. Aufgrund der Steuerungsmöglichkeit bei Gefällen und Steigungen kann die Tiefe der Start- und Zielgruben bei diesen Verfahren voraussichtlich auf <3,0 m u. GOK begrenzt werden.

Bei den Kreuzungen von Gewässern und Straßen ist eine Überdeckungshöhe von 1,5 -2,0 m vorgesehen.

Abhängig von der Stationierung und der Unterquerungstiefe werden bei dem horizontalen Vortriebsverfahren vorwiegend kohäsive Böden (Geschiebelehme /- mergel sowie Beckentone) mit weicher bis steif-halbfester und untergeordnet mitteldicht bis dichte gelagerte Sande durchfahren (s. Streckenband im Anhang 1.3).

Die Rohrvortriebe und Horizontalbohrungen werden sich sowohl in feuchten, bindigen Bodenhorizonten, die wenig freies Grundwasser aufweisen, als auch in vollständig wassergesättigten Sanden bewegen. In den fast durchgehend auftretenden Geschiebelehmen /-mergeln sind geogene Hindernisse in Form von Steinen und Geschieben zu erwarten.

Das projektierte Verfahren zur grabenlosen Verlegung der Transportleitung sind für die angetroffenen Untergrundverhältnisse aus Sicht der Unterzeichner geeignet. Aufgrund der Lage der Bohrkanäle z. T. in wassergesättigten Sanden werden dort Zusatzmaßnahmen in Form Grundwasserabsenkungen entlang des Bohrkanals bzw. des Einsatzes von speziellen Abbauwerkzeugen erforderlich. Ferner werden Bauwasserhaltungsmaßnahmen für die Anlage von Start- und Zielgruben notwendig. Die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen sind entsprechend der Stationierung dem Kapitel 7 und dem Streckenband im Anhang 1.4 zu entnehmen.

Setzungsabschätzung nach SCHERLE

Zur Abschätzung der Setzungen, die infolge der geplanten Rohrvortriebe und Horizontalbohrungen (Überschnitt, Bodenverlust und allgemeiner Auflockerung des Bodens) im Bereich der Gewässersohlen bzw. der Straßenkörper entstehen können, wurden Setzungsberechnungen nach dem überschlägigen Verfahren von SCHERLE gem. DB Ril 836 für eine Überdeckungshöhe von 1,5 m und einen Bohrdurchmesser von 610 mm durchgeführt (s. Anhang 5). Gemäß den ausgeführten Berechnungen ergeben sich für die projektierten Horizontalrammungen/ -pressungen und Pressbohrungen in Abhängigkeit von den durchörterten Böden die nachfolgend aufgeführten Setzungen:

- mitteldichte Sande $S = 0,68 \text{ cm}$
- Beckenschluff /-ton, weich-steif $S = 0,96 \text{ cm}$

Aufgrund der insgesamt geringen rechnerischen Setzungsbeträge sind aus gutachterlicher Sicht Sackungen, die zu einer nachteiligen Beeinflussung/Schädigung der Gewässer bzw. Straßen oder Deiche im Kreuzungsbereichen führen können, nicht zu erwarten.

10 UMGANG MIT SULFATSAUREN UND POTENZIELL SULFATSAUREN BÖDEN

Nach den vorliegenden Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) stehen im Trassenverlauf des 3. Abschnittes keine potenziell sulfat-sauren Böden (PASS, potencial acid sulfate soils) an. Auf chemische Bodenuntersuchungen wurde daher verzichtet.

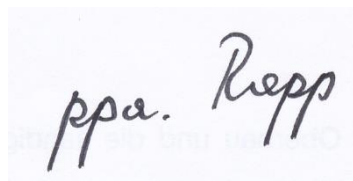
11 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN

- /1/ NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE
NIBIS-Kartenserver
- /2/ NIEDERSÄCHSISCHEN VERMESSUNGS- UND KATASTERVERWALTUNG
Geobasisdaten
- /3/ GEOFAKTEN 24
Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. Juli 2010
- /4/ GEOFAKTEN 25
Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub
aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten. November 2010

Cloppenburg, 24.11.2022

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Bearbeiter:
Dipl.-Geol. Robert Rapp



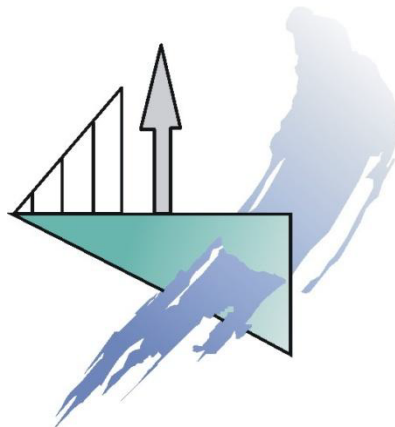
Anhang 1

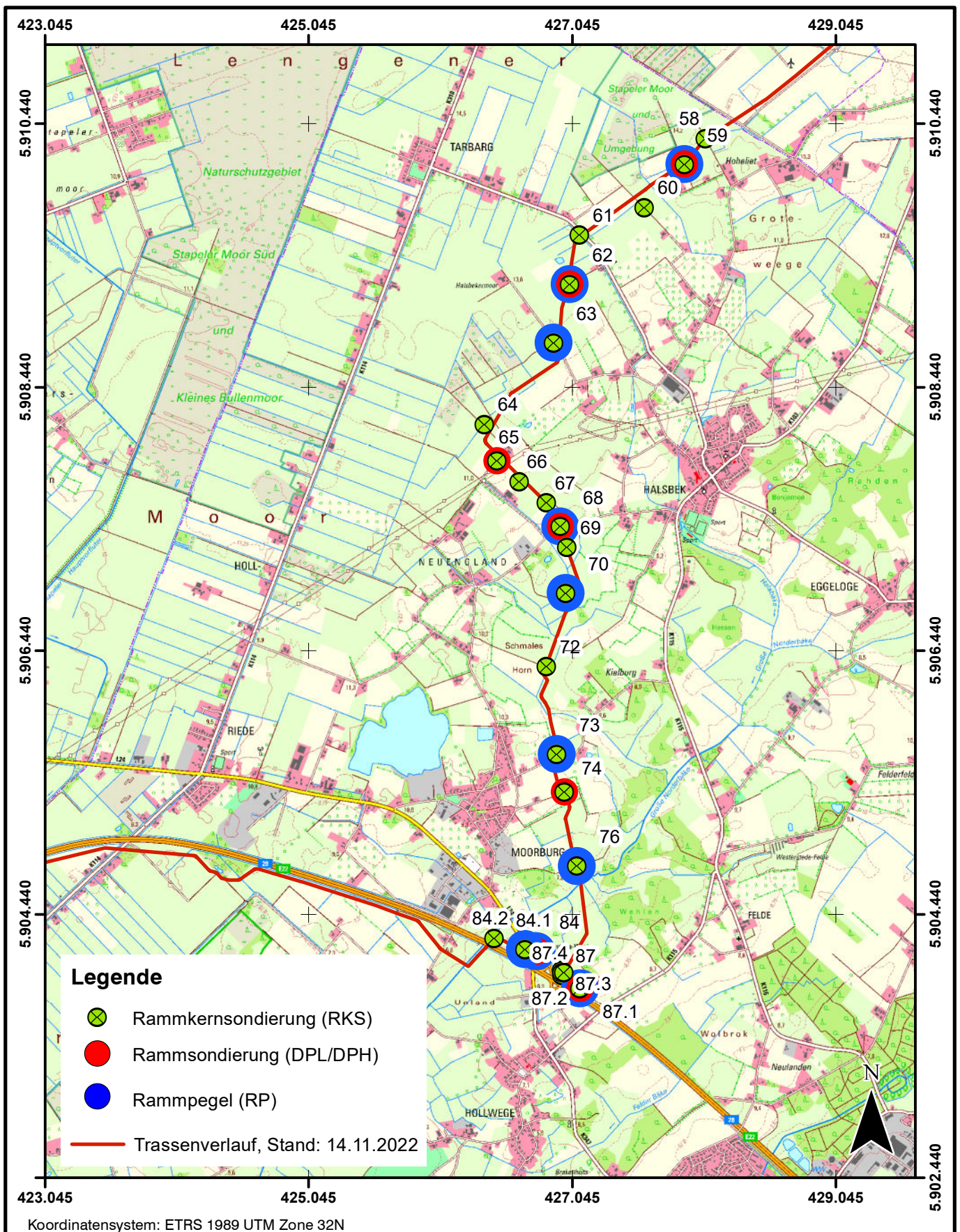
Karten und Streckenbänder

Anhang 1.1

Lageplan der Baugrundaufschlüsse

(Maßstab 1: 50.000)



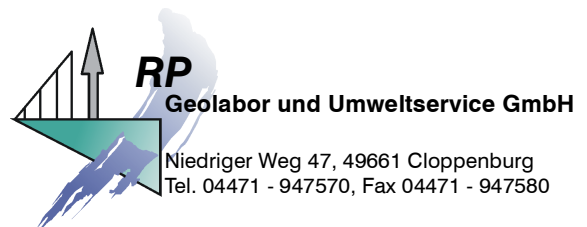


Anhang 1.1

Geotechnisches Streckengutachten
 Neuau Gasanbindung
 Wilhelmshaven - Leer (GWL)
 Baulos 1: Sande - Westerstede, 3. Abschnitt
Lage der Bohraufschlüsse (Übersicht)

Projektnummer: 06-5765
 Maßstab: 1:40.000

erstellt: 24.11.2022
 Lukas Tönnies



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten
 der Niedersächsischen Vermessungs- und
 Katasterverwaltung © 2022

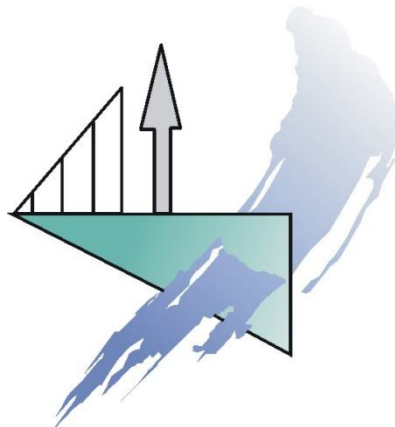


Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.2

Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte



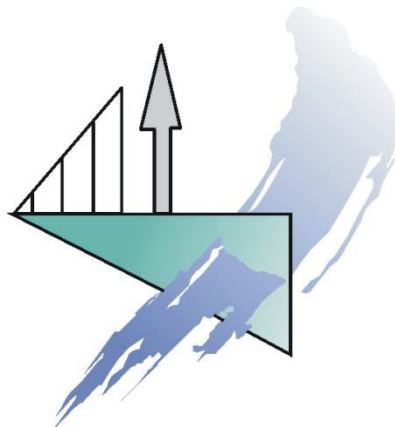
Position	Aufschlüsse	UTM Zone 32 N		Höhe [m NHN]
		Rechtswert	Hochwert	
58	RKS 58	428055,10	5910327,81	14,04
59	RKS 59 + DPL 59 + RP 59	427895,32	5910130,89	14,42
60	RKS 60	427590,99	5909804,06	13,14
61	RKS 61	427101,31	5909593,97	12,85
62	RKS 62 + DPL 62 + RP 62	427026,34	5909222,51	11,47
63	RKS 63 + RP 63	426904,42	5908777,72	11,97
64	RKS 64	426378,07	5908158,79	10,62
65	RKS 65 + DPL 55	426472,57	5907879,26	11,17
66	RKS 66	426643,87	5907725,69	11,38
67	RKS 77	426848,83	5907562,41	9,60
68	RKS 68 + DPH 68 + RP 68	426954,06	5907380,57	9,85
69	RKS 69	427005,42	5907225,86	8,04
70	RKS 70 + RP 70	426993,37	5906876,57	7,73
72	RKS 72	426849,26	5906321,56	7,36
73	RKS 73 + RP 73	426928,44	5905653,12	7,79
74	RKS 74 + DPL 74	426986,17	5905366,97	9,01
76	RKS 76 + RP 76	427080,46	5904805,25	7,81
87	RKS 87	426968,15	5903976,60	6,76
87.4	RKS 87.4	426981,96	5903995,04	6,49
87.3	RKS 87.3	426967,30	5903996,84	6,47
87.2	RKS 87.2	426963,96	5904011,48	6,39
87.1	RKS 87.1 + DPL 87.1 + RP 87.1	427103,69	5903875,11	8,49
84	RKS 84 + DPL 84 + RP 84	426775,89	5904157,16	6,26
84.1	RKS 84.1 + RP 84.1	426687,84	5904172,78	5,08
84.2	RKS 84.2	426453,55	5904258,51	5,37

Anhang 1

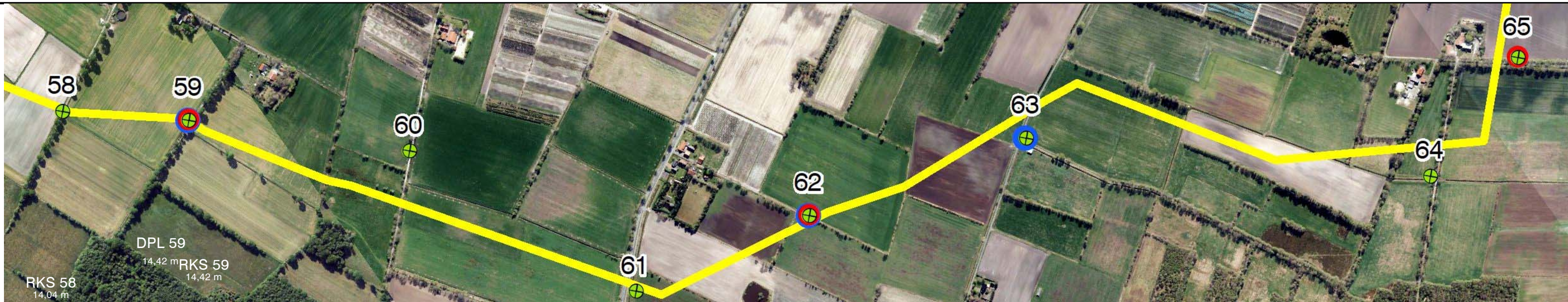
Karten und Streckenbänder

Anhang 1.3

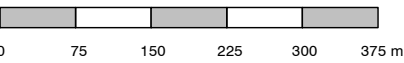
Baugrundgeologisches Streckenband



Nordosten

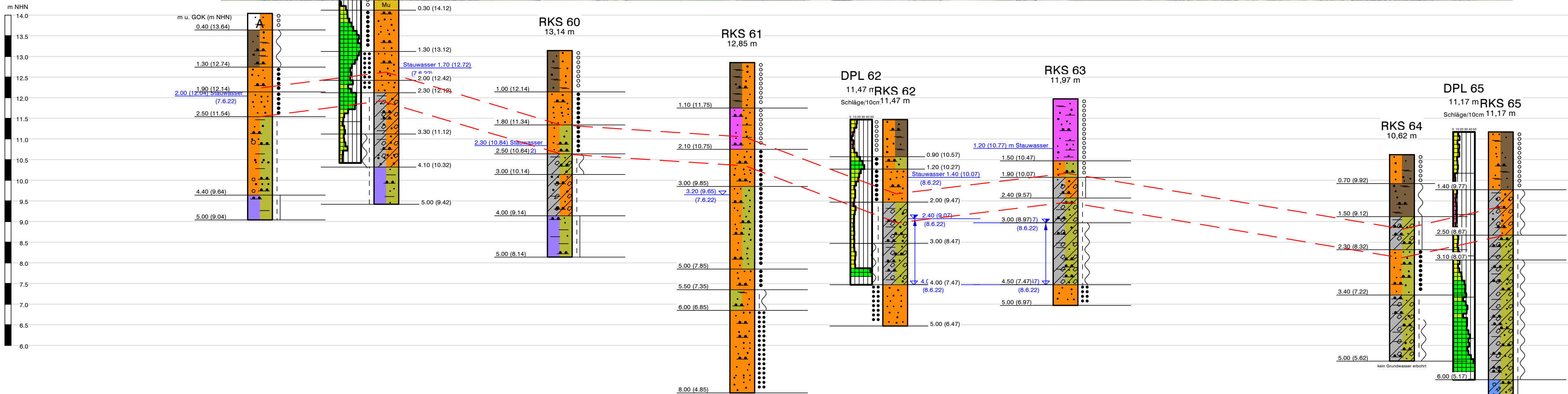


Südwesten



- Geplante LNG-Trasse
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPL/ DPH)
- Rammpegel (RP)
- Geplante Verlegetiefe (1,80 m / 2,50 m u. GOK)

m u. GOK (m NHN)
0,60 (-0,76) Höhenangaben m GOK (m NHN)



Legende

- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- dicht
- Ton (T)
- Schluff (U)
- Sand (S)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Torf (H)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Mudde (Md)
- Geschiebelehm (Gl)
- Geschiebemergel (Gmg)

Stationierungs-km		22,658	22,912	23,363	23,857	24,272	24,717	25,593	25,837
Homogen-bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand			Torf/ Mudde und Sand		Geschiebelehm		
	4,0-5,0 m u. GOK	Geschiebelehm und Beckenton			Sand		Geschiebelehm und Sand		Geschiebelehm
Gründungs-maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine			Bodenaustausch		Bettungsschicht		
	4,0-5,0 m u. GOK	Bettungsschicht			keine		Bettungsschicht bzw. keine		Bettungsschicht
Wasser-haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offene Wasserhaltung			keine		offene Wasserhaltung		
	4,0-5,0 m u. GOK	offene Wasserhaltung			geschlossene Wasserhaltung		offene Wasserhaltung		offene Wasserhaltung



Geolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Geotechnisches Streckengutachten
GWL Baulos 1, 3. Abschnitt

Planbezeichnung:

Baugrundgeologisches
Streckenband Blatt 1

Projekt-Nr. 06-5765

Anhang 1.3

Datum: November 2022

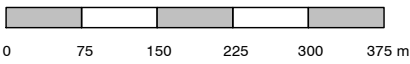
Höhe 1:75, Länge 1:7.500

Bearbeiter: Herr Rapp

Nordosten

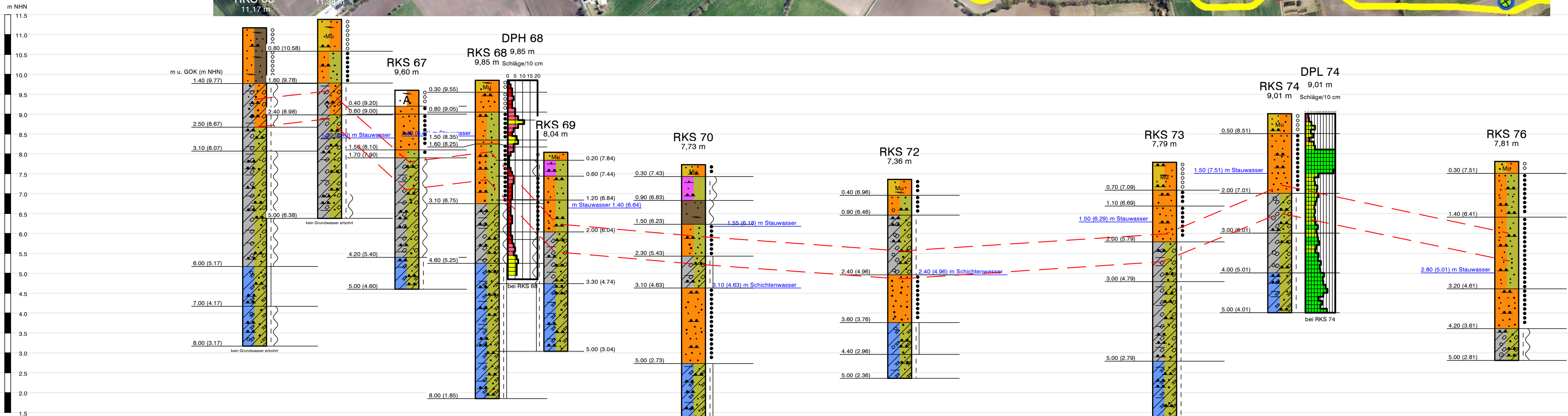


Südwesten



- Geplante LNG-Trasse
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPL/ DPH)
- Rammpegel (RP)
- Geplante Verlegetiefe (1,80 m / 2,50 m u. GOK)

Höhenangaben m GOK (m NHN)



Legende

- | | | |
|------------------|-----------------|-----------------------|
| halbfest | Schluff (U) | Mutterboden (Mu) |
| steif - halbfest | Sand (S) | Auffüllung (A) |
| steif | Feinsand (fS) | Mudde (Md) |
| weich - steif | Mittelsand (mS) | Geschiebelehm (Gl) |
| weich | Grobsand (gS) | Geschiebemergel (Gmg) |
| locker | Torf (H) | |
| mitteldicht | | |

Stationierungs-km		25,887 26,090 26,354 26,543 26,704					
-------------------	--	--	--	--	--	--	--



Geolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Geotechnisches Streckengutachten
GWL Baulos 1, 3. Abschnitt

Planbezeichnung:

Baugrundgeologisches
Streckenband Blatt 2

Projekt-Nr. 06-5765

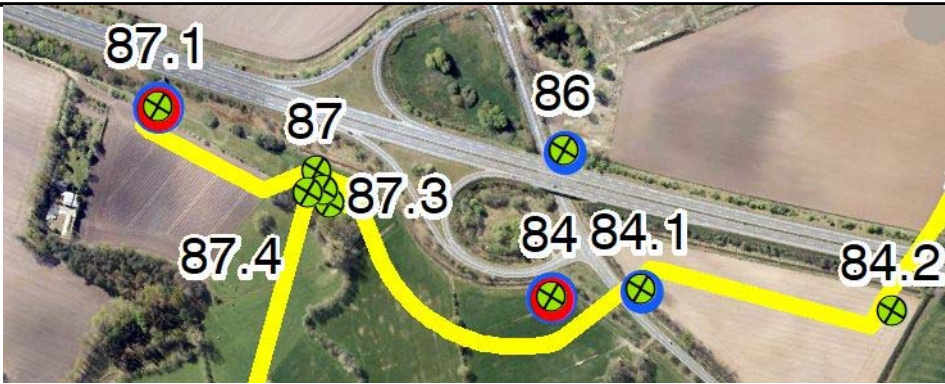
Anhang 1.3

Datum: November 2022

Höhe 1:75, Länge 1:7.500

Bearbeiter: Herr Rapp

Nordosten



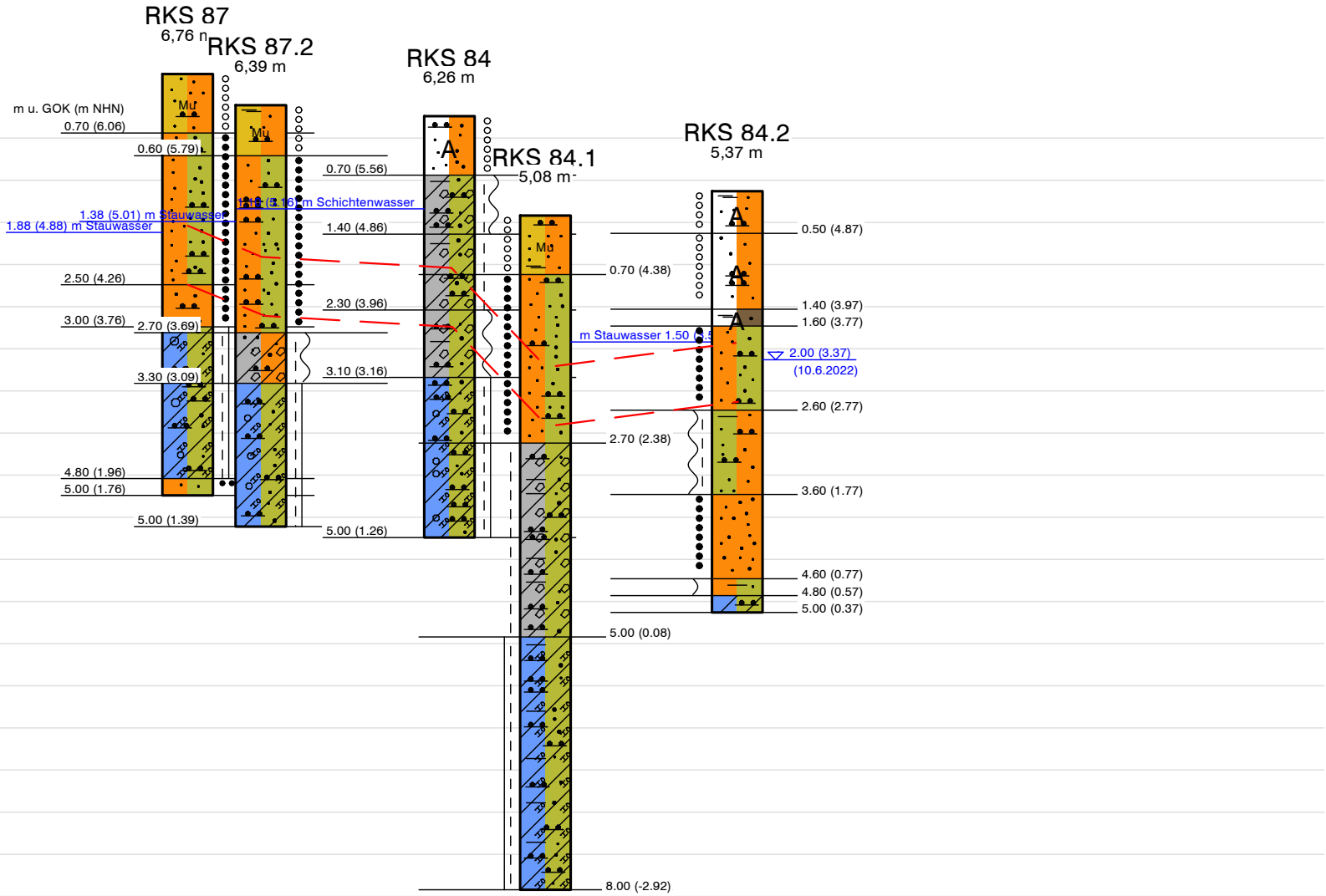
Südwesten



- Geplante LNG-Trasse
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPL/ DPH)
- Rammpegel (RP)
- Geplante Verlegetiefe (1,80 m / 2,50 m u. GOK)

m u. GOK (m NHN)
0,60 (-0,76) Höhenangaben m GOK (m NHN)


m NHN



Legende

- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- dicht
- Schluff (U)
- Sand (S)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Torf (H)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Geschiebelehm (Gl)
- Geschiebemergel (Gmg)

Stationierungs-km		30,133	30,150	30,460	30,540	30,792
Homogen- bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand		Geschiebelehm	Sand	
	4,0-5,0 m u. GOK	Geschiebelehm			Sand und Geschiebelehm	
Gründungs- maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine		Bettungsschicht	keine	
	4,0-5,0 m u. GOK	Bettungsschicht			keine bzw. Bettungsschicht	
Wasser- haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offene und geschlossene Wasserhaltung		offen	offene und geschlossene Wasserhaltung	
	4,0-5,0 m u. GOK	offene Wasserhaltung			offene und geschlossene Wasserhaltung	



RP
Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

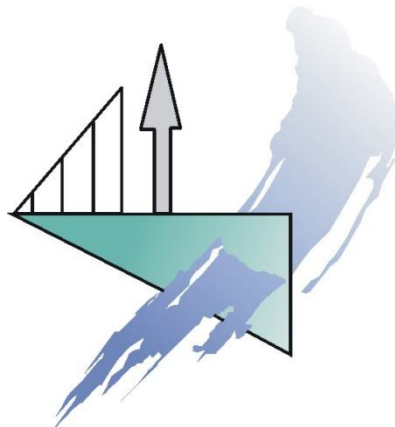
Bauvorhaben: Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 1, 3. Abschnitt Planbezeichnung: Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 3	Projekt-Nr. 06-5765
	Anhang 1.3
	Datum: November 2022
	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
Bearbeiter: Herr Rapp	

Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.4

Hydrogeologisches Streckenband



Anhang 1.4 Hydrogeologisches Streckenband 3. Abschnitt

Position	58 - 60	61	62 u. 63	64 - 67	68 u. 69	70 u. 72	73 u. 74	76 – 87.2	84	84.1 u. 84.2
Stationierungs-km (interpoliert)	22,410 - 23,600	23,600 - 24,050	24,050 – 25,100	25,100 - 26,450	26,450 - 26,900	26,900 - 28,000	28,000 – 28,950	28,950 – 30,300	30,300 – 30,500	30,500 – 30,850
	erfassten hydrogeologischen Verhältnisse									
Unterkante bindiger Deckschichten [m u. GOK]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
erbohrter Grundwasserstand [m u. GOK / m NHN]	Stauwasser 2,3 bis 1,7 / 12,72 bis 10,84	3,2 / 9,65	Stauwasser 1,4 u. 1,2 / 10,07 u.10,77	lokal Stauwasser 1,2 / 8,40	Stauwasser 1,4 / 8,45 u. 6,64	Stau- u. Schichtenwasser 1,6 u. 2,4 / 6,16 u. 5,0	Stauwasser 1,5 / 6,29 u. 7,51	Stauwasser 1,4 - 2,8 / 4,88 - 5,09	Stauwasser 1,1 / 5,16	Stauwasser 1,5 u. 2,0 / 3,58 u. 3,37
Grundwasserleiter im Tiefenbereich 1,8 - 2,5 m u. GOK	P	P	P / S	S	P / S	P / S	P / S	P	S	P
Grundwasserleiter im Tiefenbereich 4 - 5 m u. GOK	S		P	S	S	P / S	S	S		P / S
Ausbildung der Grundwasseroberfläche im Porengrundwasserleiter P ungespannt = 1, gespannt = 2	1	1	2	-	1	1	1	1	1	1
	Bemessungswasserstände									
Aus der Felderkundung und den hydrogeologischen Karten abgeleitete MNW und HW [m NHN]	MNW ≈ 12,0 - 10,5/ HW ≈ 13,0 - 11,5	MNW ≈ 9,5 / HW ≈ 11,0	MNW ≈ 10,0 - 10,5 / HW ≈ 11,0 - 11,5	MNW ≈ 8,5 - 7,0 / HW ≈10,0 - 8,5	MNW ≈ 8,3 u. 6,5/ HW ≈ 9,0 u. 7,2	MNW ≈ 6,0 / HW ≈ 7,0	MNW ≈ 6,0 u. 7,3/ HW ≈ 7,0 u. 8,2	MNW ≈ 4,7 - 5,0 / HW ≈ 5,5 – 6,0	MNW ≈ 5,0 / HW ≈ 5,5	MNW ≈ 3,5 HW ≈ 4,5
	Bauwasserhaltungsmaßnahmen und k _f -Werte									
Maßnahmen Leitungsbau bis - 2,5 m u. GOK	OW	ggf. GW	OW	OW	OW	OW	OW	GW + OW	bei Bedarf OW	GW + OW
Maßnahmen Düker / Pressung bis -5 m u. GOK		GW	GW			GW + OW		OW		
k _f -Wert bis -2,5 m u. GOK (Abschätzung aus Bohrprofilen und Kornverteilungen)	6,5 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)	8,5 x 10 ⁻⁵ m/s	4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s	4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)	4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)	4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)	4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s	4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser)
k _f -Wert -2,5 bis -5 m u. GOK (Abschätzung aus Schichtenverzeichnissen und Kornverteilungen)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s	8,5 x 10 ⁻⁵ m/s	8,5 x 10 ⁻⁵ m/s		<1 x 10 ⁻⁷ m/s	5 x 10 ⁻⁵ m/s (Schichtenwasser)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s	<1 x 10 ⁻⁷ m/s		4 x 10 ⁻⁵ m/s (Stauwasser) bzw. <1 x 10 ⁻⁷ m/s

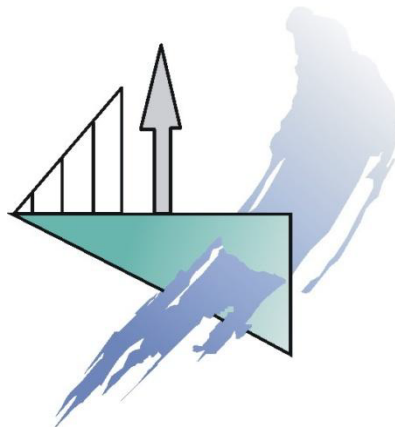
S = Stau- und Schichtwasser-leiter mit geringer Durchlässigkeit
P = Porengrundwasserleiter mit guter Durchlässigkeit
OW = offene Bauwasserhaltung zu Auffangen und Ableiten von Schichten-/Stauwasser und Tagwasser;
DE = geschlossene Bauwasserhaltung zur Druckentlastung gespannten Grundwassers im Porengrundwasserleiter
GW = geschlossene Bauwasserhaltung
Kombinationen sind möglich und in der Tabelle kenntlich gemacht (z.B. OW / DE)

Anhang 2

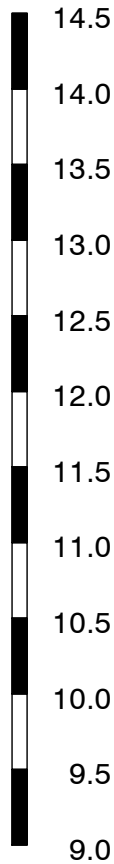
Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.1

Bohrprofile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023

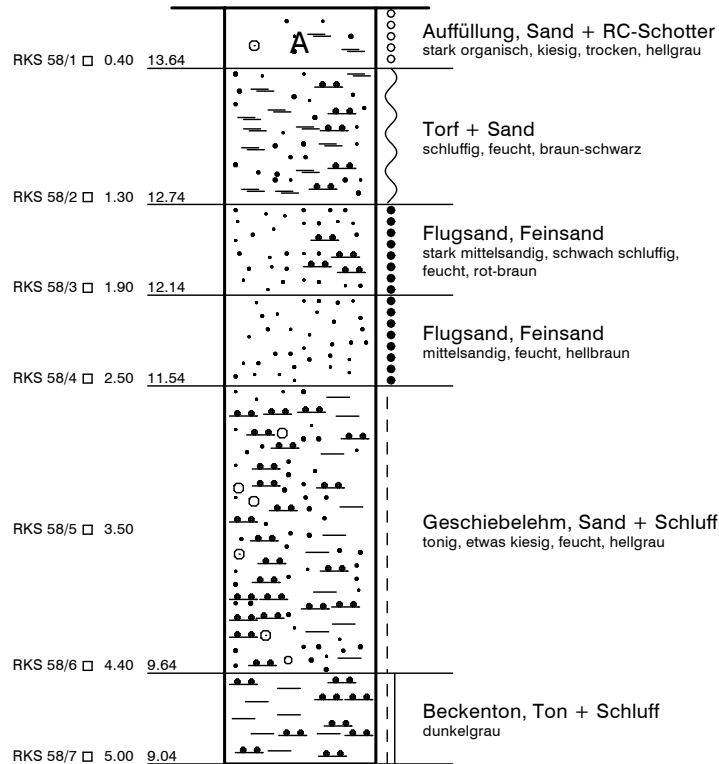


m NHN



RKS 58

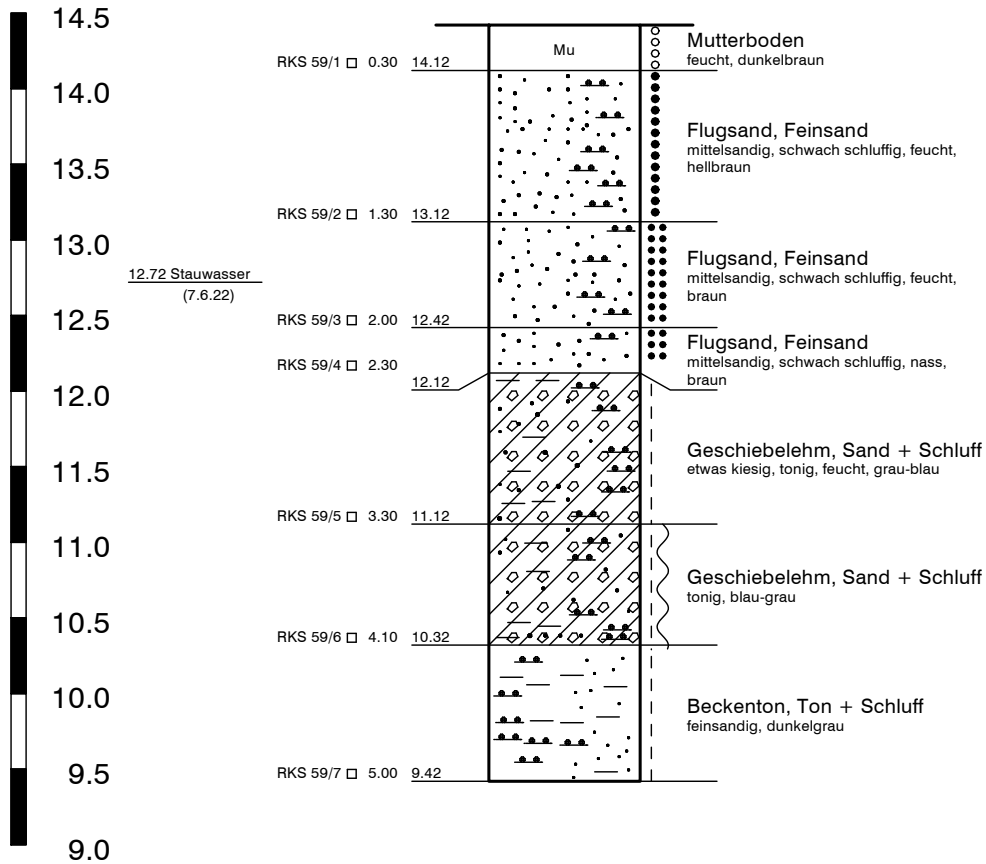
14,04 m NHN



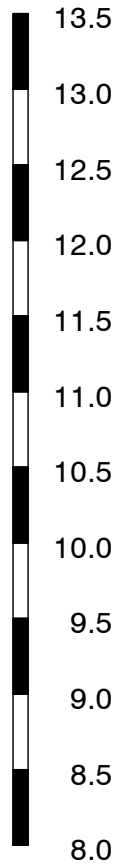
RKS 59

14,42 m NHN

m NHN

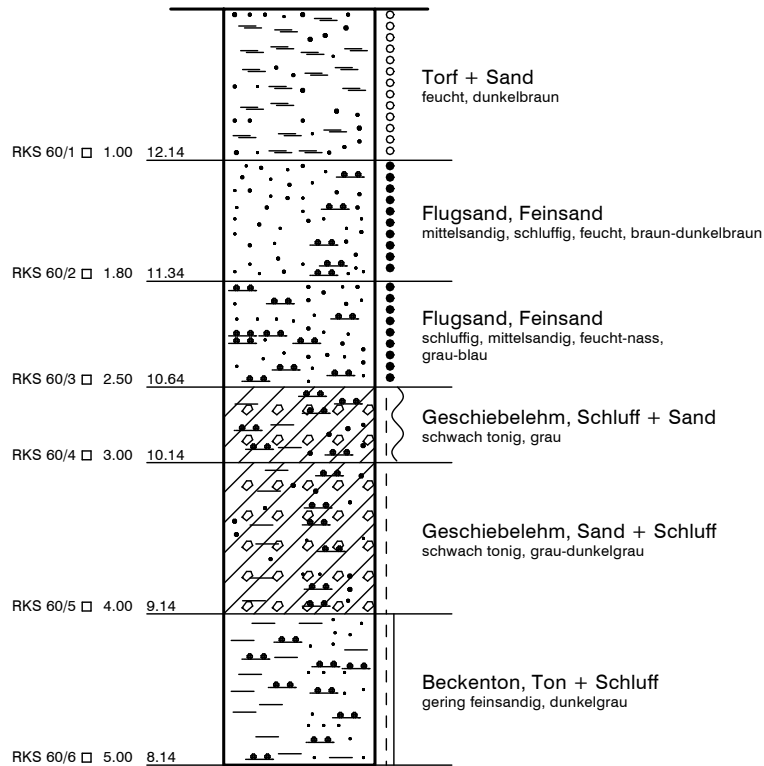


m NHN



RKS 60

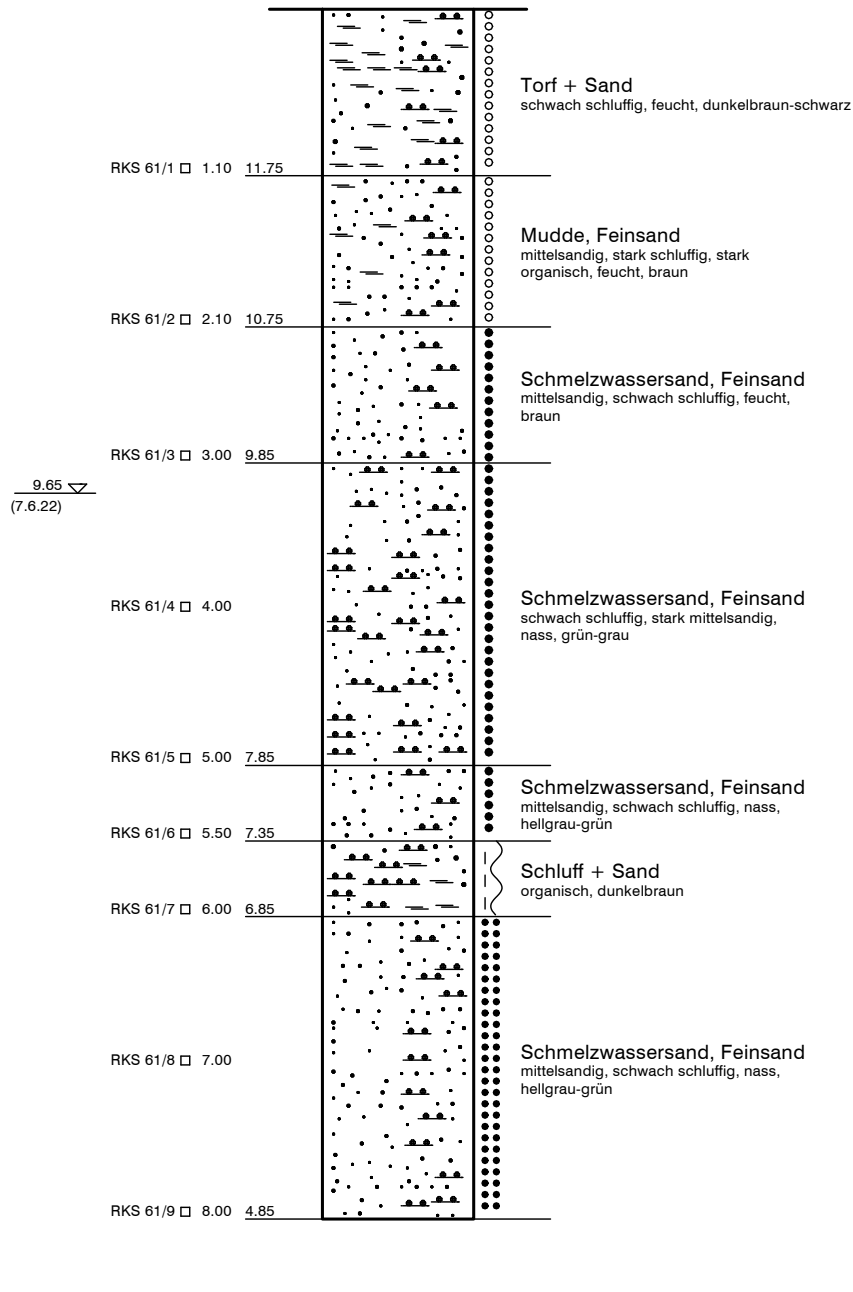
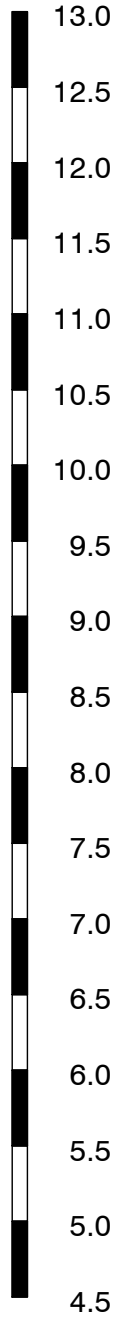
13,14 m NHN



RKS 61

12,85 m NHN

m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 08.06.2022

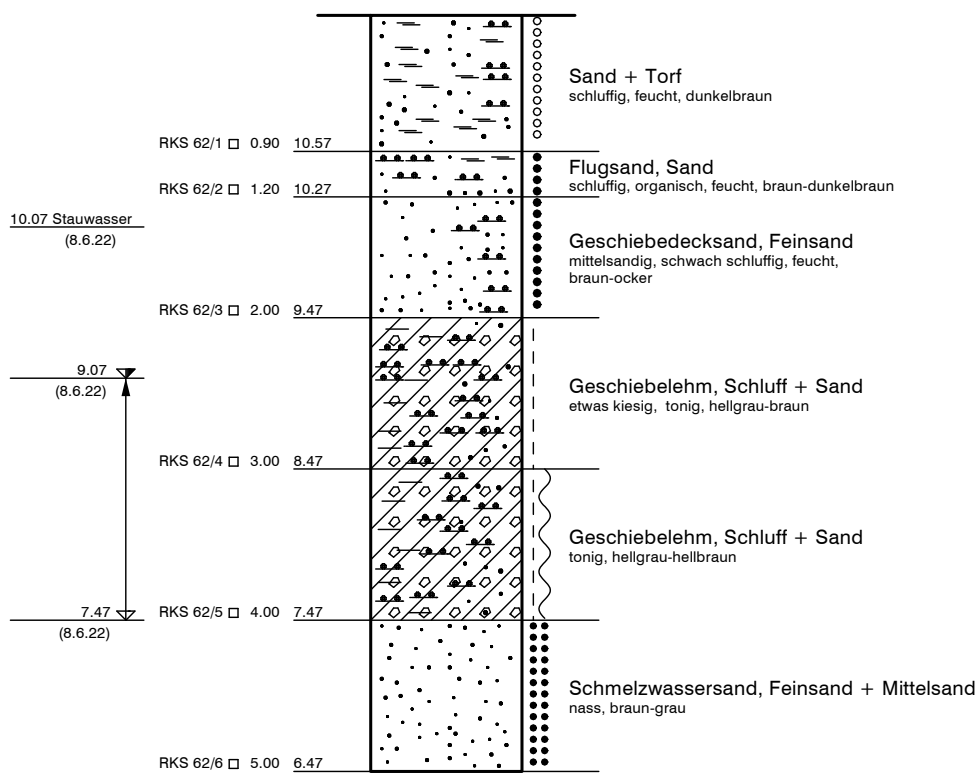
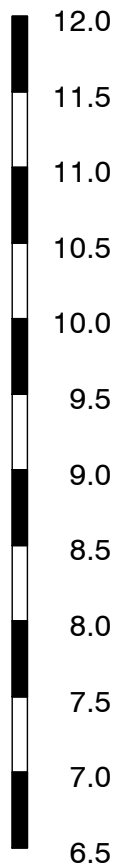
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

m NHN

RKS 62

11,47 m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 08.06.2022

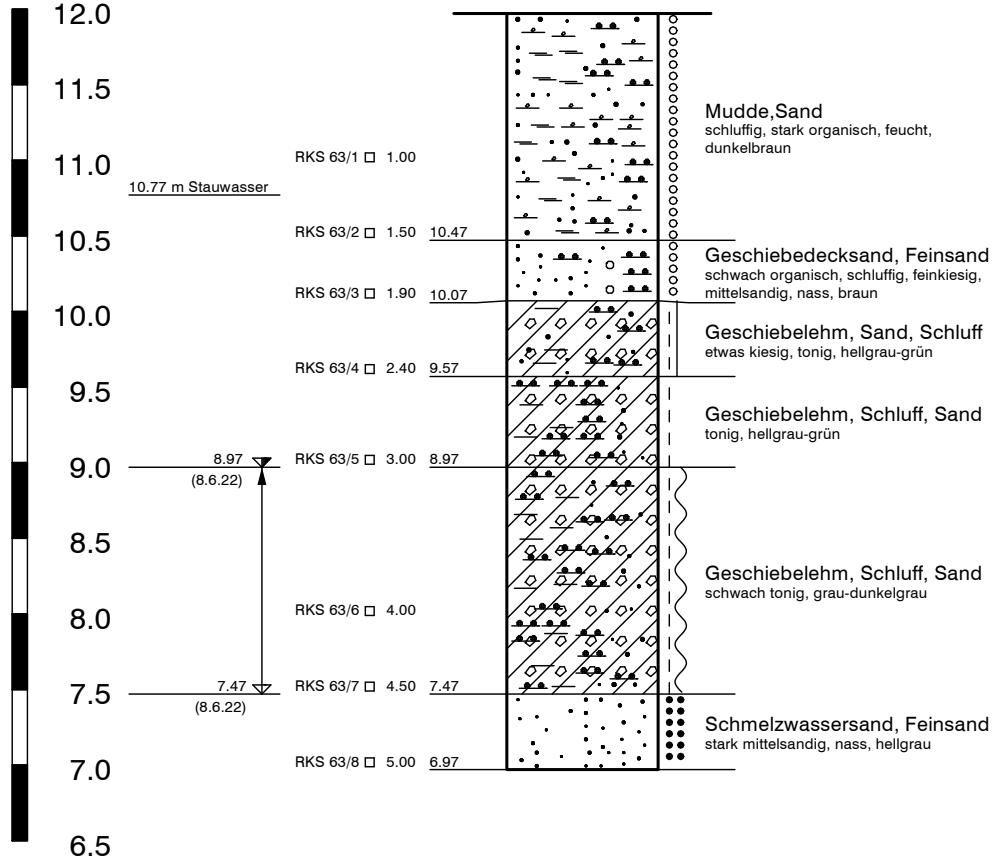
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

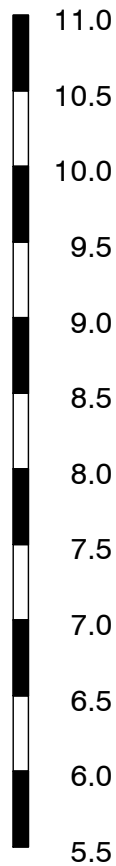
RKS 63

11,97 m NHN

m NHN

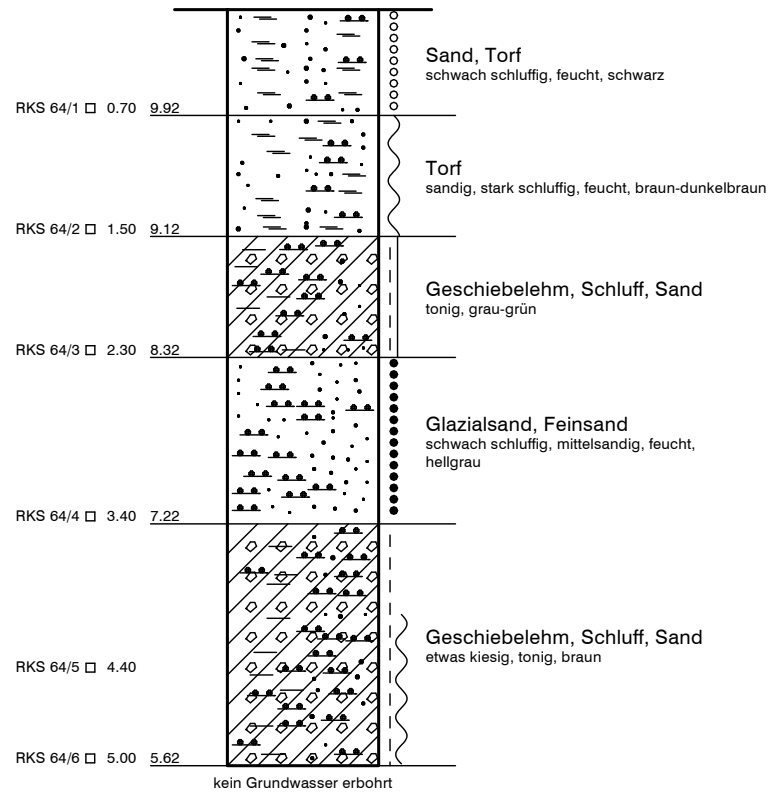


m NHN

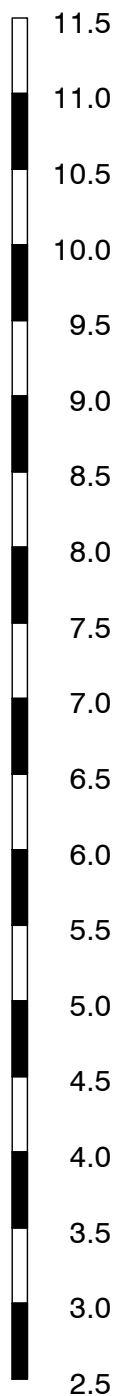


RKS 64

10,62 m NHN

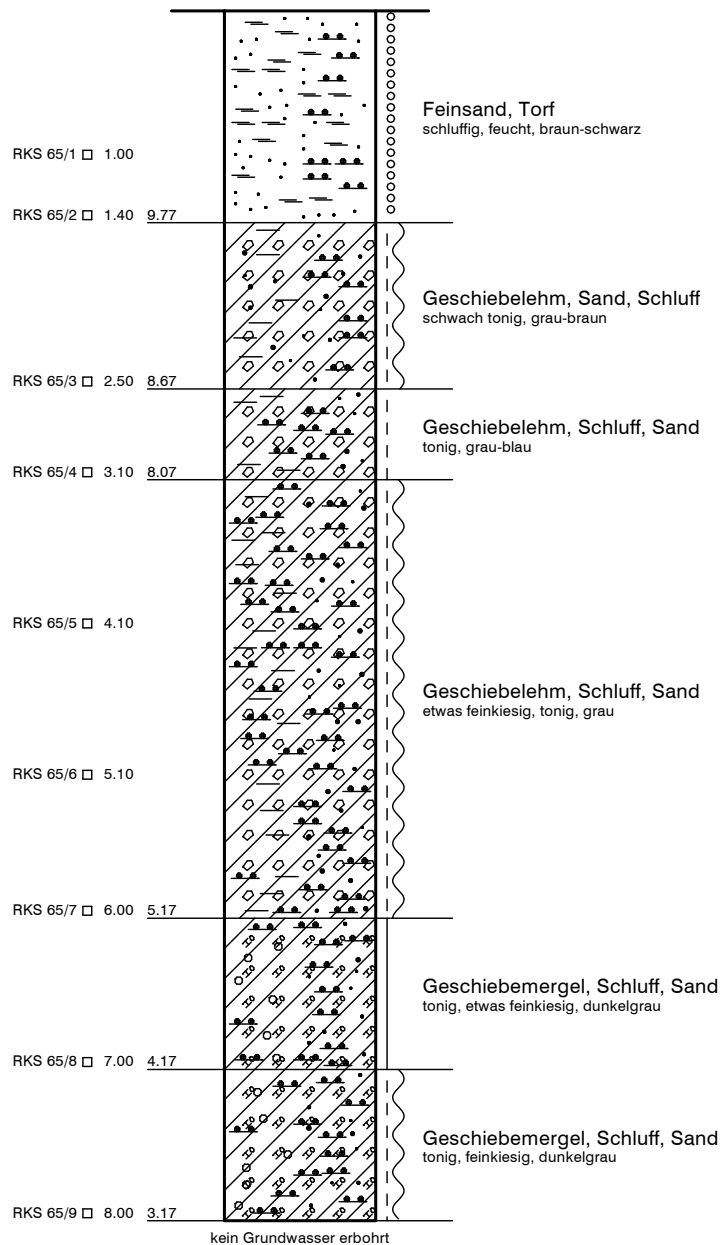


m NHN



RKS 65

11,17 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 08.06.2022

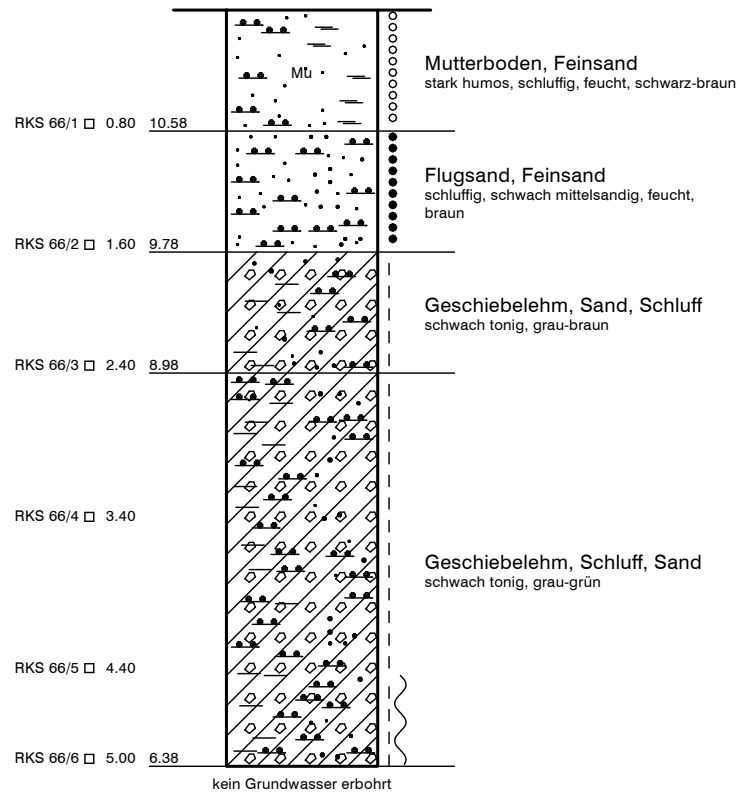
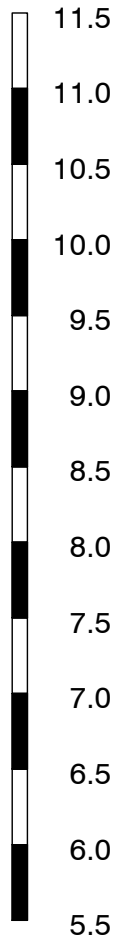
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

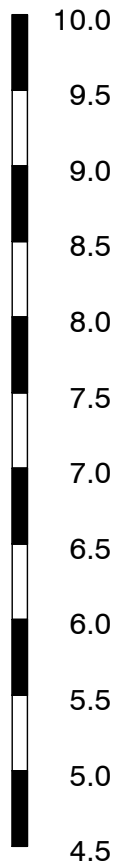
RKS 66

11,38 m NHN

m NHN

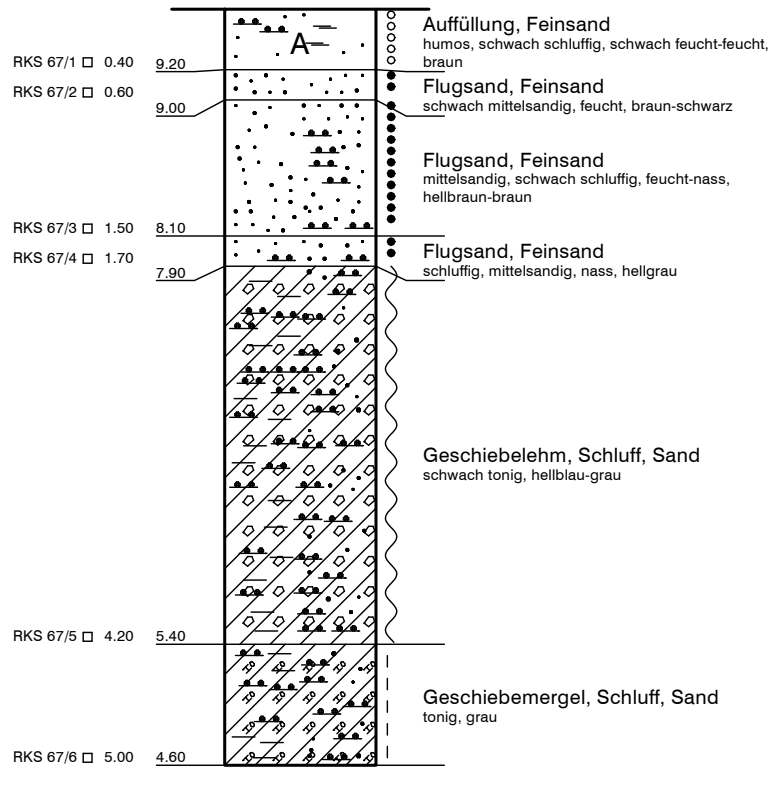


m NHN



RKS 67

9,60 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 08.06.2022

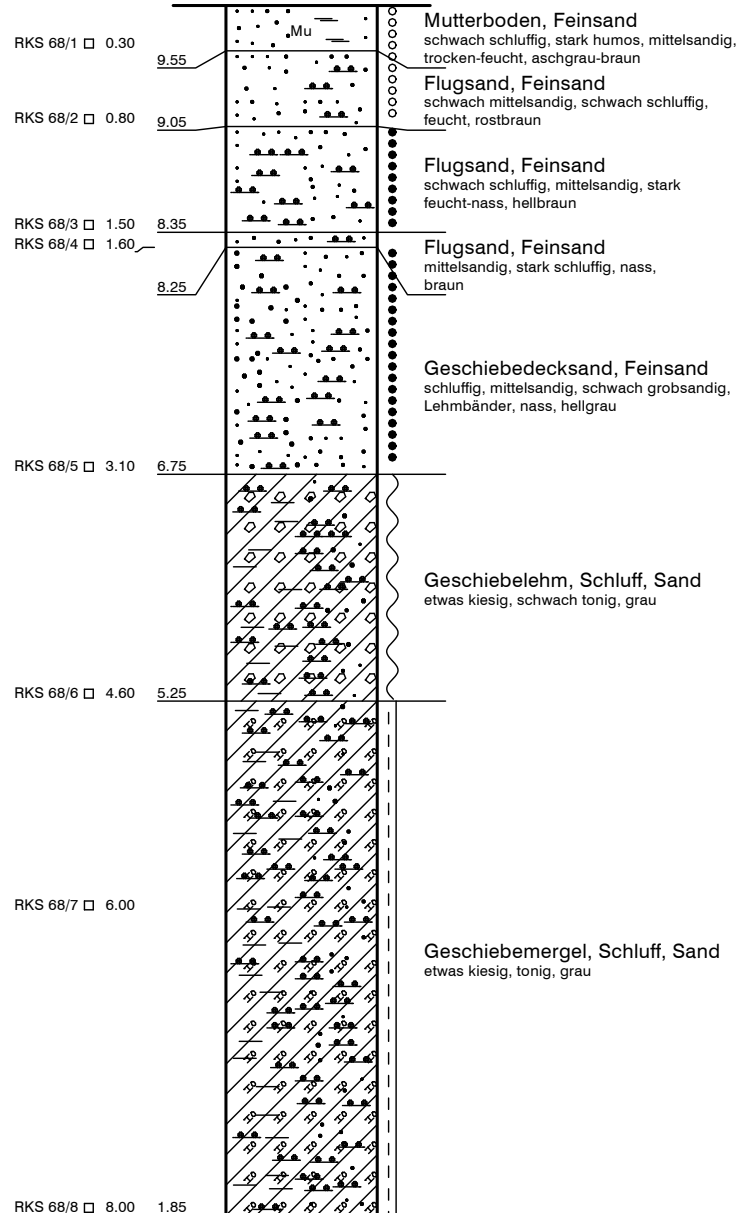
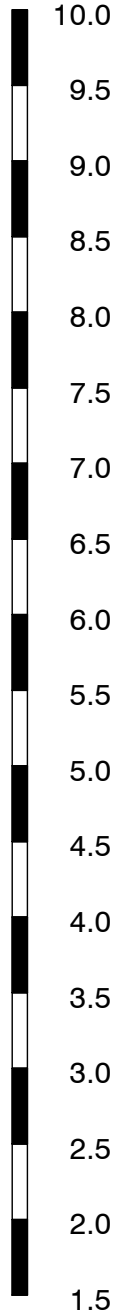
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 68

9,85 m NHN

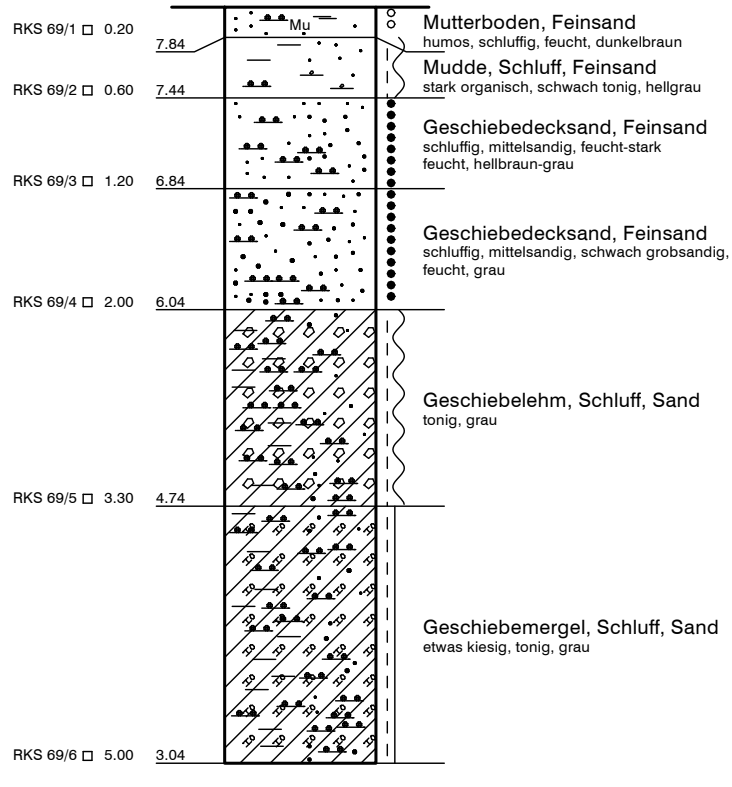
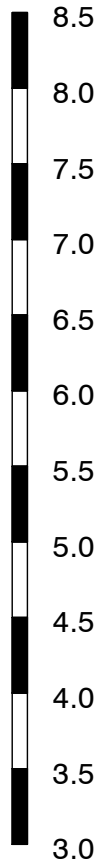
m NHN



m NHN

RKS 69

8,04 m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 08.06.2022

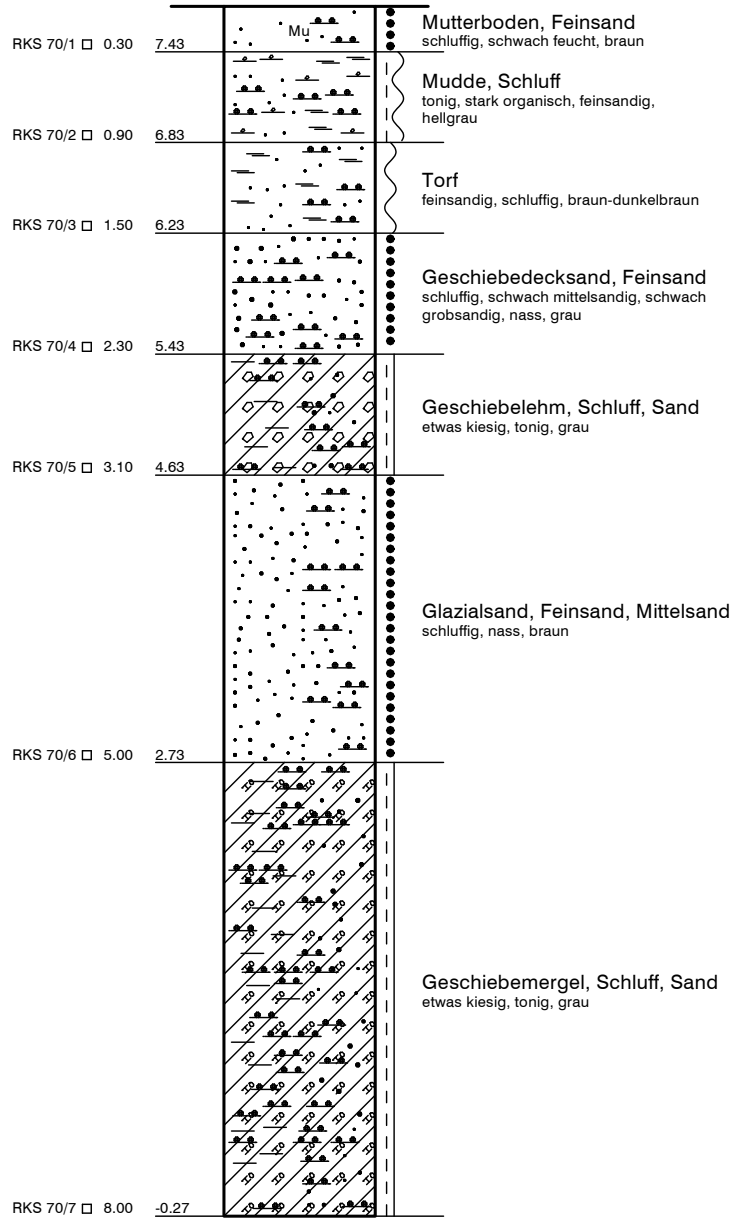
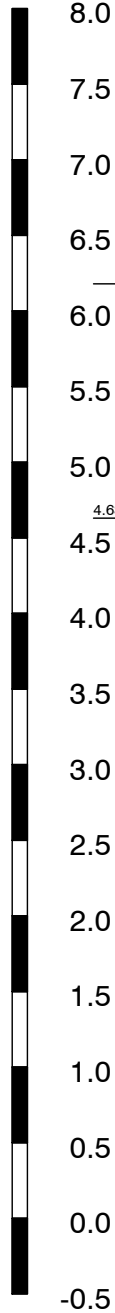
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 70

7,73 m NHN

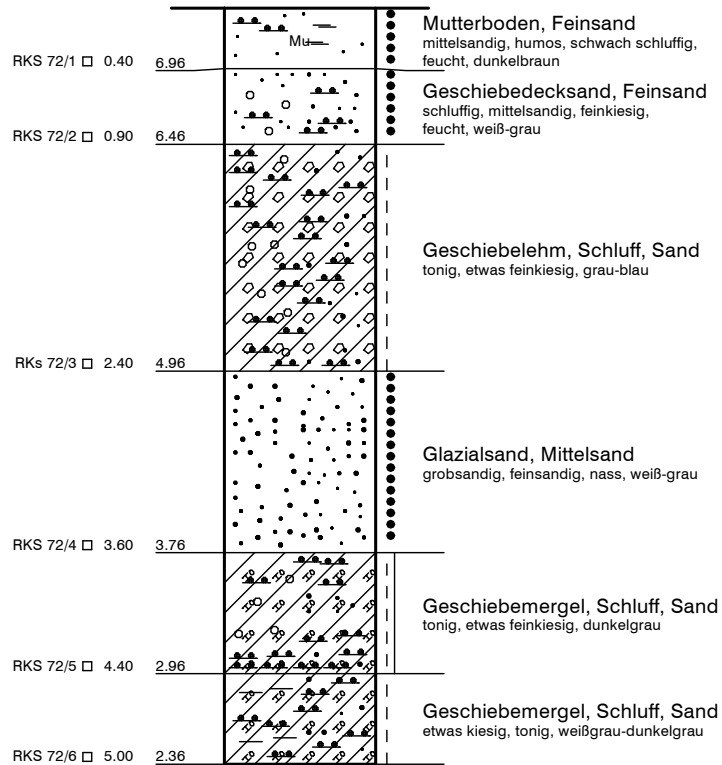
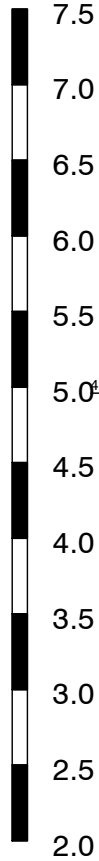
m NHN



RKS 72

7,36 m NHN

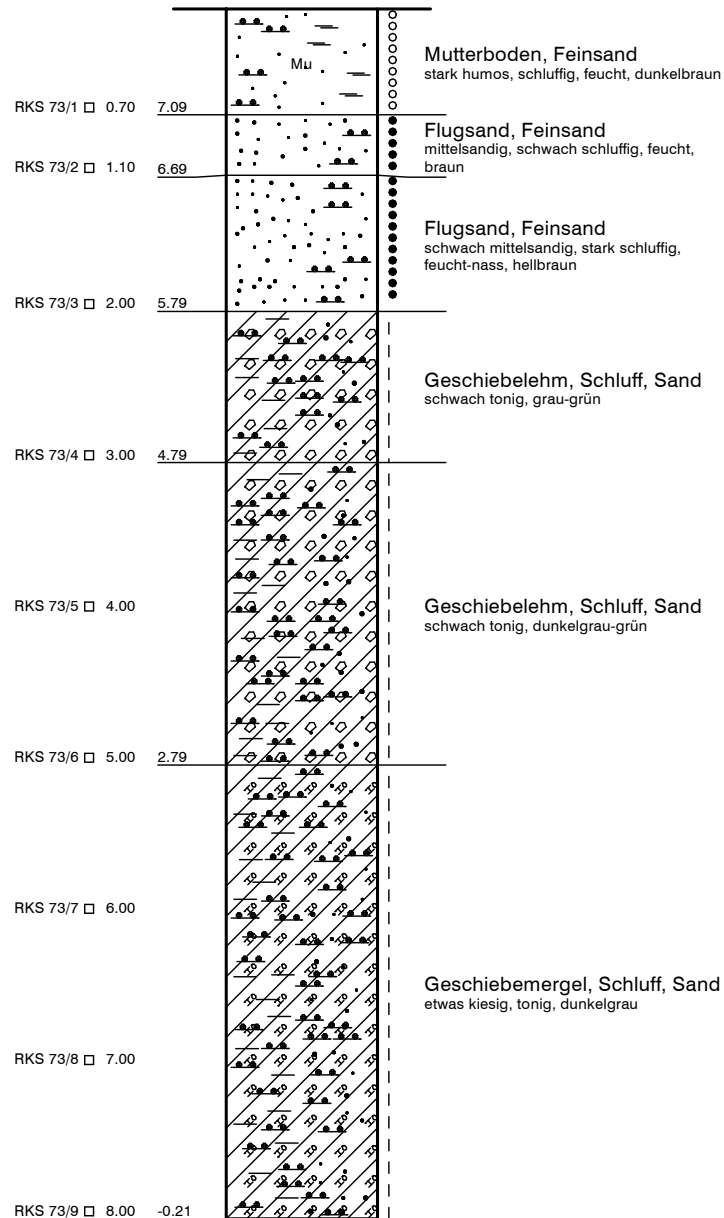
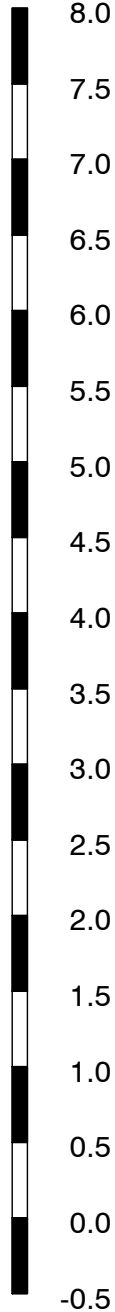
m NHN



RKS 73

7,79 m NHN

m NHN

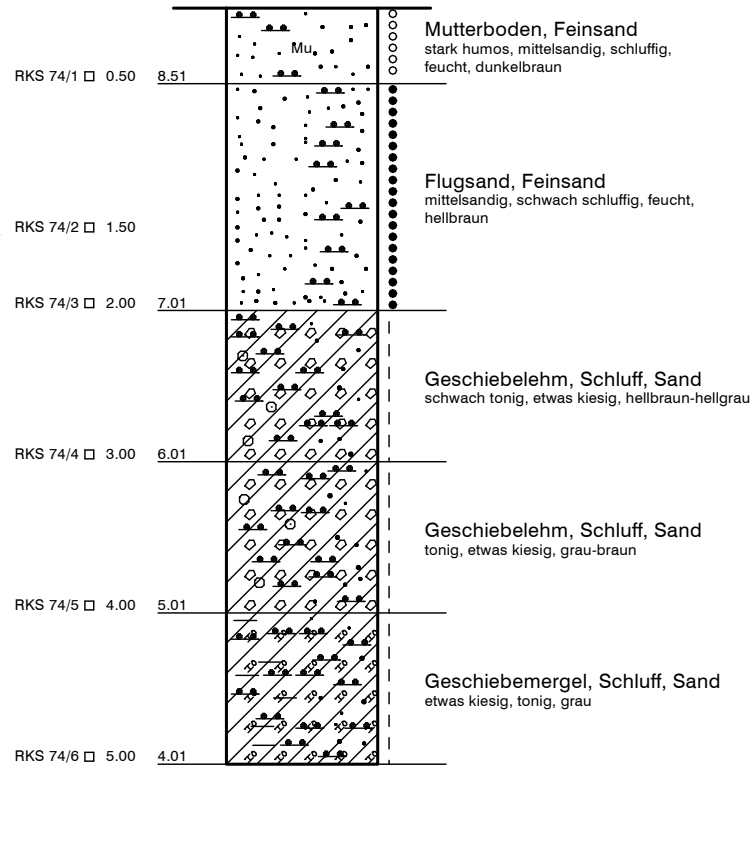


m NHN



RKS 74

9,01 m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 09.06.2022

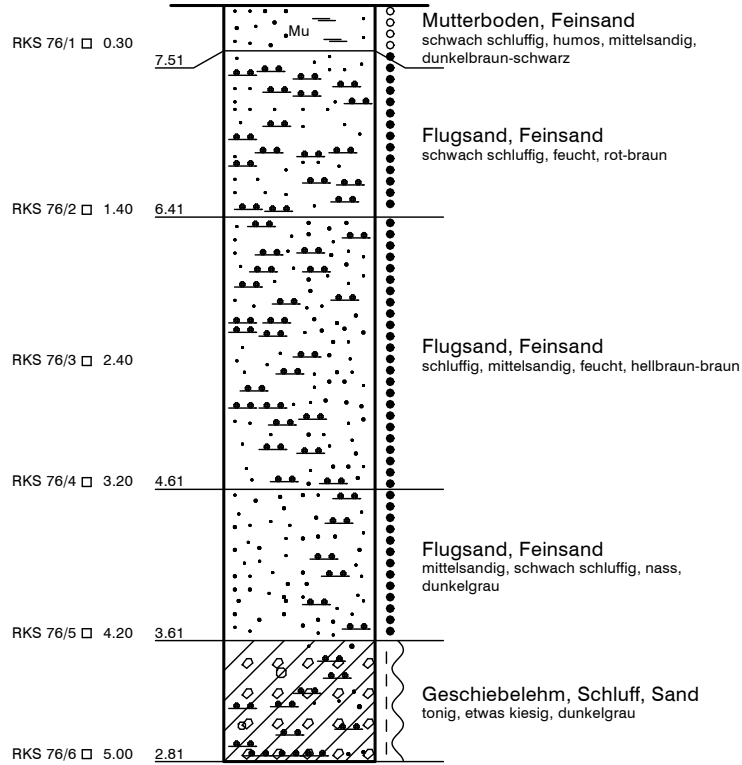
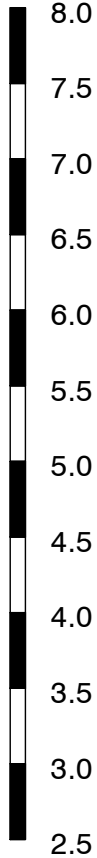
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

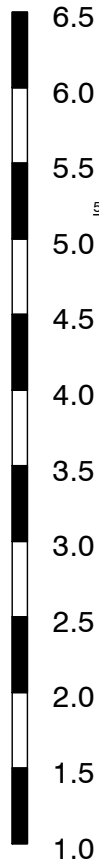
RKS 76

7,81 m NHN

m NHN

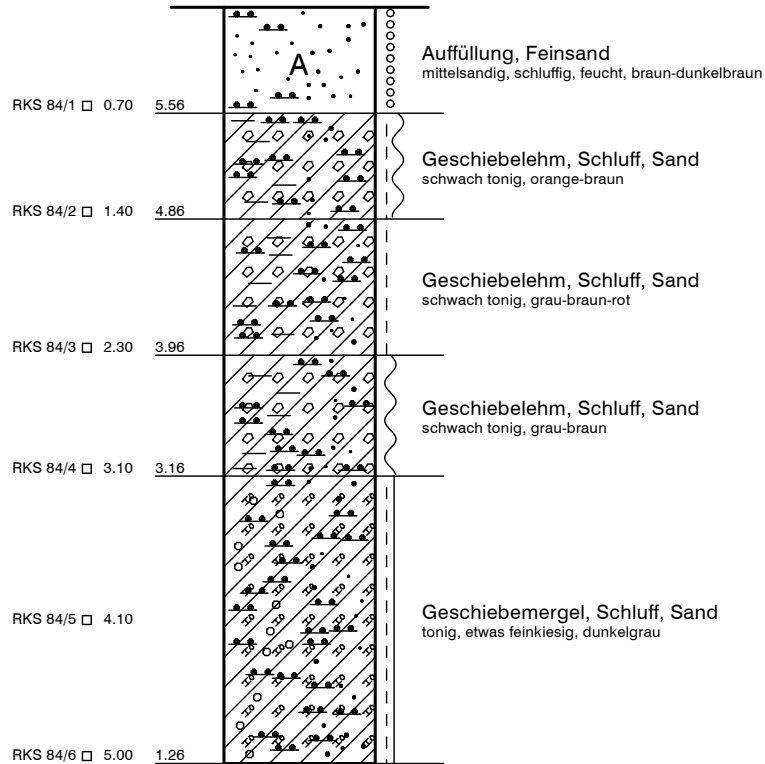


m NHN



RKS 84

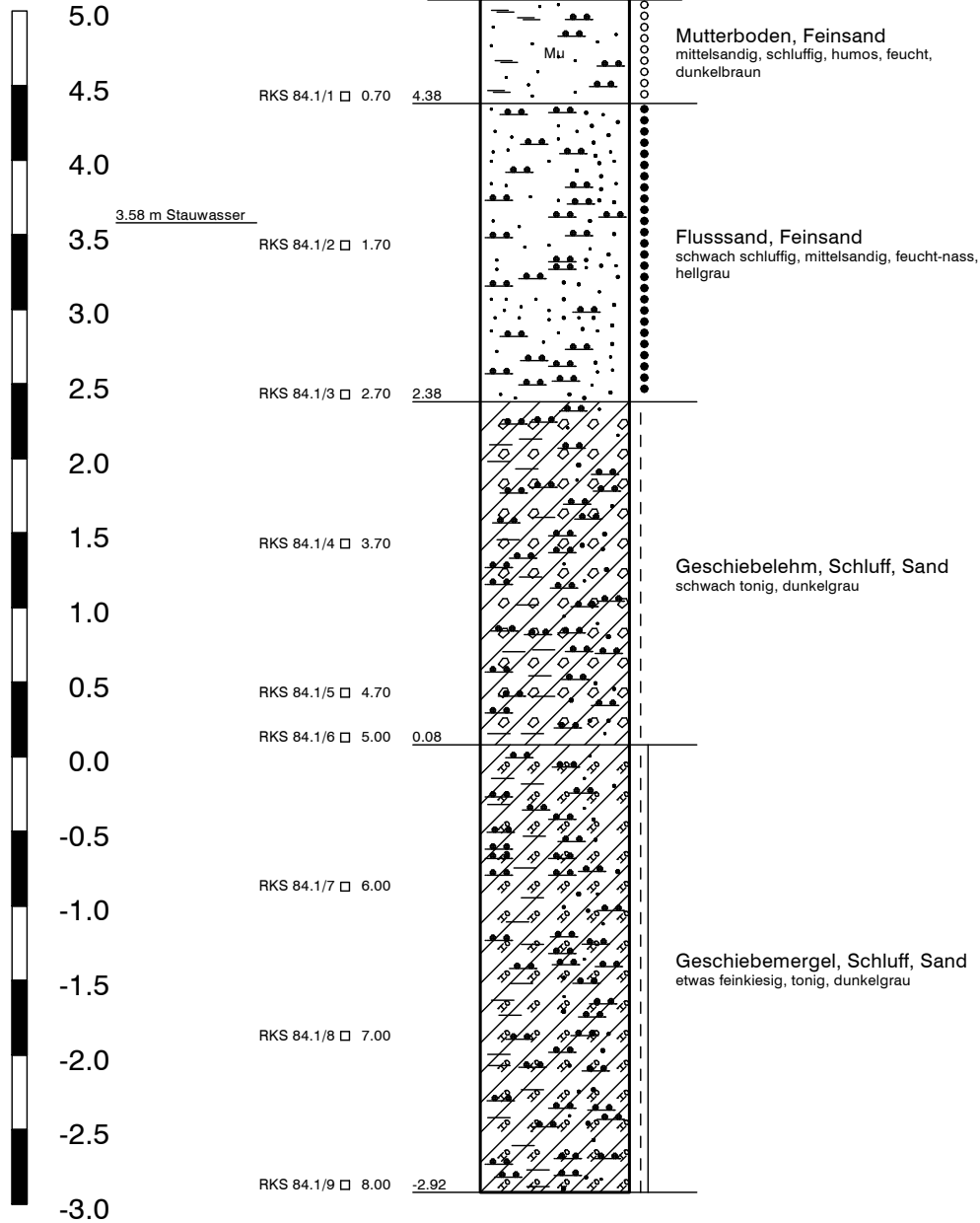
6,26 m NHN



RKS 84.1

5,08 m NHN

m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 14.06.2022

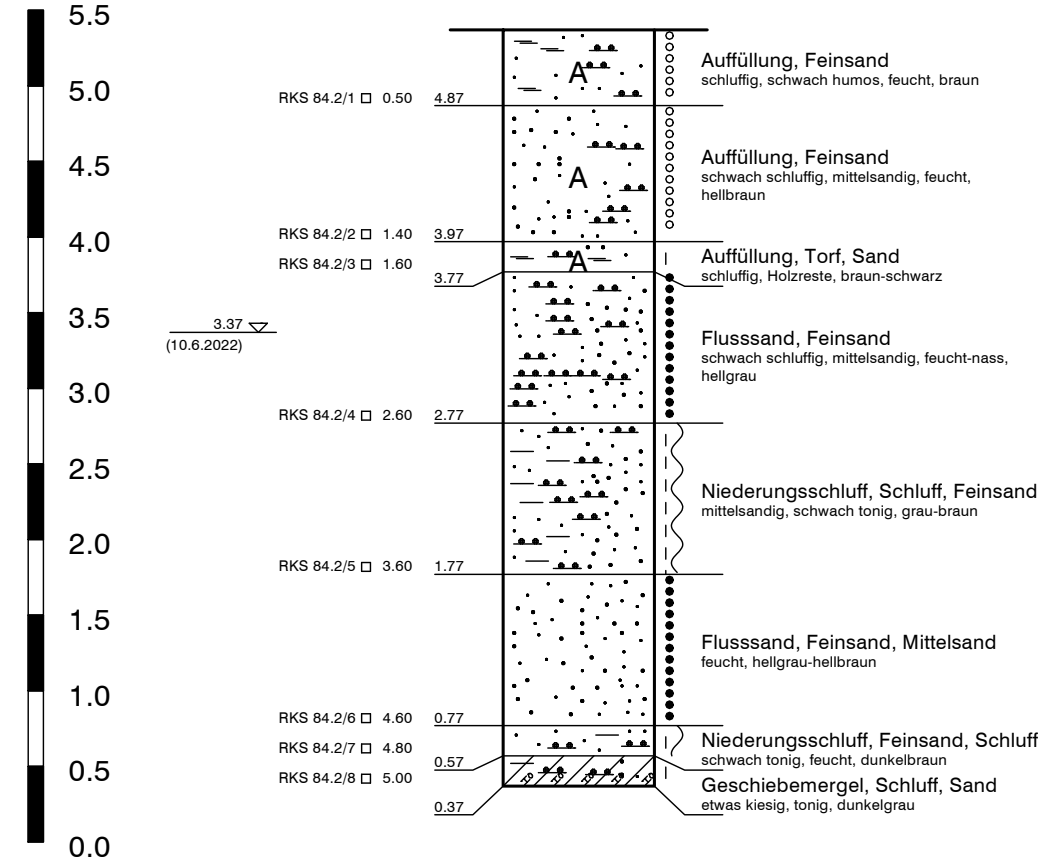
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 84.2

5,37 m NHN

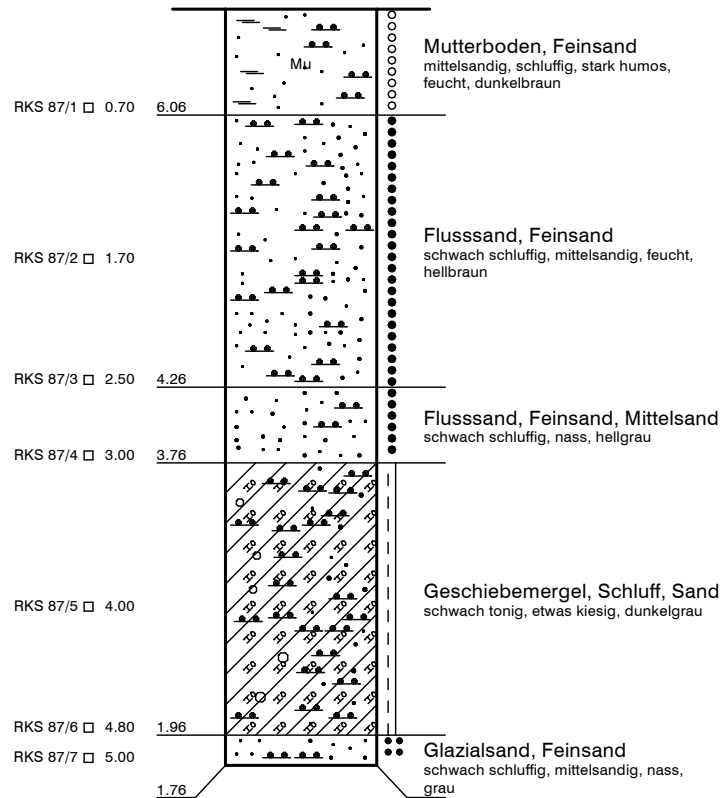
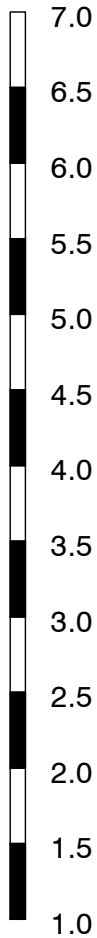
m NHN



RKS 87

6,76 m NHN

m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 15.06.2022

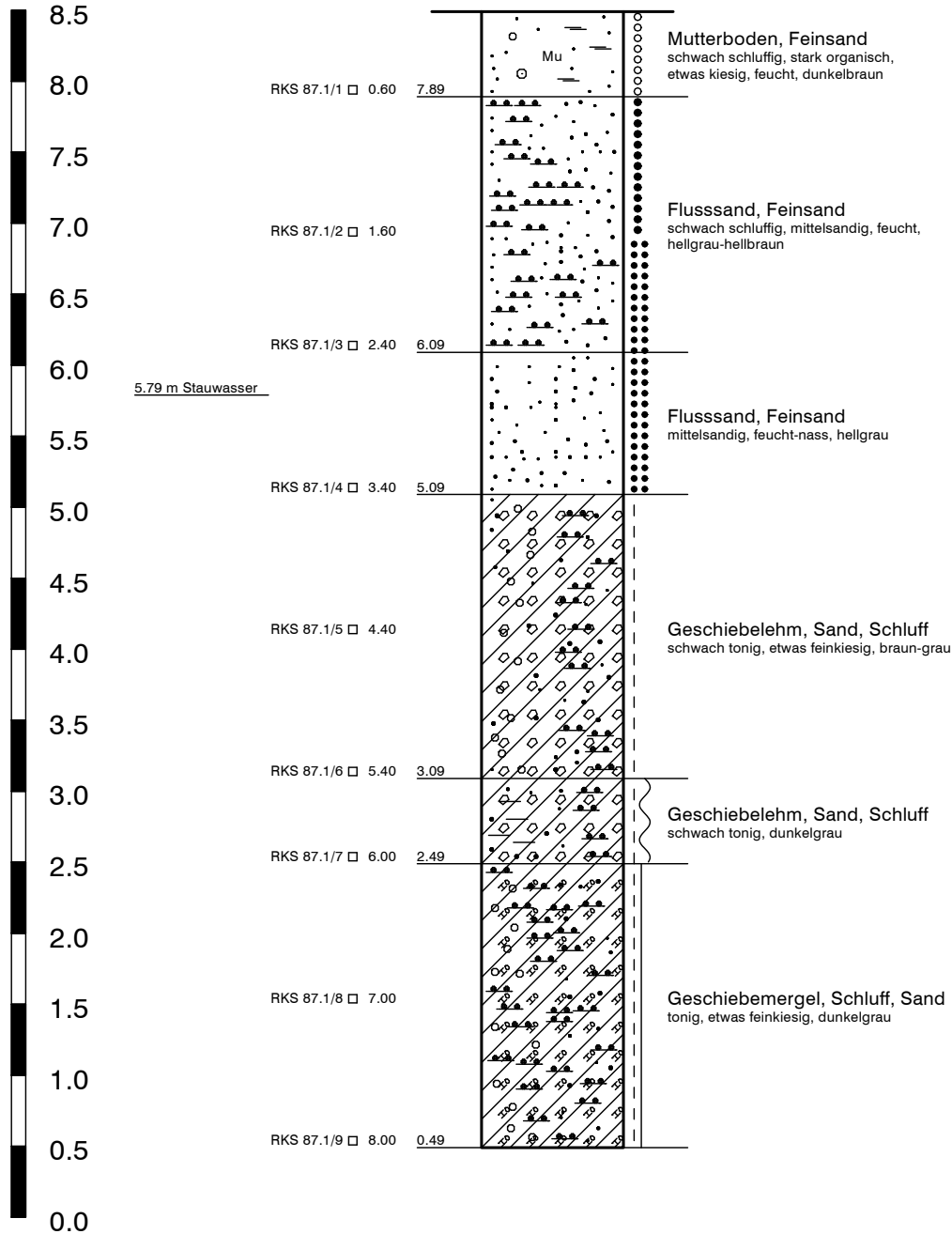
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 87.1

8,49 m NHN

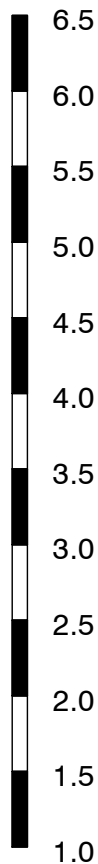
m NHN



RKS 87.2

6,39 m NHN

m NHN



5.01 m Stauwasser

RKS 87.2/1 □ 0.60 5.79

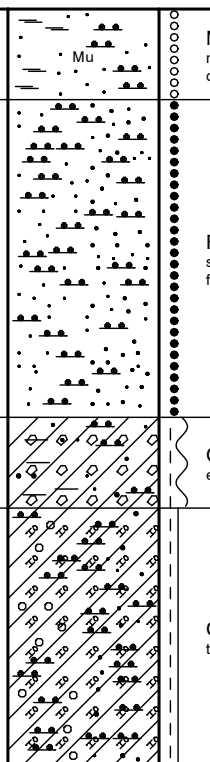
RKS 87.2/2 □ 1.60

RKS 87.2/3 □ 2.70 3.69

RKS 87.2/4 □ 3.30 3.09

RKS 87.2/5 □ 4.30

RKS 87.2/6 □ 5.00 1.39



Mutterboden, Feinsand
mittelsandig, schluffig, humos, feucht,
dunkelbraun

Flusssand, Feinsand
schwach schluffig, stark mittelsandig,
feucht-nass, hellbraun-braun

Geschiebelehm, Sand, Schluff
etwas kiesig, schwach tonig, grau

Geschiebemergel, Schluff, Sand
tonig, etwas feinkiesig, dunkelgrau



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 15.06.2022

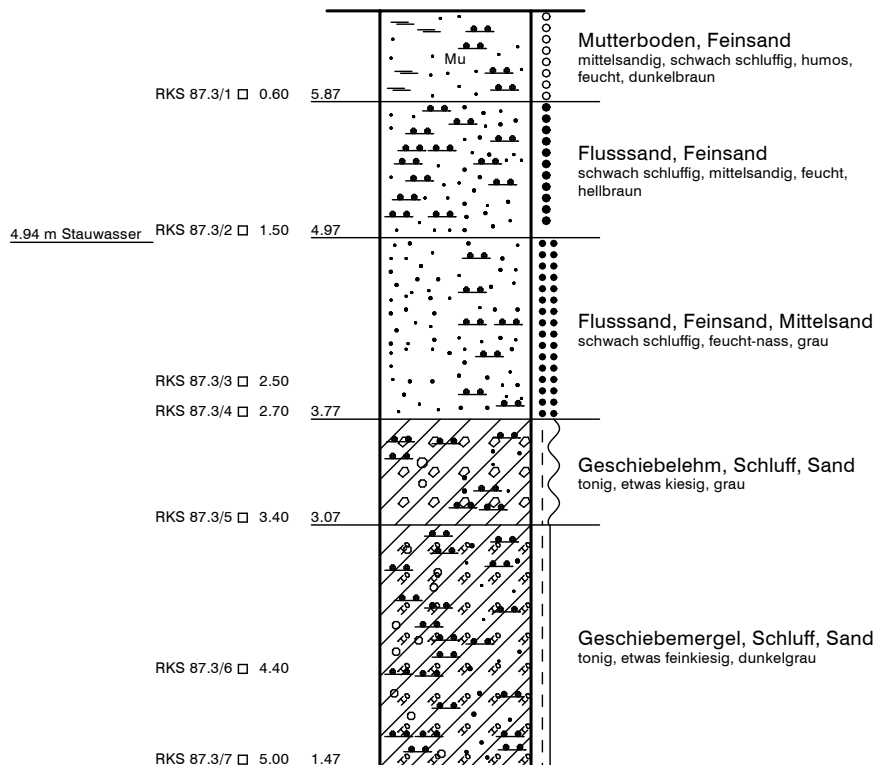
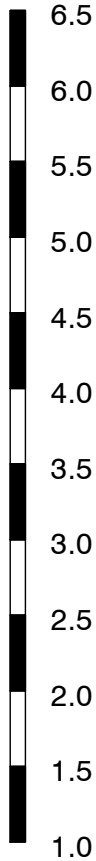
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 87.3

6,47 m NHN

m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 15.06.2022

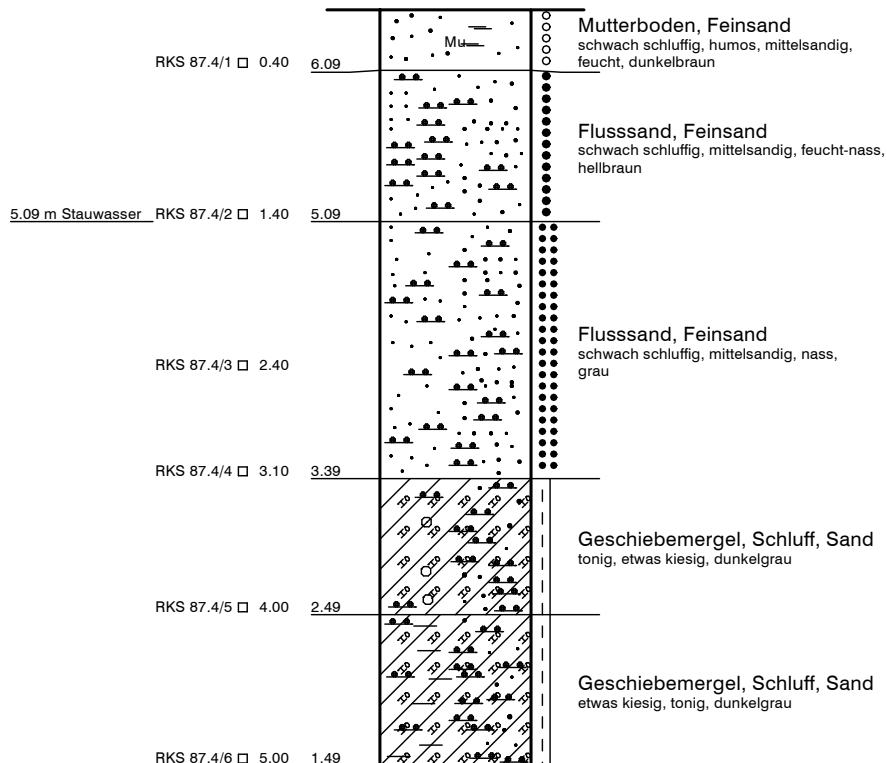
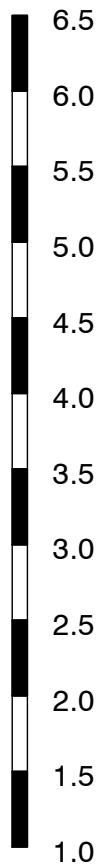
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 87.4

6,49 m NHN

m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 15.06.2022

Maßstab: 1: 50

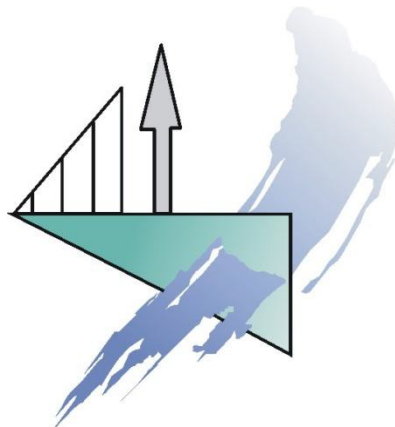
Bearbeiter: Herr Rapp

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.2

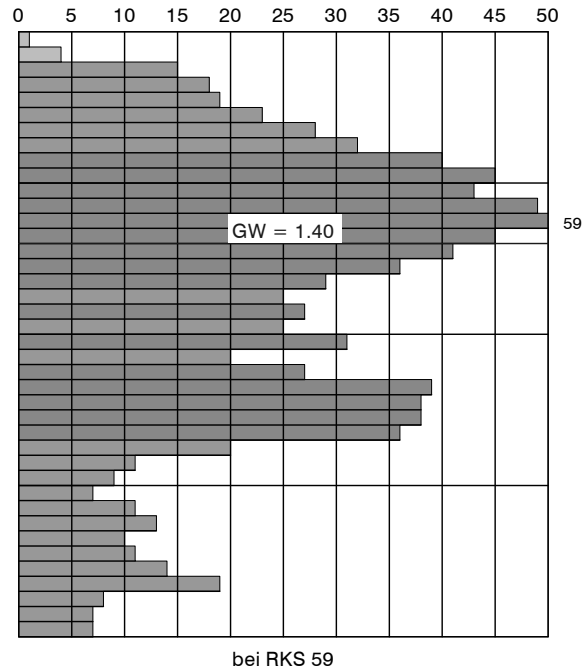
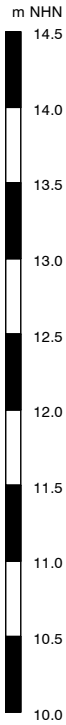
Rammdiagramme der leichten und schweren Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2



DPL 59

14,42 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	4
0.30	15
0.40	18
0.50	19
0.60	23
0.70	28
0.80	32
0.90	40
1.00	45
1.10	43
1.20	49
1.30	59
1.40	45
1.50	41
1.60	36
1.70	29
1.80	25
1.90	27
2.00	25
2.10	31
2.20	20
2.30	27
2.40	39
2.50	38
2.60	38
2.70	36
2.80	20
2.90	11
3.00	9
3.10	7
3.20	11
3.30	13
3.40	10
3.50	11
3.60	14
3.70	19
3.80	8
3.90	7
4.00	7

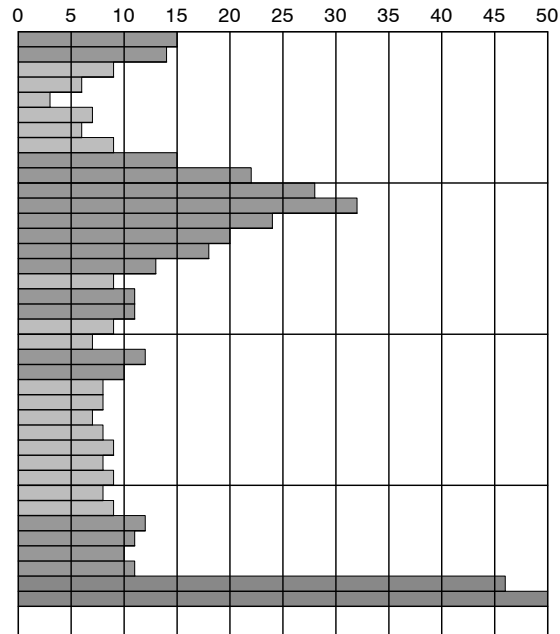
DPL 62

11,77 m NHN

m NHN



Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	15
0.20	14
0.30	9
0.40	6
0.50	3
0.60	7
0.70	6
0.80	9
0.90	15
1.00	22
1.10	28
1.20	32
1.30	24
1.40	20
1.50	18
1.60	13
1.70	9
1.80	11
1.90	11
2.00	9
2.10	7
2.20	12
2.30	10
2.40	8
2.50	8
2.60	7
2.70	8
2.80	9
2.90	8
3.00	9
3.10	8
3.20	9
3.30	12
3.40	11
3.50	10
3.60	11
3.70	46
3.80	85

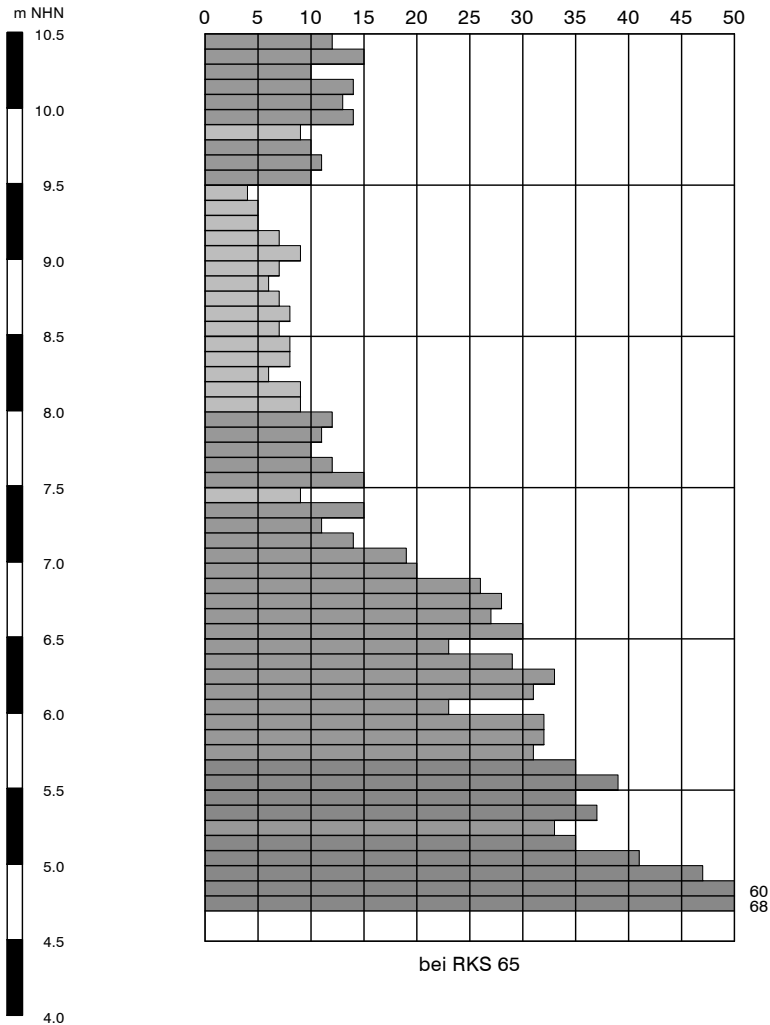
bei RKS 62

85

DPL 65

10,49 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

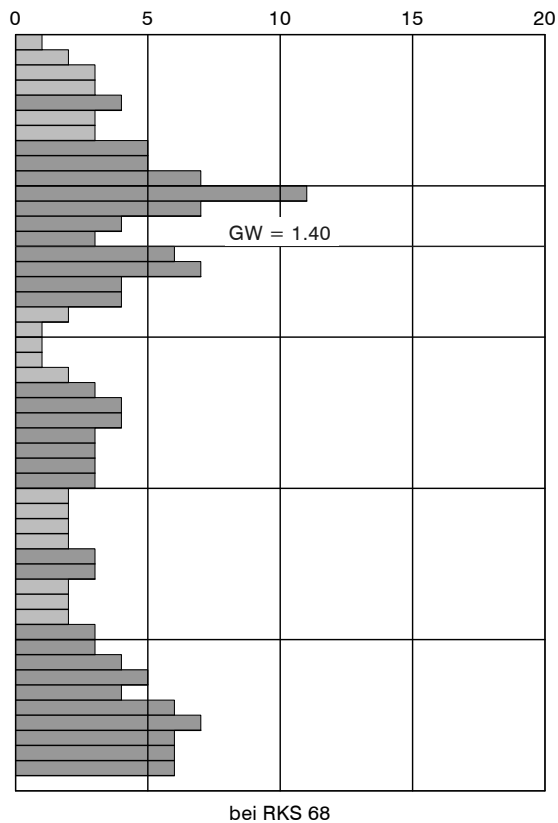
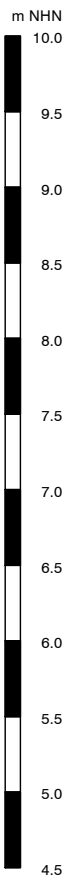


Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	12	5.10	35
0.20	15	5.20	37
0.30	10	5.30	33
0.40	14	5.40	35
0.50	13	5.50	41
0.60	14	5.60	47
0.70	9	5.70	60
0.80	10	5.80	68
0.90	11		
1.00	10		
1.10	4		
1.20	5		
1.30	5		
1.40	7		
1.50	9		
1.60	7		
1.70	6		
1.80	7		
1.90	8		
2.00	7		
2.10	8		
2.20	8		
2.30	6		
2.40	9		
2.50	9		
2.60	12		
2.70	11		
2.80	10		
2.90	12		
3.00	15		
3.10	9		
3.20	15		
3.30	11		
3.40	14		
3.50	19		
3.60	20		
3.70	26		
3.80	28		
3.90	27		
4.00	30		
4.10	23		
4.20	29		
4.30	33		
4.40	31		
4.50	23		
4.60	32		
4.70	32		
4.80	31		
4.90	35		
5.00	39		

DPH 68

9,85 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

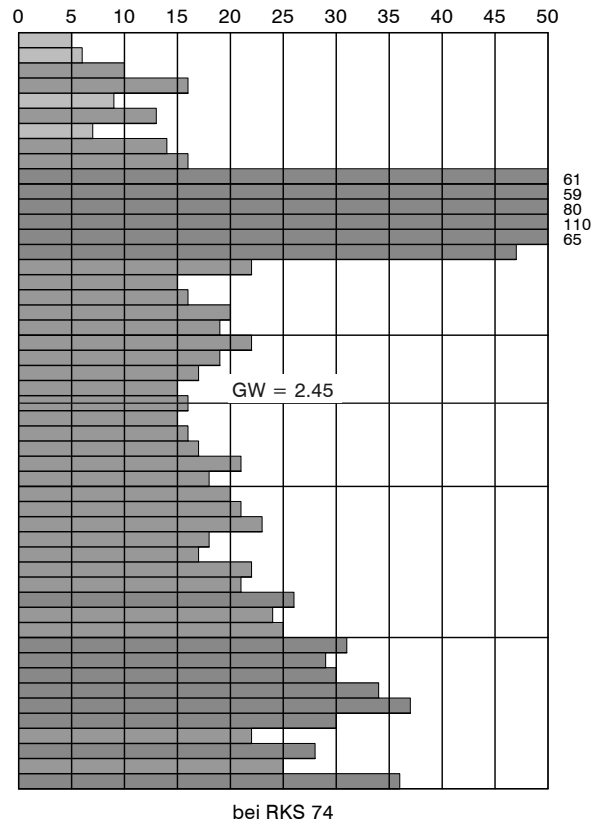
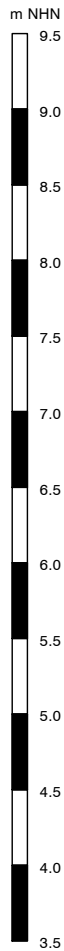


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	2
0.30	3
0.40	3
0.50	4
0.60	3
0.70	3
0.80	5
0.90	5
1.00	7
1.10	11
1.20	7
1.30	4
1.40	3
1.50	6
1.60	7
1.70	4
1.80	4
1.90	2
2.00	1
2.10	1
2.20	1
2.30	2
2.40	3
2.50	4
2.60	4
2.70	3
2.80	3
2.90	3
3.00	3
3.10	2
3.20	2
3.30	2
3.40	2
3.50	3
3.60	3
3.70	2
3.80	2
3.90	2
4.00	3
4.10	3
4.20	4
4.30	5
4.40	4
4.50	6
4.60	7
4.70	6
4.80	6
4.90	6

DPL 74

9,01 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

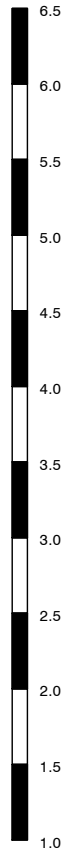


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	5
0.20	6
0.30	10
0.40	16
0.50	9
0.60	13
0.70	7
0.80	14
0.90	16
1.00	61
1.10	59
1.20	80
1.30	110
1.40	65
1.50	47
1.60	22
1.70	15
1.80	16
1.90	20
2.00	19
2.10	22
2.20	19
2.30	17
2.40	15
2.50	16
2.60	15
2.70	16
2.80	17
2.90	21
3.00	18
3.10	20
3.20	21
3.30	23
3.40	18
3.50	17
3.60	22
3.70	21
3.80	26
3.90	24
4.00	25
4.10	31
4.20	29
4.30	30
4.40	34
4.50	37
4.60	30
4.70	22
4.80	28
4.90	25
5.00	36

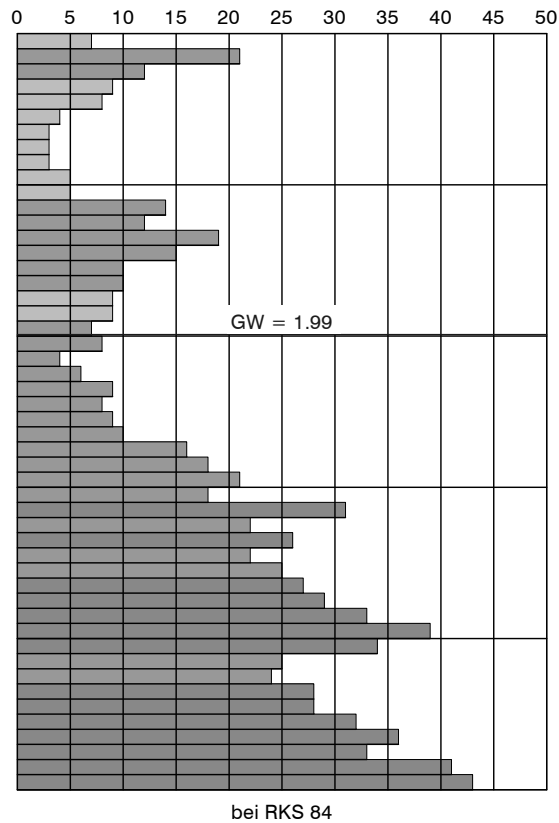
DPL 84

6,26 m NHN

m NHN



Schlagzahlen je 10 cm

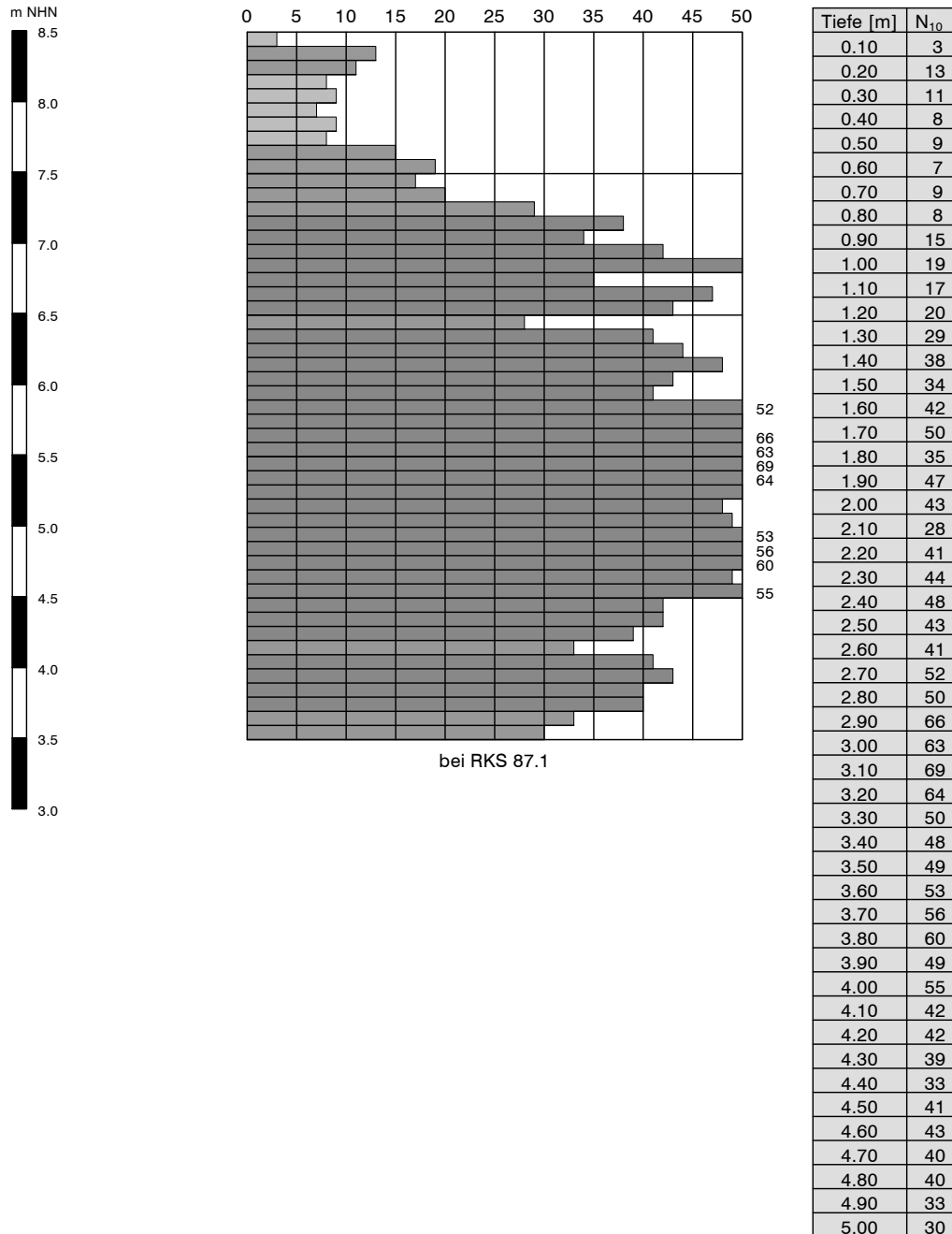


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	7
0.20	21
0.30	12
0.40	9
0.50	8
0.60	4
0.70	3
0.80	3
0.90	3
1.00	5
1.10	5
1.20	14
1.30	12
1.40	19
1.50	15
1.60	10
1.70	10
1.80	9
1.90	9
2.00	7
2.10	8
2.20	4
2.30	6
2.40	9
2.50	8
2.60	9
2.70	10
2.80	16
2.90	18
3.00	21
3.10	18
3.20	31
3.30	22
3.40	26
3.50	22
3.60	25
3.70	27
3.80	29
3.90	33
4.00	39
4.10	34
4.20	25
4.30	24
4.40	28
4.50	28
4.60	32
4.70	36
4.80	33
4.90	41
5.00	43

DPL 87.1

8,49 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

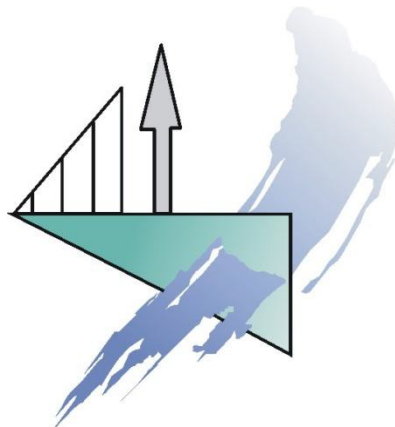


Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.3

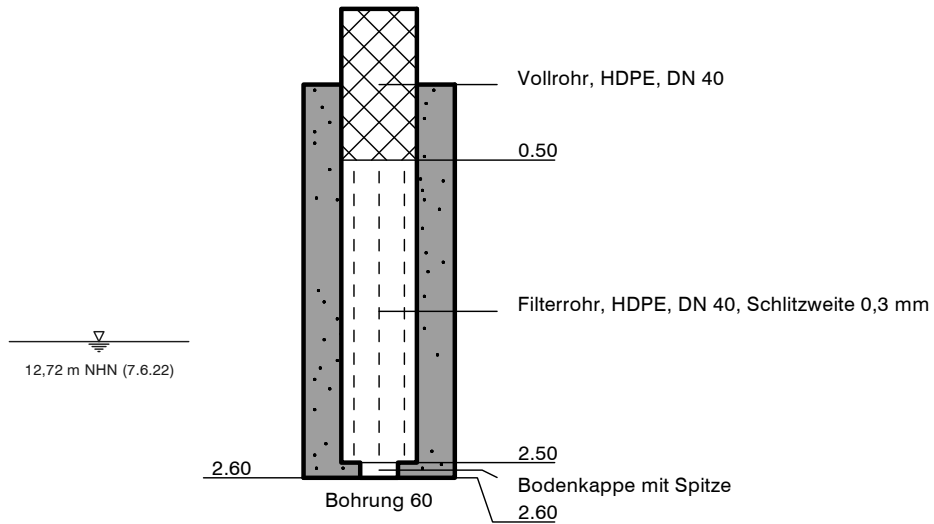
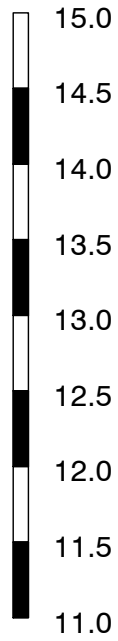
Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstellen



RP 59

14,92 m NHN (POK)
14,42 m NHN (GOK)

m NHN

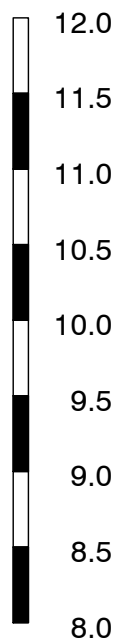


RP 62

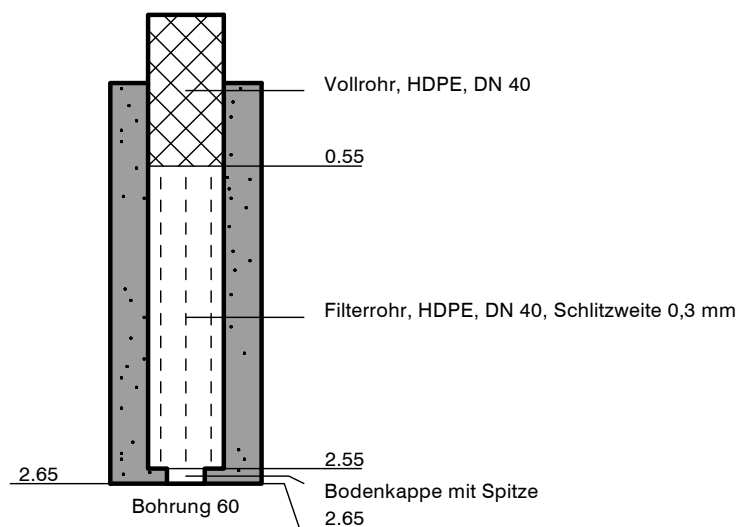
11,92 m NHN (POK)

11,47 m NHN (GOK)

m NHN



10,07 m NHN (8.6.22)

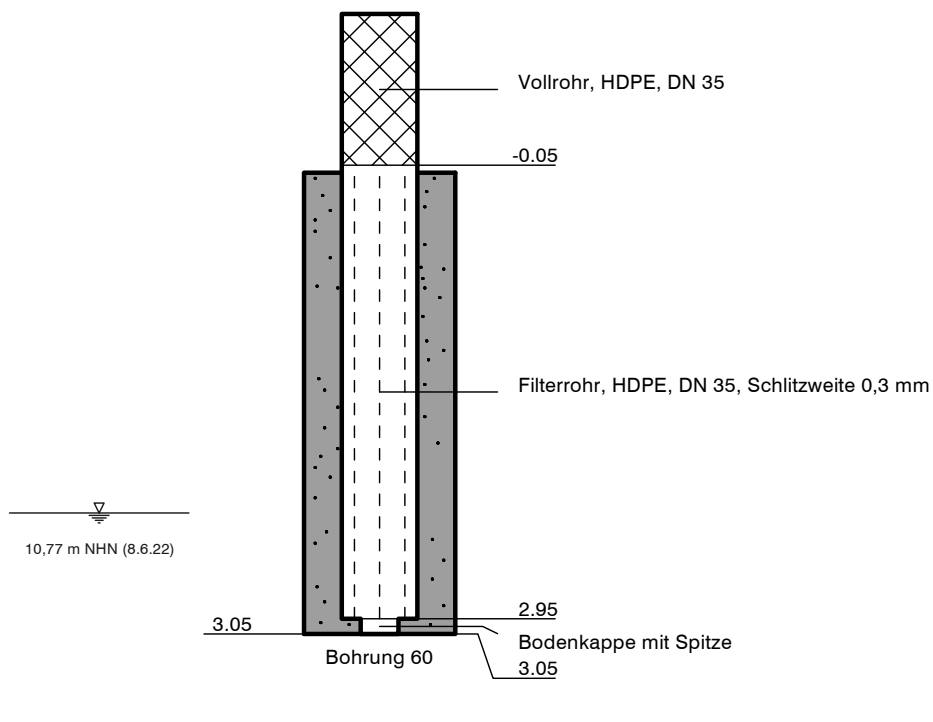
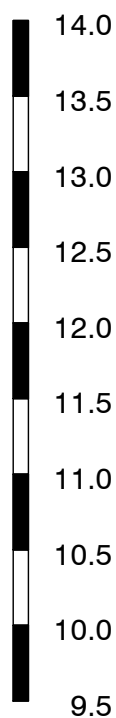


RP 63

13,02 m NHN (POK)

13,02 m NHN (GOK)

m NHN

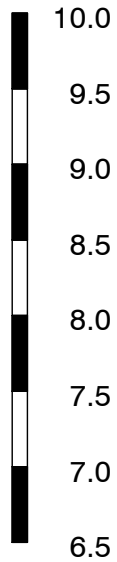


RP 68

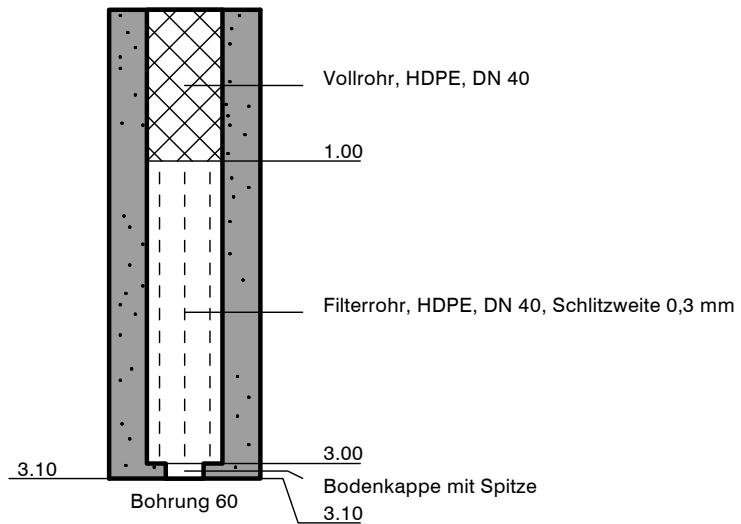
9,85 m NHN (POK)

9,85 m NHN (GOK)

m NHN



8,45 m NHN (20.6.22)

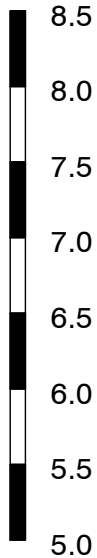


RP 70

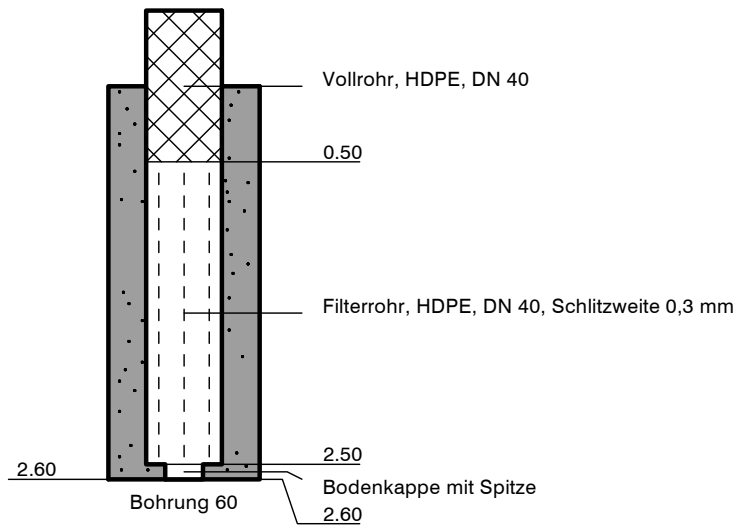
8,23 m NHN (POK)

7,73 m NHN (GOK)

m NHN



6,18 m NHN (20.6.22)



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung des
Messstellenausbaus

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 20.06.2022

Maßstab: 1:50

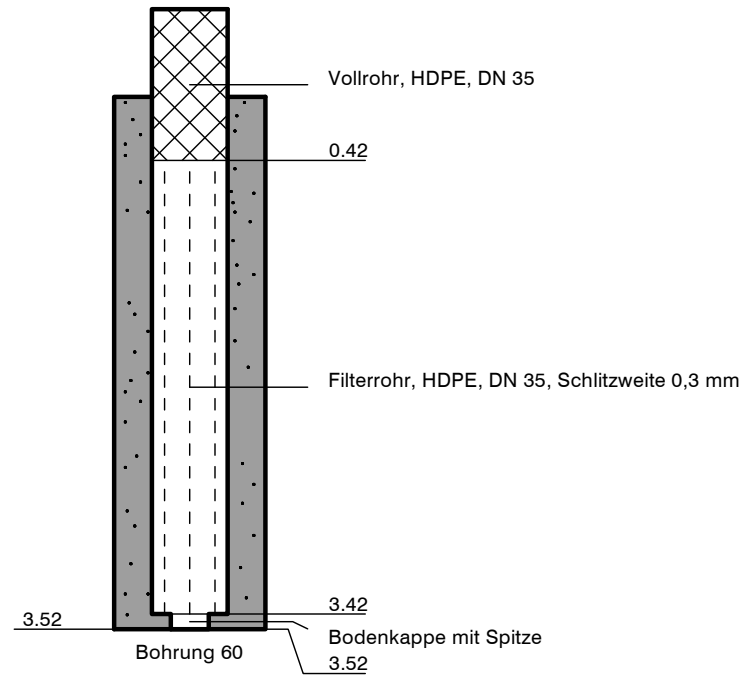
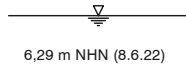
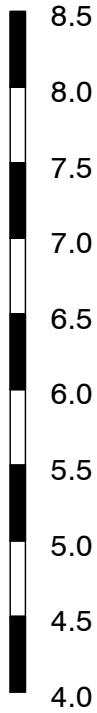
Bearbeiter: Herr Rapp

RP 73

8,37 m NHN (POK)

7,79 m NHN (GOK)

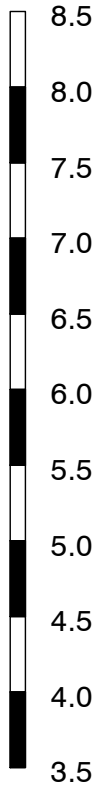
m NHN



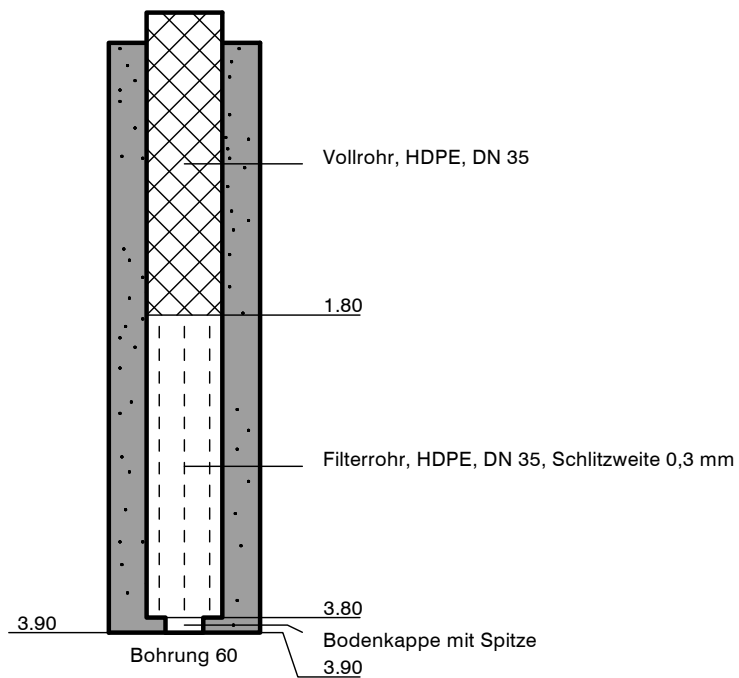
RP 76

8,01 m NHN (POK)
7,81 m NHN (GOK)

m NHN



5,01 m NHN (9.6.22)

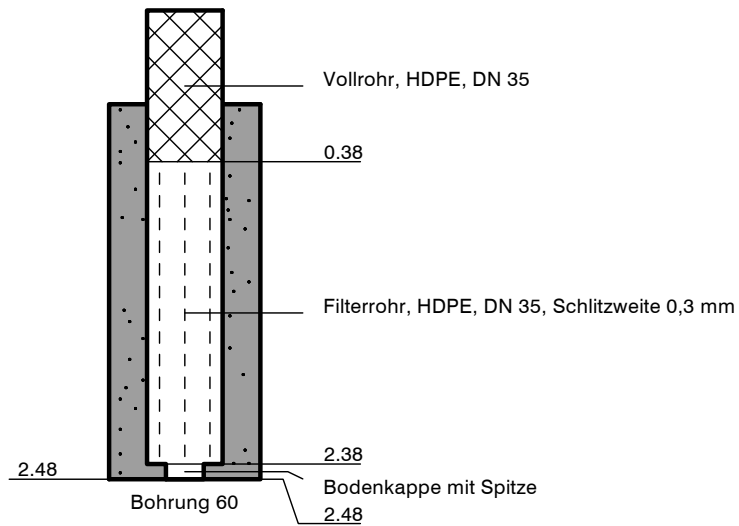
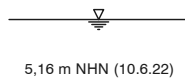
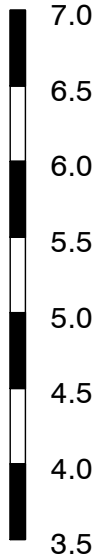


RP 84

6,88 m NHN (POK)

6,26 m NHN (GOK)

m NHN

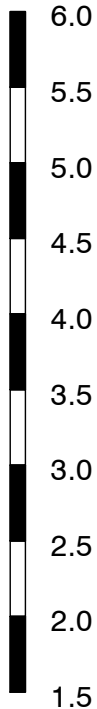


RP 84.1

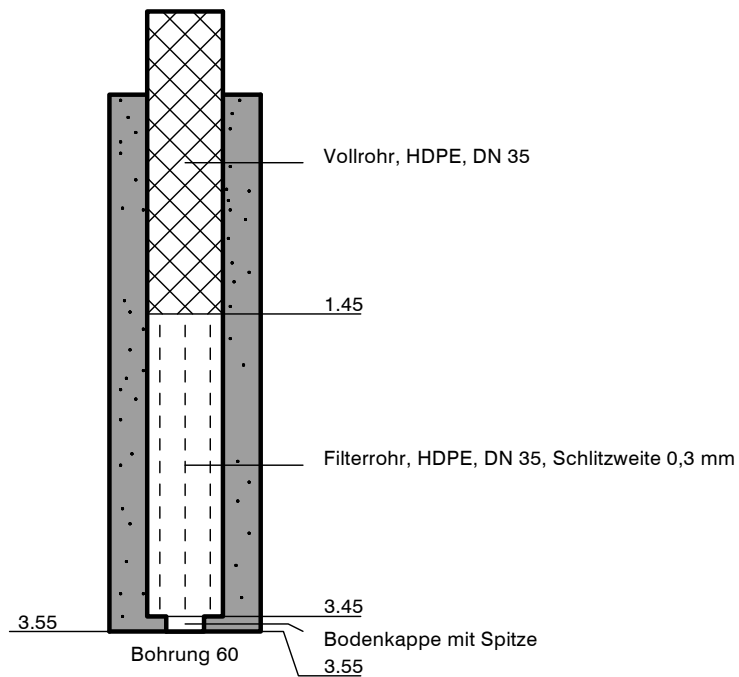
5,63 m NHN (POK)

5,08 m NHN (GOK)

m NHN



3,58 m NHN (10.6.22)

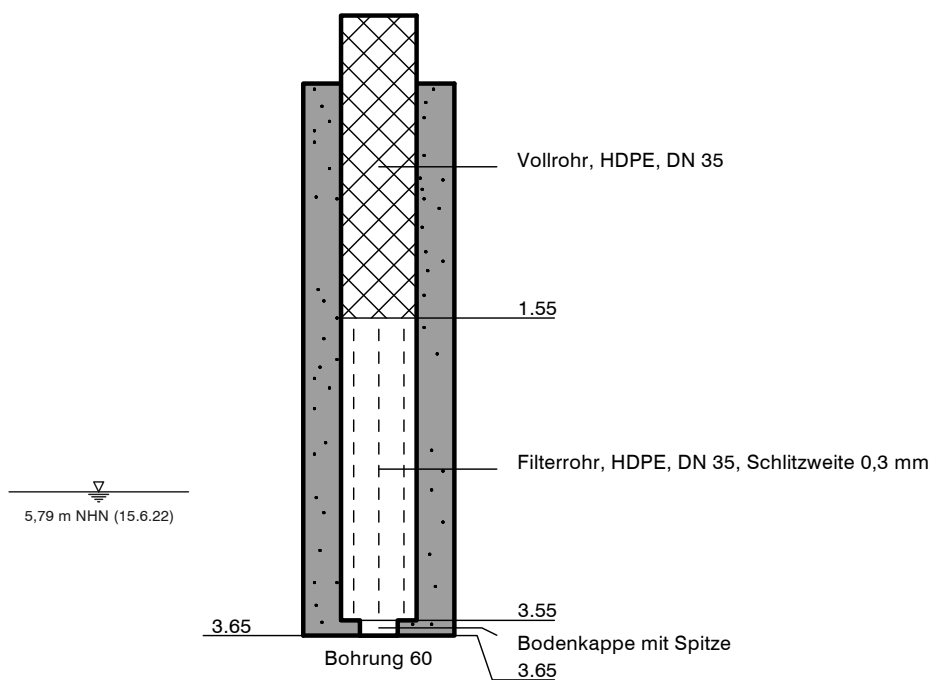
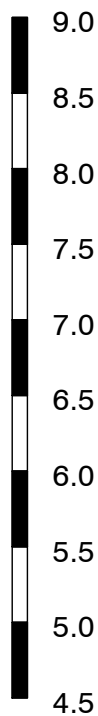


RP 87.1

8,94 m NHN (POK)

8,49 m NHN (GOK)

m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung des
Messstellenausbaus

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 15.06.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Herr Rapp

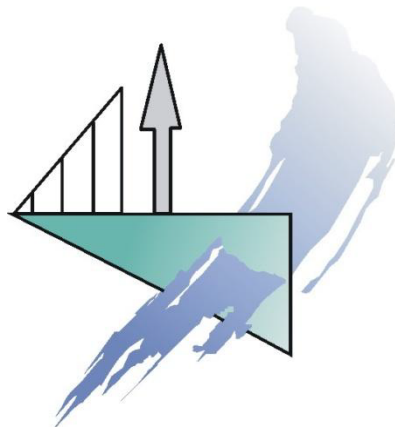
Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.4

Grundwasserprobenahmeprotokolle

ANHANG



Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 59	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 59	Rechtswert		Hochwert	
Datum	07.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	1,00	bis	3,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	2,20	vorher	2,50	nachher	
Entnahmetiefe	2,6	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	2		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	braun	Trübung	stark		
Bodensatz	viel	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	18	Wassertemperatur °C	13		
pH-Wert	5,97	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	379		
Sauerstoffgehalt mg/l	2,46	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 62	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 62	Rechtswert		Hochwert	
Datum	08.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN40				
Filterlage von	1,00	bis	3,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	1,85	vorher	3,00	nachher	
Entnahmetiefe	3	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	0,6		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	braun	Trübung	stark		
Bodensatz	viel	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	16,2	Wassertemperatur °C	13,7		
pH-Wert	5,78	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	598		
Sauerstoffgehalt mg/l	2,72	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 63	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 63	Rechtswert		Hochwert	
Datum	08.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	1,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	2,20	vorher	2,90	nachher	
Entnahmetiefe	3,5	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	3		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	braun	Trübung	stark		
Bodensatz	viel	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	17,2	Wassertemperatur °C	13,66		
pH-Wert	5,29	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	290		
Sauerstoffgehalt mg/l	0,64	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 68	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 68	Rechtswert		Hochwert	
Datum	20.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN40				
Filterlage von	1,00	bis	3,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	1,40	vorher	2,20	nachher	
Entnahmetiefe	2,5	m unter POK			
Art der Probenahme		mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.			
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	grau-braun	Trübung	stark		
Bodensatz	schlammig	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C		Wassertemperatur °C	13,8		
pH-Wert	5,26	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	601		
Sauerstoffgehalt mg/l	1,03	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	RP Geolabor und Umweltservice GmbH				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 70	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 70	Rechtswert		Hochwert	
Datum	20.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN40				
Filterlage von	1,00	bis	3,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	2,10	vorher	2,50	nachher	
Entnahmetiefe	2,5	m unter POK			
Art der Probenahme		mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.			
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	gelblich	Trübung	klar		
Bodensatz	kein	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C		Wassertemperatur °C	13,8		
pH-Wert	7,16	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	639		
Sauerstoffgehalt mg/l	0,33	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	RP Geolabor und Umweltservice GmbH				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 73	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 73	Rechtswert		Hochwert	
Datum	09.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	1,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	2,10	vorher	2,80	nachher	
Entnahmetiefe	3,5	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	2		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	grau-braun	Trübung	stark		
Bodensatz	deutlich	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	16,8	Wassertemperatur °C	14,93		
pH-Wert	6,29	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	444		
Sauerstoffgehalt mg/l	5,41	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 76	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 76	Rechtswert		Hochwert	
Datum	09.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	2,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	3,00	vorher	3,50	nachher	
Entnahmetiefe	3,7	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	3		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	hellbraun	Trübung	sehr stark		
Bodensatz	viel	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	19,78	Wassertemperatur °C	16,1		
pH-Wert	6,1	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	395		
Sauerstoffgehalt mg/l	0,35	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 84	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 84	Rechtswert		Hochwert	
Datum	10.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	1,00	bis	3,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	1,70	vorher	2,10	nachher	
Entnahmetiefe	2,5	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	0,6		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	braun	Trübung	sehr stark		
Bodensatz	sehr viel	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	19,17	Wassertemperatur °C	17,11		
pH-Wert	5,64	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	503		
Sauerstoffgehalt mg/l	4,67	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 84/1	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 84/1	Rechtswert		Hochwert	
Datum	14.06.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	2,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	2,05	vorher	2,40	nachher	
Entnahmetiefe	3,5	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	4 l		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	grau-braun	Trübung	deutlich		
Bodensatz	gering	Geruch	---		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	14,8	Wassertemperatur °C	14,32		
pH-Wert	6,6	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	2253		
Sauerstoffgehalt mg/l	2,73	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

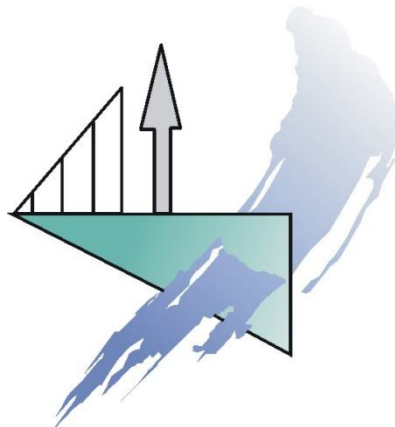
Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 87/1	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 87/1	Rechtswert		Hochwert	
Datum	16.06.22	Uhrzeit	10:30		
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	2,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	3,20	vorher	3,70	nachher	
Entnahmetiefe	3,8	m unter POK			
Art der Probenahme	SP	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	4 l		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	hellgrau	Trübung			
Bodensatz		Geruch			
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	22	Wassertemperatur °C	15,81		
pH-Wert	6,61	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	399		
Sauerstoffgehalt mg/l	3,70	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.1

Kornverteilungen

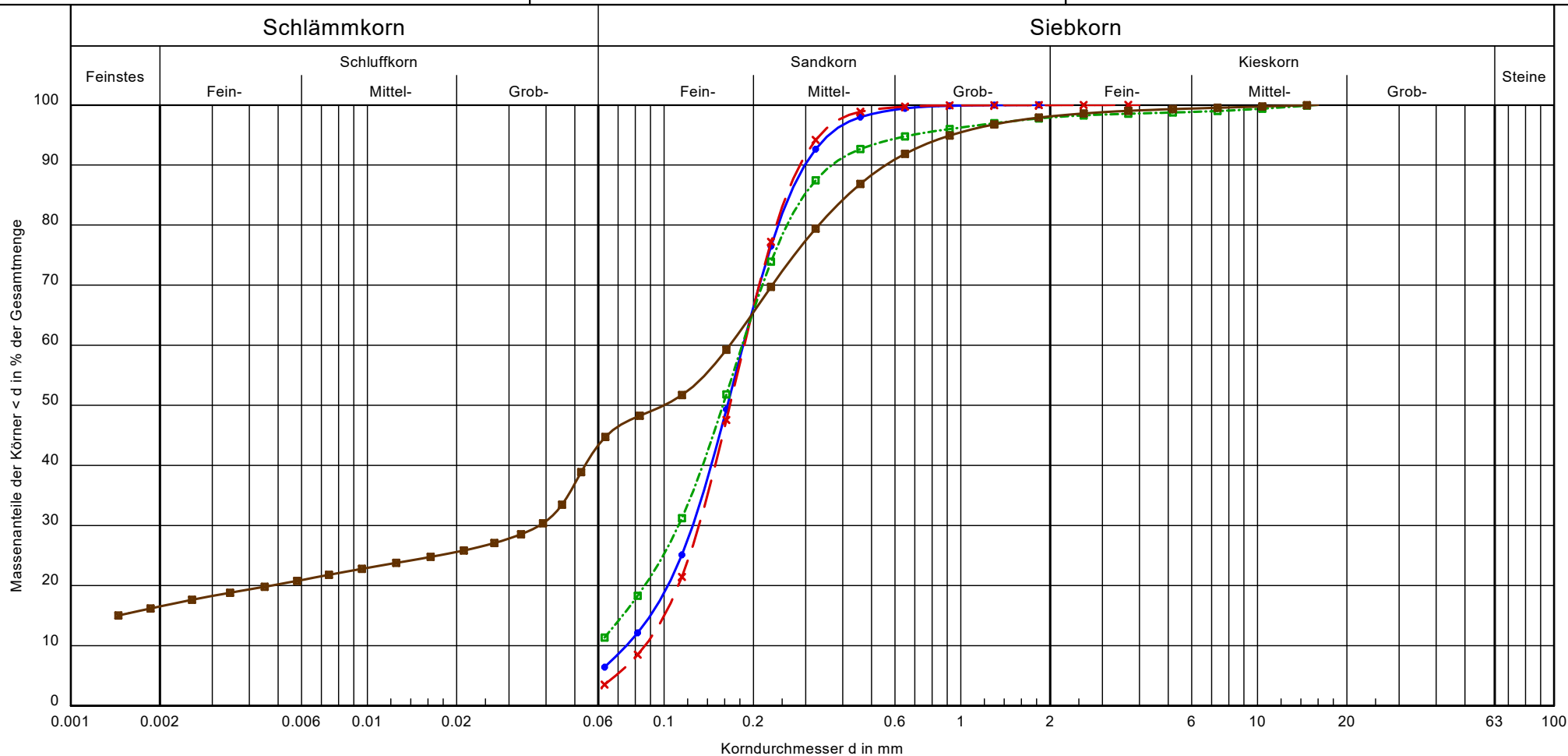


Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

3. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
Probe entnommen am: 07.-15.06.2022
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 06.-12.07.2022 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 58/3	RKS 61/5	RKS 62/3	RKS 64/3
Tiefe:	1,3-1,9m	4,0-5,0m	1,2-2,0m	1,5-2,3m
Bodenart:	fS, ms, u'	fS, ms	fS, ms, u'	S, t, u
Bodengruppe:	SU	SE	SU	
k (m/s) (Hazen):	$6,5 \times 10^{-5}$	$8,6 \times 10^{-5}$	$\sim 4,2 \times 10^{-5}$	-
U/Cc	2.5/1.1	2.2/1.1	-/-	-/-
Signatur:				
Kornkennzahl	0190	00100	0190	2350
Anteile:	- /6.4/93.6/ -	- /3.5/96.4/0.0	- /11.4/86.5/2.1	16.5/28.1/53.5/1.9

Bemerkungen:
Nassabtrennung bei RKS 62/3

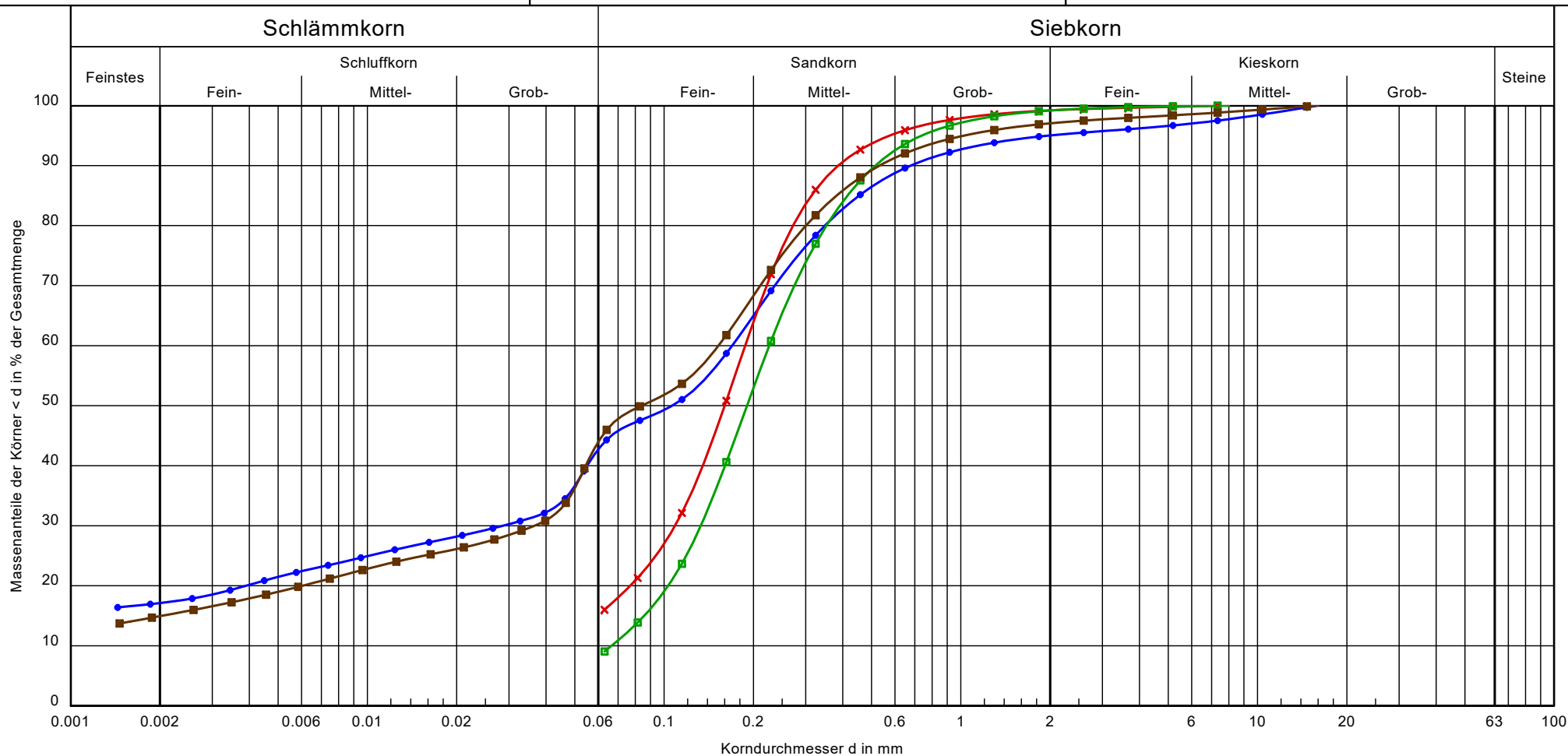
Projekt-Nr.:
06-5765
Anhang:
3

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

3. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
Probe entnommen am: 07.-15.06.2022
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 06.-12.07.2022 / Reinke



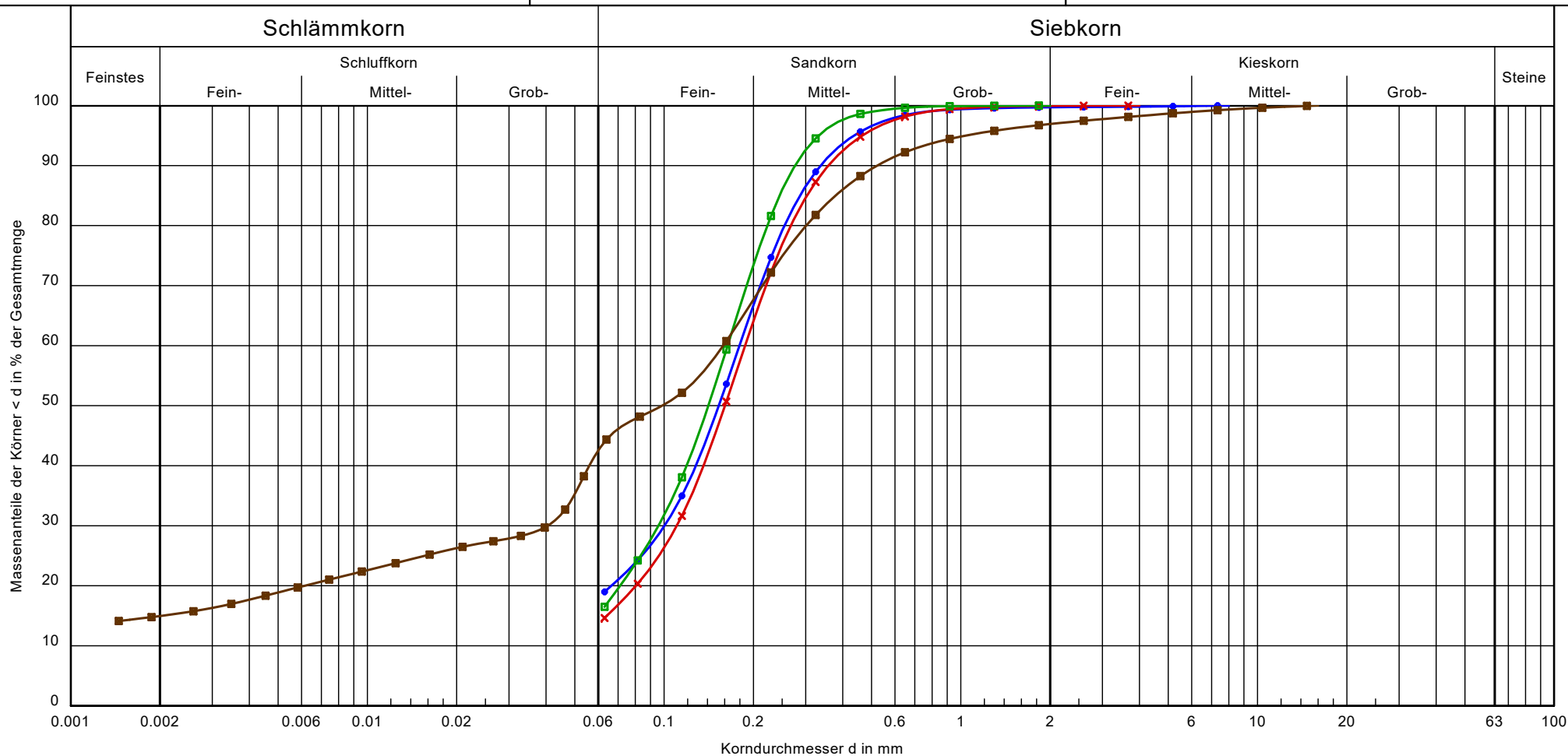
Probenbezeichnung:	RKS 65/6	RKS 68/5	RKS 70/6	RKS 72/3	Bemerkungen: Nassabtrennung bei RKS 68/5	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	4,1-5,1m	1,6-3,1m	3,1-5,0m	0,9-2,4m		
Bodenart:	S, t, u	fS, mS, u	fS, mS, u', gs'	S, u, t'		
Bodengruppe:		SU*	SU			
k (m/s) (Hazen):	-	~2,4x10 ⁻⁵	5,1x10 ⁻⁵	-		
U/Cc	-/-	-/-	3.4/1.2	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	2350	0280	0190	1350		
Anteile:	17.1/26.8/51.1/5.0	- /16.0/83.2/0.8	- /9.0/90.1/0.8	14.9/30.5/51.6/3.0		





Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

3. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
Probe entnommen am: 07.-15.06.2022
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 06.-12.07.2022 / Reinke



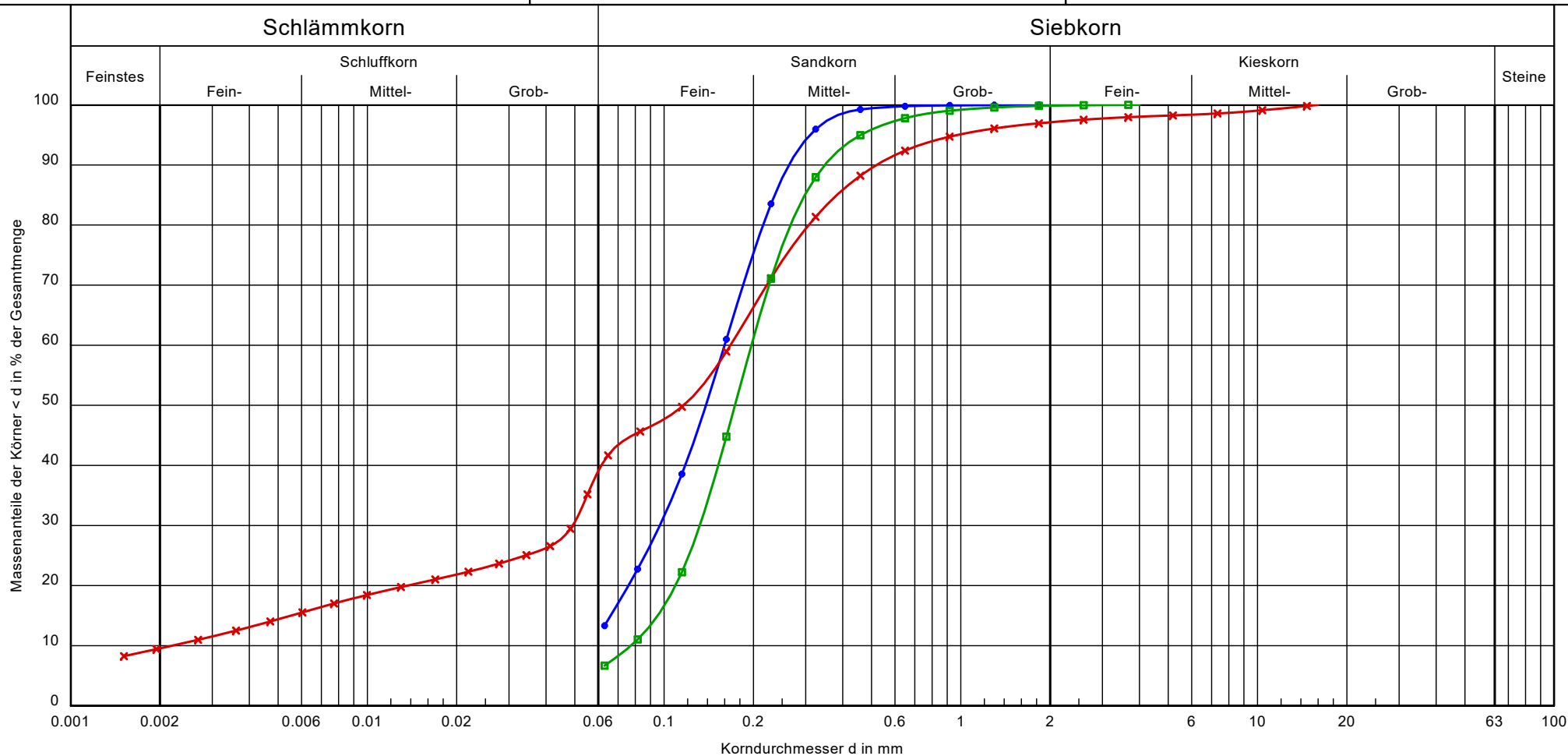
Probenbezeichnung:	RKS 73/3	RKS 74/2	RKS 76/3	RKS 84.1/7	Bemerkungen: Nassabtrennungen bei RKS 73/3, 74/2 und 76/3	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	1,1-2,0m	0,5-1,5m	1,4-2,4m	5,0-6,0m		
Bodenart:	fS, ms, u	fS, ms, u'	fS, u, ms	S, u, t'		
Bodengruppe:	SU*	SU	SU*			
k (m/s) (Hazen):	~1,4x10 ⁻⁵	~2,9x10 ⁻⁵	~2,9x10 ⁻⁵	-		
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	0280	0190	0280	1350		
Anteile:	- /19,0/80,7/0,3	- /14,6/85,3/0,0	- /16,5/83,5/ -	15,0/29,0/53,0/3,1		

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

3. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 07.-15.06.2022
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 06.-12.07.2022 / Reinke

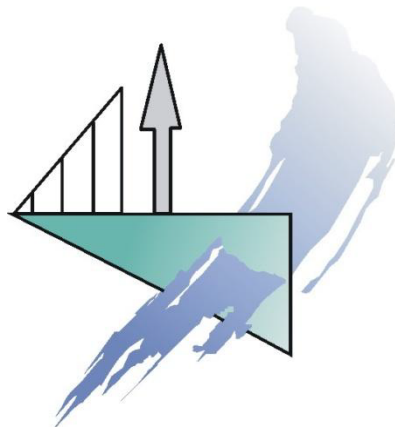


Probenbezeichnung:	RKS 84.2/4	RKS 87.1/6	RKS 87.2/3	Bemerkungen: Nassabtrennung bei RKS 84.2/4	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	1,6-2,6m	4,4-5,4m	1,6-2,7m		
Bodenart:	fS, ms, u'	S, u, t'	fS, ms, u'		
Bodengruppe:	SU		SU		
k (m/s) (Hazen):	$\sim 4,2 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-8}$	$6,9 \times 10^{-5}$		
U/Cc	-/-	76.1/6.6	2.6/1.1		
Signatur:	—●—	—x—	—■—		
Kornkennzahl	0190	1360	0190		
Anteile:	- /13.3/86.7/ -	9.6/31.3/56.3/2.9	- /6.7/93.2/0.1		

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.2 Wassergehalte



Bestimmung des **Wassergehaltes**
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765
Datum: 06.07.-12.07.2022
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 07.06.-15.06.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 61/2 1,1-2,1m		RKS 63/2 1,0-1,5m	
Behälter Nr.	17	0	6	14
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	50,196	46,591	44,571	50,704
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	45,229	41,127	38,789	44,644
Behälter m_B [g]	26,590	19,607	20,022	25,933
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	4,967	5,464	5,782	6,060
Trockene Probe m_d [g]	18,639	21,520	18,767	18,711
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	26,648	25,390	30,809	32,387
	26,019		31,598	

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Art der Entnahme: gestört

Datum: 06.07.-12.07.2022

Entnahme am: 07.06.-15.06.2022

Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 63/3 1,5-1,9m		RKS 64/3 1,5-2,3m	
Behälter Nr.	14	17	49	19
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	50,325	51,095	21,721	21,409
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	46,407	47,148	19,469	19,174
Behälter m_B [g]	25,927	26,591	1,189	1,185
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	3,918	3,947	2,252	2,235
Trockene Probe m_d [g]	20,480	20,557	18,280	17,989
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	19,131	19,200	12,319	12,424
	19,166		12,372	

Bestimmung des **Wassergehaltes**
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765
Datum: 06.07.-12.07.2022
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 07.06.-15.06.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 65/6 4,1-5,1m		RKS 72/3 0,9-2,4m	
Behälter Nr.	77	201	15	18
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	21,592	21,697	21,387	21,782
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	18,658	18,783	18,656	19,266
Behälter m_B [g]	1,206	1,192	1,176	1,198
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,934	2,914	2,731	2,516
Trockene Probe m_d [g]	17,452	17,591	17,480	18,068
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	16,812	16,565	15,624	13,925
	16,689		14,774	

Bestimmung des **Wassergehaltes**

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Art der Entnahme: gestört

Datum: 06.07.-12.07.2022

Entnahme am: 07.06.-15.06.2022

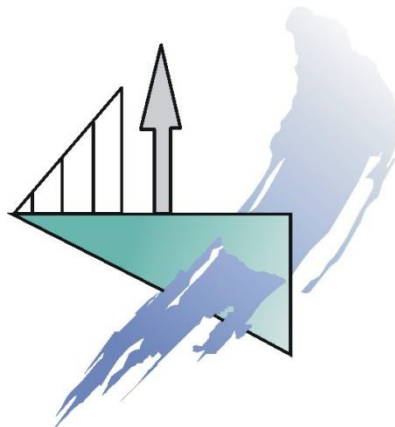
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 84.1/7 5,0-6,0m		RKS 87.1/6 4,4-5,4m	
Behälter Nr.	104	38	74	203
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	21,255	21,316	21,695	21,527
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	19,173	19,299	19,378	19,085
Behälter m_B [g]	1,181	1,185	1,194	1,181
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,082	2,017	2,317	2,442
Trockene Probe m_d [g]	17,992	18,114	18,184	17,904
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	11,572	11,135	12,742	13,639
	11,353		13,191	

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.3 Glühverluste





Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
3. Abschnitt

Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Datum: 06.07.-12.07.2022

Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 07.06.-15.06.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 61/2 1,1-2,1m		RKS 63/2 1,0-1,5m	
Behälter Nr.	17	0	6	14
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	45,229	41,127	38,789	44,644
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	42,042	36,999	33,502	38,869
Behälter m_B [g]	26,590	19,607	20,022	25,933
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	3,187	4,128	5,287	5,775
Trockene Probe m_d [g]	18,639	21,52	18,767	18,711
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	17,10	19,18	28,17	30,86
	18,14		29,52	

Bemerkungen:



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
3. Abschnitt

Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang:

3

Projekt-Nr.: 06-5765

Datum: 06.07.-12.07.2022

Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 07.06.-15.06.2022

Bezeichnung der Probe

RKS 63/3
1,5-1,9m

Behälter Nr.

14

17

Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]

46,407

47,148

Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]

45,941

46,668

Behälter m_B [g]

25,927

26,591

Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]

0,466

0,48

Trockene Probe m_d [g]

20,48

20,557

Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d \cdot 100$ [%]

2,28

2,33

2,31

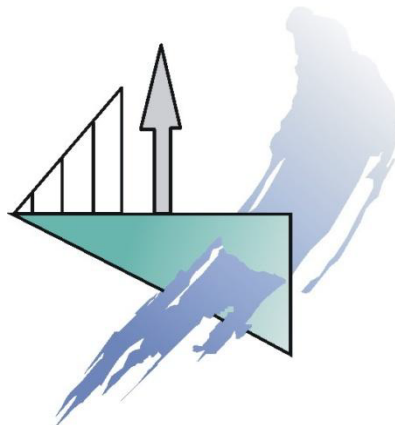
Bemerkungen:

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 4.1

Analysenberichte der Grundwasseruntersuchungen



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

1. Juli 2022

PRÜFBERICHT 240622039

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer,
Probenahme: durch Auftraggeber vom 14.-17.06.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 23.06.2022
Probeneingang: 23.06.2022
Prüfzeitraum: 23.06.2022 – 01.07.2022
Probennummer: 138245 - 138246 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -
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. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.
Analysenbefunde: Seite 3
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Messverfahren:

Eisen
Eisen (II)
CSB
Huminsäuren

DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
DIN 38406-E1: 1983-05
DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
photometrisch

Labornummer		138245	138246	
Probenbezeichnung		RP 68	RP 70	
Dimension		[µg/L]	[µg/L]	
Eisen, gesamt		2.200	420	
Eisen (II)		1.700	270	
CSB [mg/L O ₂]		110	69	
Huminsäuren [mg/L]		24	13	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

29. Juni 2022

PRÜFBERICHT 210622017-1

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
Probenahme: durch Auftraggeber vom 13.-15.06.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 21.06.2022
Probeneingang: 21.06.2022
Prüfzeitraum: 21.06.2022 – 29.06.2022
Probennummer: 137272, 137274 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -
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. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Prüfbericht 210622017-1.doc

Seite 1 von 3

haferwende 21
28357 bremen
fon 04 21 98 88 26 0
fax 04 21 98 88 26 29

im schedetal 11
34346 hann. münden
haferwende 31
28357 bremen

freboldstraße 16
30455 hannover
stresemannstraße 342
22761 hamburg

bankhaus neelmeyer ag
swift neelde22
de88 2902 0000 4802 9250 00
ust-idnr de 170 350 601

gmbh, hrb 15929
gf dr. joachim döring
st-nr 60/120/08234
www.dr-doering.com

Messverfahren: Eisen
Eisen (II)
CSB
Huminsäuren

DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
DIN 38406-E1: 1983-05
DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
photometrisch

Labornummer		137272	137274	
Probenbezeichnung		84.1	87.1	
Dimension		[µg/L]	[µg/L]	
Eisen, gesamt		150	< 50	
Eisen (II)		150	< 50	
CSB [mg/L O ₂]		810	27	
Huminsäuren [mg/L]		36	2,7	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

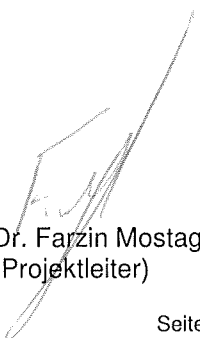
49661 CLOPPENBURG

24. Juni 2022

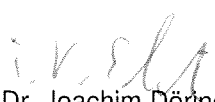
PRÜFBERICHT 170622021

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer
Probenahme: durch Auftraggeber vom 07.-10.06.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 16.06.2022
Probeneingang: 16.06.2022
Prüfzeitraum: 17.06.2022 – 24.06.2022
Probennummer: 136579 - 136584 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -
Sonstiges:
Analysenbefunde: Seite 3 - 4
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

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. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.



Dr. Farzin Mostaghimi
(Projektleiter)



Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Messverfahren:	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C 5): 2012-04
	Säurekapazität	DIN 38409-H 7: 2005-12
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Kalzium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05
	CSB	DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
	Huminsäuren	photometrisch

Labornummer	136579	136580	136581
Probenbezeichnung	59	62	63
Dimension	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
Eisen, gesamt	1.200	240	1.100
Eisen (II)	160	90	1.100
CSB [mg/L O ₂]	1.400	2.800	13.000
Huminsäuren [mg/L]	22	13	15

Labornummer	136582	136583	136584
Probenbezeichnung	73	76	84
Dimension	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
Eisen, gesamt	140	4.800	56.000
Eisen (II)	70	4.300	< 50
CSB [mg/L O ₂]	1.700	1.400	2.800
Huminsäuren [mg/L]	8,4	24	0,4

Labornummer	136582		
Probenbezeichnung	73		
Dimension	[mg/L]		
pH-Wert bei 20 °C	7,4		
Säurekapazität [mmol/L]	1,8		
Chlorid	20		
Sulfat	41		
Kalzium	150		

Bewertung

Nach der DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für niedriglegierte und unlegierte Stähle abhängig von der Lage des Werkstoffes bezüglich des korrodierenden Mediums.

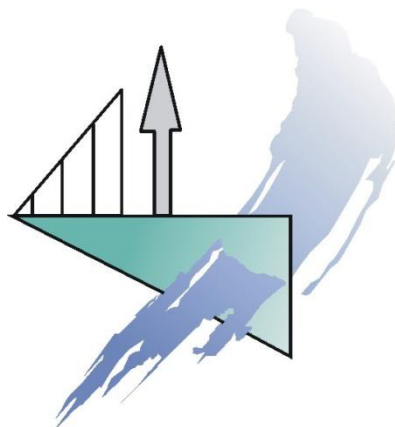
Im Unterwasserbereich ist für die Probe **73** (Labornummer 136582) eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben.

An der Wasser/Luft-Grenze ist für die Probe **73** (Labornummer 136582) eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben.

Anhang 5

Setzungsberechnungen gem. DB Ril 836

ANHANG





RP
Geolabor und Umweltservice GmbH
 Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
 Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bestimmung der Setzungen
 Gem. DB Ril 836

Projekt Nr.: 06-5765
 GWL Baulos 1; 3. Abschnitt

Überschlägisches Verfahren zur Bestimmung der Setzungen infolge von Überschnitt, Bodenverlust und allgemeiner Auflockerung sowie der Länge der Setzungsmulde (nach SCHERLE)

Betrag der Setzung s [cm]

$$s = \frac{D_a}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{h_{\bar{u}}}{D_a} \right)} \cdot B_k$$

Länge der Setzungsmulde L [m]

$$L = 2 \cdot (D_a + h_{\bar{u}})$$

mit: Bohrdurchmesser D_a [m]

Überdeckungshöhe $h_{\bar{u}}$ [m]

Bodenkennziffer B_k [-]:

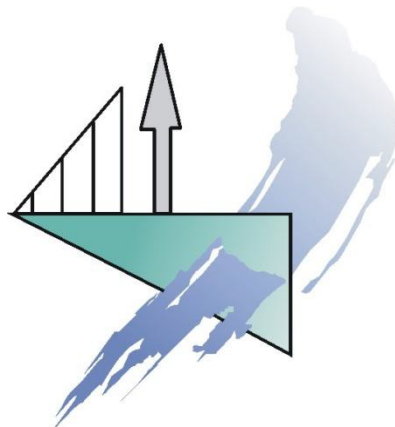
Bodenart	Lagerungs- dichte	Bodenkenn- ziffer B_k	Bodenart	Konsistenz	Bodenkenn- ziffer B_k
nicht bindige Böden	sehr dicht	1,5	bindige Böden	fest	2
	dicht	2		steif	3
	locker	3		weich	4
	sehr locker	4		breiig	6
Berechnung				Sand	Geschiebelehm, Beckenton
Bodenkennziffer B_k				2,5	3,5
Bohrdurchmesser D_a [m]				0,61	0,61
Überdeckungshöhe $h_{\bar{u}}$ [m]				1,5	1,5
Setzung s [cm]				0,68	0,96
Länge der Setzungsmulde L [m]				4,22	4,22

Bemerkungen:

Anhang 6

Glossar sowie Regelwerke und Normen (Auswahl)

ANHANG



Glossar zu den geotechnischen Sicherheitsnachweisen für Bauwerke gemäß der deutschen Fassung des EC 7: DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und den ergänzenden Regelungen der DIN 1054:2010-12

I Allgemeines

Seit dem 01.07.2012 hat der Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken auf der Basis der bauaufsichtlich eingeführten DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und der Ergänzungsnorm DIN 1054:2010-12 zu erfolgen. Bis zum 31.12.2013 bestand noch eine Übergangsfrist, während derer noch die DIN 1054:2005 angewandt werden konnte. Alle drei genannten, neuen Normendokumente wurden zur Verbesserung der Übersichtlichkeit in einem Druckwerk, dem sog. Normenhandbuch EC 7-1 zusammengeführt. Nachfolgend sind in Glossarform einige wichtige Begrifflichkeiten der neuen Normengeneration dargestellt.

II Grenzzustände

Ein Grenzzustand ist der Zustand eines Tragwerks, bei dessen Überschreitung die der Tragwerksplanung zugrunde gelegten Anforderungen überschritten werden. Bei jeder Sicherheitsbetrachtung müssen zwei voneinander unabhängige Grenzzustände beachtet werden, diese sind der

ULS: Der Grenzzustand der Tragfähigkeit ist der Zustand des Tragwerks, dessen Überschreiten zu einem rechnerischen Einsturz oder anderen Formen des Versagens führt. (Ultimate limit state);

SLS: Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist der Zustand des Tragwerks, dessen Überschreiten die für die Nutzung festgelegten Bedingungen nicht mehr erfüllt. (Serviceability limit state).

Die nachstehenden Grenzzustände der Tragfähigkeit treten an Stelle der bisherigen Bezeichnungen GZ 1A, GZ 1B und GZ 1C:

EQU	GZ 1 A	Gleichgewichtsverlust des Bauwerks oder des Baugrunds als starrer Körper, wobei die Festigkeit weder im Bauwerk noch im Boden entscheidend ist.
UPL		Gleichgewichtsverlust des Bauwerks oder des Baugrunds infolge von Auftrieb oder anderer Vertikalkräfte.
HYD		Hydraulische Grundbruch und Materialtransport im Boden infolge von hydraulischen Gradienten
STR	GZ 1B	Bruch des Bauwerks oder konstruktiver Elemente, wobei die Festigkeit des Materials entscheidend ist.
GEO 2		Sehr große Verformungen oder
GEO 3	GZ 1C	Bruch im Baugrund , bei dem die Festigkeit des Baugrunds entscheidend ist.

III Nachweisverfahren

Von den in der DIN EN 1997-1 vorgegebenen drei Nachweisverfahren werden in der DIN 1054:2010-12 zwei Verfahren verwendet die mit GEO 2 und GEO 3 bezeichnet werden.

GEO 2: Ermittlung der Grundbruchsicherheit, Sicherheit gegen Gleiten, Erdruckberechnungen, Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge, Tragfähigkeit von Pfählen und Ankern sowie Ermittlung der einzuhaltenden Verformungen;

GEO 3: Nachweis der Gesamtstandsicherheit wie Böschungs- und Geländebruch sowie für konstruktive Böschungssicherungen.

IV Bemessungssituationen (früher Lastfälle)

Anstelle der bisherigen Lastfälle (LF 1, LF 2 und LF 3) treten nach DIN EN 1990:2002 vier verschiedene Bemessungssituationen:

BS-P: ständige Bemessungssituation (**P**ersistent, früher Lastfall LF 1);

BS-T: vorübergehende Bemessungssituation (**T**ransient, früher Lastfall LF 2);

BS-A: Bemessungssituation für außergewöhnliche Einwirkungen (**A**ccidental, früher Lastfall LF 3);

BS-E: Bemessungssituation für die Auslegung von Bauwerken auf Erdbeben (**E**arthquake).

V Geotechnische Kategorien

Geotechnische Kategorie GK 1

Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund. Die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit können mit vereinfachten Verfahren aufgrund von Erfahrungen hinreichend beurteilt werden. Für die Anwendung der GK 1 werden einfache und überschaubare Baugrundverhältnisse vorausgesetzt. Hierzu zählt beispielsweise Baugrund in waagerechtem oder schwach geneigtem Gelände der nach gesicherter örtlicher Erfahrung als tragfähig und setzungsarm bekannt ist.

Geotechnische Kategorie GK 2

Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund. Sie gilt für durchschnittliche Baugrundverhältnisse, die nicht in die Kategorie GK 1 oder GK 3 fallen. Sie erfordern in jedem Fall eine ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerische Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage von geotechnischen Kenntnissen (Baugrunduntersuchungen) und geotechnischen Erfahrungen.

Geotechnische Kategorie GK 3

Diese Kategorie gilt für ungewöhnliche oder besonders schwierige und/oder stark heterogene Baugrundverhältnisse. Sie erfordern in jedem Fall eine ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerische Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage von Baugrunduntersuchungen und zusätzlichen Untersuchungen und von vertieften Kenntnissen und Erfahrungen in dem jeweiligen Spezialgebiet.

VI Hinweise zu Bemessungswerten des Sohlwiderstandes

Entsprechend der Verwendung von Bemessungswerten bei der statischen Ermittlung von Bauwerkslasten wurden mit der DIN 1054:2010-12 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) eingeführt. Der **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** für den Grenzzustand STR (GEO 2) und die Bemessungssituation BS-P ergibt sich aus der ungünstigsten Einwirkungskombination der charakteristischen bzw. repräsentativen Vertikalspannungen. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes unterscheidet sich von den bisher verwendeten **aufnehmbaren Sohldrücken** („zulässige Bodenpressung“, $\sigma_{E,d}$) um den Faktor 1,4 (entspricht dem gewichteten Mittelwert der Teilsicherheitsbeiwerte).

Verzeichnis verwendeter/zitierter DIN-Normen und technischer Regeln

I Bodenmechanische / Chemische Prüfnormen

DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
DIN 4021	Baugrund/ Aufschluss durch Schürfen und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
DIN 4022-1	Baugrund und Grundwasser/ Benennen und Beschreiben von Boden und Fels/ Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels
DIN 4023	Baugrund- und Wasserbohrungen/ Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
DIN EN ISO 22476-1	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen- Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22476-1:2006), Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:2006
DIN EN ISO 22476-2	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen-Teil 2: Rammsondierungen
DIN EN 1997-2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, Deutsche Fassung EN 1997-2:2007
DIN 18123	Baugrund/ Untersuchung von Bodenproben / Bestimmung der Korngrößenverteilung
DIN 18196	Erd- und Grundbau/ Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 38404-414	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung
DIN 4030-2	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase/ Entnahme und Analyse von Wasserproben

II Gründungstechnische Normen

EAU 96	Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassung Häfen und Wasserstraßen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik
DIN 1054	Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1055-2	Lastannahmen für Bauten/ Bodenkenngößen/ Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 4017-1	Baugrund/ Grundbruchberechnungen von lotrecht mittig belasteten Flachgründungen
DIN 4019-1	Setzungsrechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung

III Ausführungstechnische Vorschriften

DIN 4030-1	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
DIN 4123	Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen
DIN 4128	Verpresspfähle (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit kleinem Durchmesser/ Herstellung/ Bemessung und zulässige Belastung
DIN 4124	Baugruben und Gräben / Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 18300	Erdarbeiten/ Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen
DIN 1045	Beton und Stahlbeton/ Bemessung und Ausführung
DBV-Merkblatt	Deutscher Beton-Verein e.V./ Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton/ Fassung Juni 1996
ZTVE-StB 09	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
DIN 18195 T1-T10	Bauwerksabdichtungen