

Geotechnisches Streckengutachten

zum

Neubau einer Gasanbindung

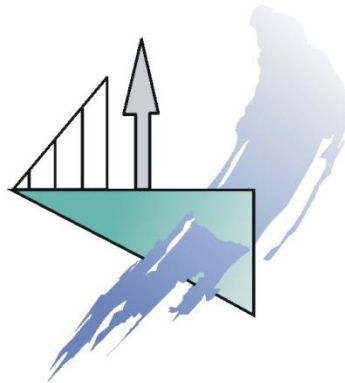
Wilhelmshaven – Leer (GWL)



Baulos 2 Westerstede - Leer

5. Abschnitt – Stationierungs-km 36,910 bis 47,010

Landkreis Leer



RPGeolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Projektnummer: 06-5765

Datum: 21.12.2022

Vorhabensträgerin	
	EWE Netz GmbH Cloppenburger 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
Die Reihenfolge der Untersuchungspositionen richtet sich nach Stationierung-km	7
4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	7
Die Reihenfolge der Probenbezeichnung richtet sich nach Stationierung-km	8
4.3 Chemische Bodenuntersuchungen	8
5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	9
5.1 Regionalgeologischer Überblick und erfasster Baugrundaufbau.....	9
5.3 Homogenbereiche	12
6 GEOTECHNISCHE KLASSIFIZIERUNG DER SCHICHTEN UND ZUORDNUNG VON BODENKENNWERTEN	16
7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG	18
7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen.....	20
8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG	22
8.1 Empfehlungen für die Gründung der Gashochdruckleitung	23
8.2 Verfüllung des Rohrgrabens	25
9 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE UNTERQUERUNGEN	27
9.1 Offene Bauweise	27
9.2 Grabenlose Bauweise	29
10 UMGANG MIT SULFATSAUREN UND POTENZIELL SULFATSAUREN BÖDEN	31
11 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN	31

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 5. Abschnitt	11
Tabelle 5	Geologische Verhältnisse im Bereich des 4. Abschnittes	12
Tabelle 6	Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge	17
Tabelle 7	Zusammenfassende Ergebnisse der chemischen Grundwasseruntersuchungen im 3. Abschnitt, Landkreis Ammerland.....	21

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 Nütermoor 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 Nütermoor 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 5. Abschnitt zwischen Stationierungs-km 36,910 und km 47,010. Der 5. Abschnitt beginnt an der Landkreisgrenze Ammerland / Leer und endet an der Gemeindegrenze Uplengen / Filsum am Nordgeorgsfehnkanal.

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.

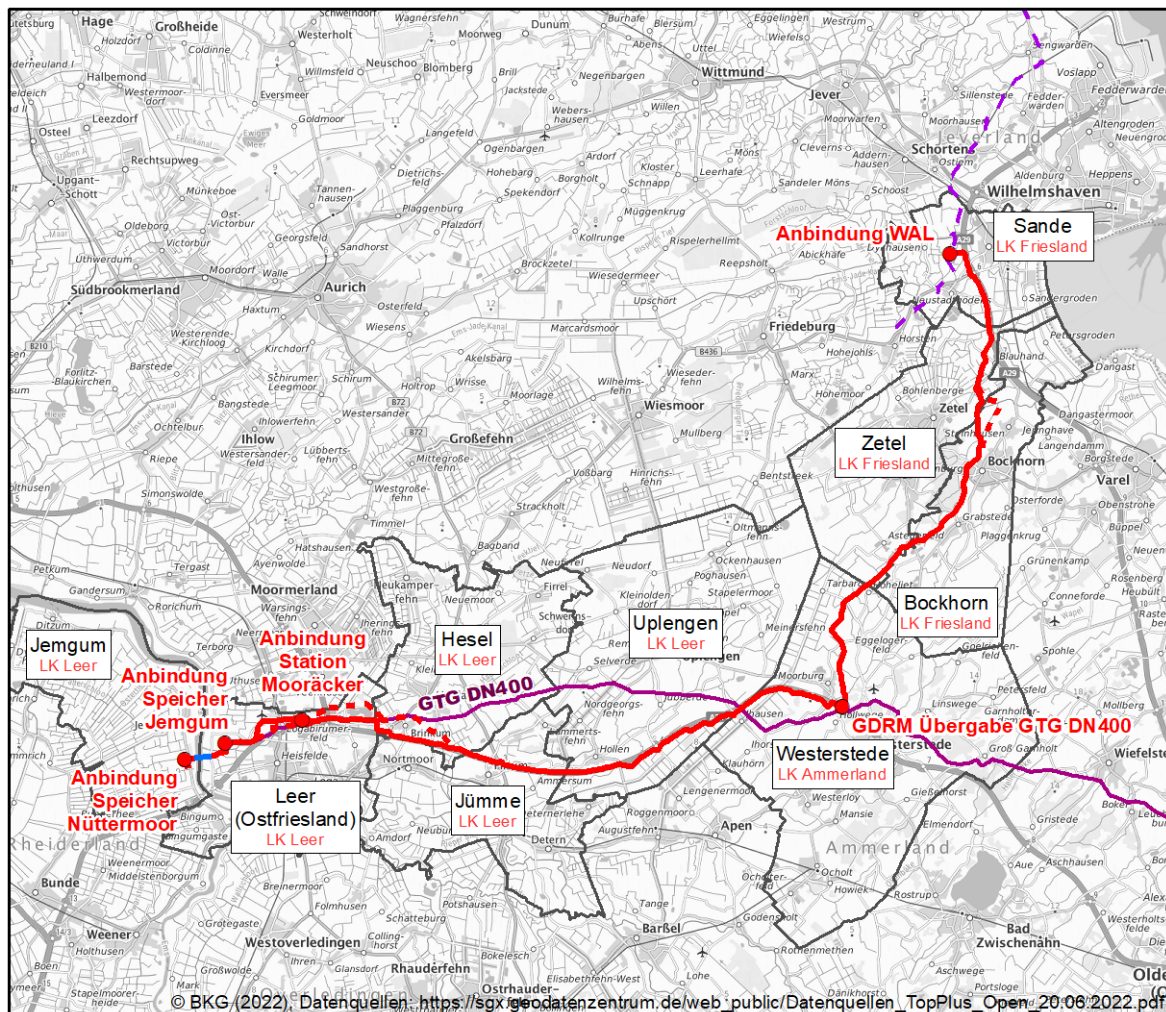
Für die Bearbeitung des ingenieurgeologischen Streckengutachtens wurden folgende allgemeine Unterlagen und Daten herangezogen:

- 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, Cloppenburg, 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 Autobahnanschlussstelle 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 Nüstermoor 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 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.

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 4. Abschnittes sind zwei HDD-Bohrungen vorgesehen.

Der hier ausgewertete 5. Abschnitt weist eine Länge von 10,100 km (Stationierungs-km 36,910 bis 47,010) auf und tangiert die Gemeinde Uplengen im Landkreis Leer.

Gemäß der vorläufigen Planung werden im Rahmen des 5. Abschnittes ca. 13 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 5. Abschnitt der Baugrund an 15 Positionen aufgeschlossen werden. Aufgrund einer fehlenden Zutrittserlaubnis konnte der Aufschluss an der Position 147 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 zufolge, dass die Untersuchungspunkte nicht fortlaufend, entsprechend der Stationierung, entlang der Trasse durchnummeriert worden sind.

Die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im 5. Abschnitt wurden im Zeitraum vom 12.07. bis 15.09.2022 durch die RP Geolabor und Umweltservice GmbH ausgeführt.

Zur näheren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden auf der Strecke von km 36,910 bis km 47,010 insgesamt 14 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 fünf Positionen durch schwere Rammsondierungen (DPH) mit einer Tiefe von 5,0 ergänzt.

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) 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

Nicht bindige 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 Ramm diagrams 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 baugrundgeologischen Streckenbandes in Anhang 1.3 dargestellt.

Die Rammkernsondierbohrungen (RKS) wurden darüber hinaus an 3 Positionen zu einfachen temporären Grundwassermessstelle (Rammpegel; RP) mittels Einbringens von Rammfiltern (DN 40) im Bereich der oberflächennahen Schichten ausgebaut. Die Ausbauzeichnungen der temporären Grundwassermessstellen sind gemäß DIN 4023 im Anhang 2.3 angelegt.

Aus 3 der 3 erstellten, temporären Messstellen konnte jeweils eine Grundwasserprobe (Stauwasser) zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang

gemäß der Anforderung des Landkreises Leer entnommen werden. In dem Rammpegel RP 100 wurde keine gewinnbare Menge an Stauwasser erfasst. 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 dem 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]
89	36,960	RKS 89	8	DPH 89	5				8,30
98	38,090	RKS 98	5						7,67
100	38,385	RKS 100	5			RP 100	3		7,10
101	39,000	RKS 101	5	DPH 101	5	RP 101	4	GW 101	7,05
107	39,470	RKS 107	8						6,24
111	40,605	RKS 111	5						5,51
122	41,640	RKS 122	8	DPH 122	5				9,84
122.1	42,825	RKS 122.1	5						4,00
136	43,200	RKS 136	8						4,62
138	43,425	RKS 138	5						3,34
135	44,125	RKS 135	8	DPH 135	5	RP 135	4	GW 135	4,70
140	45,070	RKS 140	8						11,65
143	46,210	RKS 143	5						2,16
145	46,610	RKS 145	8	DPH 145	5				1,51

Die Reihenfolge der Untersuchungspositionen richtet sich nach Stationierung-km

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 89/4	2,0-2,7	X		
RKS 100/4	1,6-2,2	X	X	X
RKS 101/2	1,0-2,8		X	X
RKS 101/3	2,8-5,0	X	X	
RKS 107/6	4,5-6,0	X	X	
RKS 111/4	2,1-2,9	X		
RKS 122/4	2,0-3,0	X		
RKS 122/9	6,5-7,0	X		
RKS 136/9	6,8-8,0	X		
RKS 138/4	1,6-3,0	X	X	
RKS 135/5	2,0-3,1	X		
RKS 135/8	4,8-6,7	X	X	
RKS 140/5	4,0-6,0	X		
RKS 143/5	2,0-3,0	X	X	
RKS 145/3	1,7-2,8	X		

Die Reihenfolge der Probenbezeichnung richtet sich nach Stationierung-km

4.3 Chemische Bodenuntersuchungen

Nach den vorliegenden Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) stehen im Trassenverlauf des 5. 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 5. Abschnitt der GWL-Trasse verläuft generell von Westen nach Osten, weist eine Länge von 10,100 km (Stationierungs-km 36,910 bis 47,010) auf und tangiert ausschließlich die Gemeinde Uplengen im Landkreis Leer. Der Untersuchungsabschnitt beginnt an der Landkreisgrenze Ammerland / Leer und endet am Nordgeorgsfehnkanal (Gemeindegrenze Uplengen / Filsum).

Der gesamte 5. Abschnitt liegt naturräumlich im südlichen 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. Die Geländehöhe liegt im Osten des Abschnittes bei 8,30 m NHN und fällt in westlicher Richtung auf 1,50 m NHN sukzessiv ab. Die Aufschlüsse RKS 122 und RKS 140 wurden jeweils im Bereich eines künstlich hergestellten Straßendamms ausgeführt. Die Bohransatzpunkte liegen dort daher mit 9,84 m NHN und 11,65 m NHN deutlich über dem umgebenden Gelände.

Der erfasste Schichtenaufbau im Bereich des Geestplateau wird durch eine vorwiegend bindige Grundmoräne der Saale-Kaltzeit (Geschiebelehm /-mergel) dominiert. Innerhalb des bindigen Geschiebelehms/ -mergels treten lokal sandige Zwischenlagen (Glazialsande) auf. Im Osten (bis ca. km 43,000) wurde die Grundmoräne bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m u. GOK nicht durchfahren. Im Westen ist die Grundmoräne bereits ausgedünnt. Sie wurde dort zwischen 5,0 und 6,8 m u. GOK durchstoßen. Darunter lagern dort Beckenablagerungen der Elster-Kaltzeit in Form von rolligen Beckensande bzw. kohäsiven Beckentonen.

In 9 der 14 Bohrungen wird der Geschiebelehm /-mergel durch jüngere, periglazial-fluviatile Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Geschiebedeck- und Flugsanden überlagert. Die Decksande weisen eine Mächtigkeit zwischen 0,2 und 2,3 m auf und wurden zwischen 0,7 und 3,1 m u. GOK durchbohrt.

Als jüngste Ablagerungen stehen in acht der 14 Aufschlüssen an der Geländeoberkante holozäne Hochmoortorfe an. Diese weisen vorwiegend eine Mächtigkeit von 0,9 bis 1,3 m auf. In der RKS 101 bei km 39,000 wurde abweichend ein 2,8 m mächtiger Torfhorizont angetroffen.

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 5. Abschnitt

Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer (GWL)									
Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 89	RKS 98	RKS 100	RKS 101	RKS 107	RKS 111	RKS 122
			km 36,960	km 38,090	km 38,385	km 39,000	km 39,470	km 40,605	km 41,640
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllungen	A [SE, GW]	-	-	-	-	-	-	7,0
	Oberboden	OH	0,3	0,5	0,6	-	0,6	0,2	-
holozäne Ablagerungen	Torf	H	1,3	1,0	1,0	2,8	1,2	1,2	-
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Geschiebedecksande	SU, SU*	2,7	1,8	2,2	-	1,4	-	-
	Glazialsand* ¹		-	-	-	-	-	2,9	-
	Geschiebelehm /-mergel	SU*, ST*, UL	>8,0	>5,0	>5,0	>5,0	>8,0	2,1 / >5,0	>8,0

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 122.1	RKS 136	RKS 138	RKS 135	RKS 140	RKS 143	RKS 145
			km 42,825	km 43,200	km 43,425	km 44,125	km 45,070	km 46,210	km 46,610
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllung	A [SE, SU*, OH]	-	-	0,9	-	7,4	0,5	0,5
	Oberboden	OH	0,6	0,3	-	0,3	-	-	-
holozäne Ablagerungen	Torf	H	0,9	-	-	1,0	-	-	-
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Geschiebedecksande	SU, SU*,	-	0,7	-	3,1	>8,0	0,7	2,8
	Glazialsand* ¹	SU	-	-	-	4,8	-	-	-
	Geschiebelehm/ -mergel	SU*, ST*, UL, TM	>5,0	6,8	>5,0	3,6 / 6,7	-	>5,0	5,0
	Beckensand	SE, SU, SU*	-	>8,0	-	>8,0	-	-	-
	Beckenton	TM, TA	-	-	-	-	-	-	>8,0

¹ Glazialsande stehen partiell innerhalb des Geschiebelehms an

5.3 Homogenbereiche

Nachfolgend werden die geologischen Verhältnisse entlang des 5. 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 5. Abschnittes

Homogenbereiche	Aufschlüsse (RKS)	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
Y (künstliche Auffüllungen)	122, 138, 140, 143, 145	0,5 – 7,4	0,5 – 7,4
O (Oberböden)	89 - 100, 107, 111, 122.1, 136, 135	0,2 – 0,6	0,2 – 0,6
T (Torf)	89 - 111, 122.1, 135	0,9 – 2,8	0,3 – 2,8
S (Geschiebedeck-/ Flug-/ Glazial-/ Beckensande)	89 – 100, 107, 111, 136, 135 - 145	0,7 - >8,0	0,2 – >5,3
GL (Geschiebelehm /-mergel)	89 – 135, 143, 145	5,0 - >8,0	2,2 – >6,6
BT (Beckenton)	145	>8,0	>3,0

Homogenbereich Y – Künstliche Auffüllungen

Die Aufschlussbohrungen RKS 122 und RKS 140 wurden jeweils im Bereich eines Straßendamms ausgeführt. Dort wurden mitteldicht bis dicht gelagerte, reine Füllsande der Bodengruppe SE (Fein- und Mittelsande) in einer Lagenstärke von 5,8 bzw. 7,4 m erfasst. In der RKS 122 folgen unter der Füllsandkörper weitere Schüttungen in Form von schwach organischen Feinsanden sowie stark sandigen Kiesen bis 7,0 m u. GOK. Die Dammschüttungen sind aufgrund der Kornzusammensetzung und der günstigen Lagerung als gut tragfähig einzustufen. Weitere künstliche Schüttungen und Umlagerungen wurden im Nahbereich der Straßen bzw. Entwässerungsgräben in den Aufschlüssen RKS 138, RKS 143 und RKS 145 in einer Mächtigkeit von 0,5 bzw. 0,9 m angetroffen. Diese oberflächennahen Schüttungen setzen sich vorwiegend aus humosen und schluffigen Sanden der Bodengruppe OH bzw. SU* örtlicher Herkunft zusammen. Sie sind locker gelagert und als wenig bis mäßig tragfähig einzuordnen.

Homogenbereich O – Oberböden

An den Untersuchungspunkten ohne künstliche Schüttungen und ohne Torfschichten steht an der Geländeoberkante eine 0,3 m dicke, sandig-humose Oberbodenschicht an, die unmittelbar aus den unterlagernden Decksanden hervorgegangen ist. Im Bereich der oberflächennahen Torfhorizonte wurde eine künstlich hergestellte Oberbodenauflage (Sanddeckkultur) aus humosen und schluffigen Sanden in einer Lagenstärke von 0,2 bis 0,6 m angetroffen. Die Entstehung der Sanddeckkultur geht auf anthropogene Kultivierung des Moores zurück. Hierbei wurde zur Standortverbesserung ein Sandhorizont auf den Torf aufgebracht und anschließend bis maximal 0,6 m u. GOK gepflügt. Aufgrund der humosen Ausprägung sind die Oberböden als wenig tragfähig einzuordnen.

Homogenbereich T – Torf

Im östlichen Teil des 5. Abschnittes wurden bis ca. km 43,000 durchgehend unter der Sanddeckkultur organische Ablagerungen des Holozäns in Form von Hochmoortorfen erbohrt. Im westlichen Teil wurden die Torfe lediglich in den Bohrung RKS 135 bei km 44,125 angetroffen. Die Torfschicht reicht hauptsächlich bis in eine Tiefe zwischen 0,9 und 1,3 m u. GOK. Eine deutlich größere Mächtigkeit von 2,8 m wurde lediglich in dem Aufschluss RKS 101 bei km 39,000 angetroffen.

Die erfassten Torfe sind wenig bis mittelstark zersetzt und vorwiegend sandig und schluffig ausgeprägt. Pflanzenstrukturen sind in den Torfen noch gut erkennbar. Der exemplarisch bei km 39,000 (RKS 101) untersuchte Torf weist einen Glühverlust von 67 M-% und einen Wassergehalt von 514 % auf.

Die Torfe 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 101, RKS 122, RKS 122.1, und RKS 138 geogene Sandablagerungen in unterschiedlichen Tiefen erfasst.

Mit Ausnahme der o.g. Aufschlüsse und der RKS 111 stehen unter den Oberböden, dem Torf bzw. unter den Auffüllungen periglazial-fluviatile Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Flug- und Geschiebedecken an. Diese reichen dort bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und maximal 2,8 m u. GOK.

Gemäß den ausgeführten Siebanalysen bestehen die weichselzeitlichen Sandablagerungen aus schwach schluffigen bis schluffigen Fein- und Mittelsanden der Bodengruppe SU und SU*. Die Geschiebedecksande sind zudem schwach grobsandig ausgebildet und weisen geringfügige Kiesanteile auf.

Entsprechend den ausgeführten Rammsondierungen kann den weichselzeitlichen Decksanden eine variierende Lagerungsdichte von locker bis dicht zugeordnet werden.

Die Sandablagerungen der Saale-Kaltzeit wurden lediglich in den Bohrungen RKS 111 und RKS 138 in Form von Glazialsanden angetroffen. Glazialsande treten als rollige Schichten innerhalb der kohäsiven Geschiebelehme /-mergel in Form von schwach schluffigen und schwach kiesigen Fein- und Mittelsanden der Bodengruppe SU auf. Sie stehen in einer Tiefe zwischen 2,1 und 2,9 m bzw. zwischen 3,6 und 4,8 m u. GOK an und weisen eine mitteldichte Lagerung auf.

Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit wurden im 5. Untersuchungsabschnitt in den Sondierungen nicht erfasst. Es ist jedoch zu erwarten, dass sie zumindest lokal unter der Grundmoräne anstehen.

Im Westen des Untersuchungsabschnittes, in den Bohrungen RKS 136 und 135 wurden unter der Grundmoräne ab 6,8 bzw. 6,7 m u. GOK Beckensande der Elster-Kaltzeit angetroffen. Diese sind als schwach schluffigen bis schluffige Fein und Mittelsande der Bodengruppe SE, SU und SU* ausgebildet und wurden bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m nicht durchörtert.

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

Homogenbereich GL – Geschiebelehm /-mergel

Im Bereich des gesamten 5. Abschnittes steht unter den Decksande bzw. direkt unter dem Torf oder den Auffüllungen durchgehend die Grundmoräne der Saale-Kaltzeit an. Ihre Oberkante wurde dort zwischen 0,7 und 3,1 m u. GOK erbohrt. Im Bereich der Straßendämme liegt sie entsprechend der Mächtigkeit des Auffüllungskörper tiefer.

Die Unterkante der Grundmoräne wurde nur im Westen, ab km 43,000, in einer Tiefe zwischen 5,0 und 6,8 m durchstoßen. Diese setzt sich vorwiegend aus bindigen Geschiebelehm/-mergeln und untergeordnet aus rolligen Glazialsanden (s. oben) zusammen. Gemäß der Kornverteilungsuntersuchung ist der Geschiebelehm/-mergel im Osten als ein toniges und schwach kiesiges Sand-Schluff-Gemisch ausgebildet. Im Westen ist er deutlich feiner als stark toniger und sandiger Schluff ausgeprägt. 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 und steife Konsistenz auf.

Weiche Partien wurden lediglich in den Aufschlüssen RKS 101, RKS 111, RKS 122.1 und RKS 135 in den oberen Abschnitten bis in eine Tiefe von maximal 4,0 m u. GOK erbohrt. Abhängig von dem Feinkornanteil kann der Geschiebelehm/-mergel den Bodengruppen SU*, ST*, UL und TM zugeordnet werden.

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

Kohäsiver Beckenton der Elster-Kaltzeit (Lauenburger Schichten) wurde nur im äußersten Westen der 5. Untersuchungsabschnittes in der Aufschlussbohrung RKS 145 (km 46,610) ab einer Tiefe von 5,0 m u. GOK angetroffen. Dieser setzt sich dort aus schwach sandigem und schwach organischem Schluff-Ton-Gemisch zusammen. Anhand von Knetversuchen kann dem Beckenton eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität (Bodengruppe TM, TA) sowie eine steife Konsistenz zugeordnet werden. Infolge der Eislast in der Saale-Kaltzeit ist von einer hohen Konsolidierung des Tones 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	O	T
Bezeichnung der Kennwerte	Auffüllungen	Oberböden	Torf
Benennung nach DIN 4022	S, G, o', u'-u	fS, h, u. ms	H, u, s
Bodengruppe nach DIN 18196	A, [OH, SE, SU, SU*, GW]	OH	HN
Bodenklasse nach DIN 18300	3	1	3
Bodenklasse nach DIN 18319	LNE 1 – LNE 3, LNW 3	LNE 1	LO
erdfeuchte Wichte γ_k	17-19 kN/m ³	16-17 kN/m ³	12-13 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	9-11 kN/m ³	8-9 kN/m ³	2-3 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ'_k	32-35°	29-32°	17,5-22,5°
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²	0 kN/m ²	2–6 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	10 -60 MN/m	5–10 MN/m	0,5–2,0 MN/m
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	F1, F3	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	locker, mitteldicht, dicht	locker	weich
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 1 – V 2	V 2	V 3
undrÄnierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	0 kN/m ²	0 kN/m ²	10-20 kN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	1*10 ⁻⁵ – 6*10 ⁻⁴ m/s	ca. 2*10 ⁻⁵ m/s	ca. 5*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	LBM 1 - LBM 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°	25-30°	17,5-20°
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²	3-10 kN/m ²	15-25 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	20-60 MN/m	12-25 MN/m	15-20 MN/m ²
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	F1, F3	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	locker, mitteldicht, dicht	weich, weich-steif, steif	steif
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 1 – V 2	V 2-V3	V 3
undrÄnierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	0 kN/m ²	30-120 kN/m ²	60-100 kN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	1*10 ⁻⁵ – 1*10 ⁻⁴ m/s	1*10 ⁻⁸ - 1*10 ⁻⁷ m/s	ca. 1*10 ⁻⁹ m/s

7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG

Die oberirdischen Abflussverhältnisse werden im 5. Untersuchungsabschnitt durch den "Südgeorgsfehnkanal" geprägt:

Stau- und Schichtenwasser

Der oberflächennahe Schichtenaufbau wird im Bereich des 5. Abschnittes vorwiegend durch gut wasserdurchlässige Sandablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Flug- und Geschiebedecksanden gebildet. Diese reichen bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 3,1 m u. GOK und werden durchgehend durch eine gering durchlässige Grundmoräne (Geschiebelehm /-mergel) der Saale-Kaltzeit unterlagert. Der Geschiebelehm /-mergel enthält nur wenig freies Grundwasser und fungiert als Grundwasserhemmer. Die Sandablagerungen über der Grundmoräne bilden den oberen, niederschlagsabhängigen Grundwasserleiter (Stauwasserleiter). Partiiell werden die Sande durch meist trockengelegte Hochmoortorfe überlagert. Mit Ausnahme der Teilabschnitte km 41,100 bis 43,750 und km 44,500 bis 46,400 wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten Stauwasser auf dem Geschiebelehm /-mergel innerhalb der Decksande bzw. innerhalb des Torfes (RKS 101) angetroffen. Die Stauwasseroberfläche wurde in den Bohrlöchern zwischen 0,7 und max. 2,3 m u. GOK gelotet. Unter Berücksichtigung der Höhenvermessung lag der Stauwasserspiegel zwischen 6,50 m NHN im Osten und -0,20 m NHN im Westen. Die Mächtigkeit des Stauwasserhorizontes lag zwischen 0,2 und max. 1,9 m.

In Abhängigkeit von niederschlagsreicheren Perioden ist davon auszugehen, dass sich aufgrund der stauenden Wirkung der kohäsiven Grundmoräne saisonal oberflächennahes Stauwasser auch in anderen Bereich bzw. 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. 0,6 m über den bindigen Schichten bzw. über dem gemessenen Stand berücksichtigt werden. Demzufolge kann sich temporäres Stauwasser in Abhängigkeit von örtlichen Verhältnissen zwischen 0,10 und 1,60 m GOK ausbilden.

Innerhalb des bindigen Geschiebelehms /-mergels wurden an zwei Positionen (RKS 111 und RKS 135) sandige Zwischenlagen (Glazialsande) in einer Mächtigkeit von 0,8 und 1,2 m angetroffen. Diese sind vollständig wassergesättigt und bilden lokal begrenzte und isolierte Schichtenwasserkörper. Die Schichtenwässer können leicht gespannt auftreten.

Hauptgrundwasser

Der regionale Hauptgrundwasserleiter besteht im Bereich des Untersuchungsabschnittes aus Schmelzwassersanden der Saale-Kaltzeit bzw. den Beckensanden der Elster-Kaltzeit, die unter der Grundmoräne anstehen. Die Grundmoräne wurde lediglich im Westen ab km 43,200 durchörtert. Die Unterkante des Geschiebelehms /-mergels liegt dort zwischen 5,0 und 6,8 m u. GOK. Die unterlagernden Beckensande sind vollständig wassergesättigt und führen aufgrund der Überdeckung mit der bindigen Grundmoräne gespanntes Grundwasser. Die entspannte Grundwasseroberfläche wurde im Bohrloch der RKS 136 bei 3,5 m u. GOK (1,22 m NHN) gelotet. In der RKS 135 konnte der Druckspiegel des Hauptgrundwasserleiters aufgrund der Verfälschung durch das vorhandenen Stau- und Schichtenwassers nicht ermittelt werden.

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 5. Untersuchungsabschnittes kommt die Sohle des Leitungsgraben sowie der Start- und Zielgruben innerhalb der rolligen Decksande bzw. innerhalb des kohäsiven Geschiebelehms sowie lokal (RKS 101) innerhalb des Torfhorizontes zu liegen.

Entlang des gesamten Untersuchungsabschnittes ist bei den Erdarbeiten mit dem Zustrom von Stauwasser zu rechnen.

Bauzeitlich sind daher durchgängig Vorrichtungen zum sicheren Auffangen und Ableiten von Tag- und Stauwasser (offene Wasserhaltung) vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Bei großen Stauwassermächtigkeit ($>1,0$ m) wird zur Vorentwässerung zusätzlich eine geschlossene Bauwasserhaltung mittels Vakuumfilter empfohlen. Da der sandige Hauptgrundwasserleiter erst ab einer Tiefe von 6,7 m u. GOK erfasst wurde, wird er voraussichtlich auch bei Eingriffstiefen von 5,0 m u. GOK nicht tangiert.

Bei einer starken Ausdünnung der Grundmoräne können bei Eingriffstiefen von 5,0 m zur Druckentlastung zusätzlich geschlossene Wasserhaltungen im Hauptgrundwasserleiter (Schutz vor einem hydraulischen Grundbruch und Auftrieb) erforderlich werden.

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

7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen

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

Aus 2 der 3 erstellten, temporären Messstellen konnte jeweils eine Grundwasserprobe aus dem Stauwasserhorizont zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Leer hinsichtlich der Einleitung gehoben Grundwassers in eine Vorflut entnommen werden. Aufgrund eines Missverständnisses wurde die Wasserprobe GW 101 abweichend nicht auf CSB und Huminsäuren analysiert. In dem Rammpegel RP 100 wurde kein Grundwasser (Stauwasser) in ausreichenden Umfang für die Probenahme erfasst.

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 5. Abschnitt, Landkreis Leer

Parameter	Dimension	GW 101	GW 135
Eisen, gesamt	mg/l	0,76	0,47
Eisen (II)		0,76	0,079
Chlorid		30	41
Sulfat		1,2	37
Nitrat		1	54
Nitrit		0,03	0,12
Ammonium		9,6	1,1
Stickstoff, gesamt		14	12
Phosphor		0,097	<0,05
AOX		0,630	0,041
Kohlenwasserstoffe, C ₁₀ -C ₂₂		<0,1	-
Kohlenwasserstoffe, C ₁₀ -C ₄₀		1	-
Kohlenwasserstoffe (GC)		-	<0,1
Huminsäuren		-	1,3
CSB	mg/l O ₂	-	150

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 Leer der zuständigen Siel- und Wasseracht abzustimmen.

8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen liegt der gesamte 5. Abschnitt naturräumlich im südlichen Bereich der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest.

Im östlichen Teil wurden bis ca. km 43,000 durchgehend unter der Sanddeckkultur organische Ablagerungen des Holozäns in Form von Hochmoortorfen erbohrt. Im westlichen Teil wurden die Torfe lediglich in den Bohrung RKS 135 bei km 44,125 angetroffen. Die Torfschicht reicht hauptsächlich bis in eine Tiefe zwischen 0,9 und 1,3 m u. GOK. Deutlich größere Mächtigkeit von 2,8 m wurde lediglich in dem Aufschluss RKS 101 bei km 39,000 angetroffen. Die organischen Weichschichten sind wenig tragfähig und somit als Auflager für die Transportleitung nicht geeignet.

Unter dem Torf bzw. direkt unter den Oberböden oder Auffüllungen stehen mit Ausnahme der Aufschlüsse RKS 101, RKS 111, RKS 122.1 und RKS 138 weichselzeitliche Decksande (Flug- und Geschiebedecksande) mit einer lockeren bis dichten Lagerung bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 2,8 m u. GOK an. An der Basis der Decksande bzw. direkt unter dem Torf oder Auffüllung folgt eine durchgehende Grundmoräne der Saale-Kaltzeit. Diese setzt sich vorwiegend aus bindigen Geschiebelehm/-mergeln und untergeordnet aus rolligen Glazialsanden zusammen. Die Grundmoräne wurde nur im Westen, ab km 43,000, in einer Tiefe zwischen 5,0 und 6,8 m durchstoßen. Im Osten wurde sie bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m nicht durchfahren. Unter den Geschiebelehm/-mergeln wurden kohäsive Beckentone mit steifer Konsistenz bzw. mitteldicht gelagerte Beckensande erfasst.

Die erfassten Sande sind aufgrund der Kornzusammensetzung und der meist günstigen Lagerungsdichte als gut tragfähig einzustufen und stellen unter der Maßgabe einer Nachverdichtung der lockeren Partien einen ausreichend tragfähigen Baugrund für die geplante Gasleitung dar. Den kohäsiven Schichtgliedern aus Geschiebelehm/-mergeln sowie Beckentonen 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 5. 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 36,910 bis km 38,700,
- km 43,750 bis km 45,500,
- km 46,400 bis km 46,800.

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 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 38,700 bis km 43,750,
- km 45,500 bis km 46,400.

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 101 bei km 39,000 wurde bis in eine Tiefe von 2,8 m u. GOK organischer Hochmoortorf mit geringer Tragfähigkeit erfasst. Im äußersten Westen des Untersuchungsabschnittes, im Nahbereich des Nordgeorgsfehnkanals (km 46,800 bis 47,010) sind ebenfalls Torfe in der Gründungssohle zu erwarten.

Aufgrund der starken Kompressibilität der organischen Schichten sind sie als Auflager für Produktrohre nicht geeignet und sollte im Lasteinflussbereich der Leitung vollständig bzw. teilweise auszutauschen werden.

Ein vollständiger Austausch dieser Schichten ist mit vertretbarem Aufwand nur in Bereichen mit einer maximalen Tiefe der Schichtunterkante von ca. 3,0 m möglich. Bei vollständigem Austausch ist als Bodenaustauschmaterial 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.

Bei tiefer reichenden Weichschichten wird zur Schaffung einer gleichmäßigen Gründungssohle und zur Verringerung ungleichmäßiger Setzungen ein Teilbodenaustausch der gering tragfähigen Schichten in einer Lagenstärke von mindestens 0,8 m unter den Rohrsohlen empfohlen. Beim Teilaustausch ist das Füllmaterial der Bodengruppe SE bzw. SW in zwei Lagen einzubauen. Die erste 0,4 m starke Füllsandlage ist zur besseren Lastverteilung sowie zur Verhinderung der Vermischung mit dem Untergrund vollständig in Geovlies der Klasse $\geq \text{GRK3}$ einzuschlagen. Die erste Austauschlage sollte lediglich statisch verdichtet werden. Anschließend kann hierauf bis zum Erreichen des Sohlplanums eine Bettungsschicht aus verdichtungsfähigem Sand unter umsichtiger Verdichtung aufgebracht werden. **Ein Eintrag jeglicher Verdichtungsenergie in die Torf- und Muddeschichten ist zu vermeiden.**

Bei sämtlichen Verdichtungsarbeiten ist strikt darauf zu achten, dass keine dynamische Energie in die bindigen Schichten bzw. in die wassergesättigten Sande eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Konsistenzen bzw. der Lagerungsdichten führen. Es sollten Verdichtungsgeräte verwendet werden, deren Wirkungstiefe nicht über die zu verdichtende Sandlage hinausreichen.

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 5. Abschnittes ca. 13 grabenlose und offene (Düker) Querungen ausgeführt. 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 der Kreuzung von 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 offenen 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 5. Abschnitt werden seitens der Unterzeichner zwei Gründungsvarianten der Düker empfohlen:

a) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig und als Bettungsschicht geeignet

Im äußersten Westen des Untersuchungsabschnittes, im Nahbereich des Nordgeorgsfehnkanals (km 46,800 bis 47,010) sind in der Gründungsebene der Düker (3,5 – 5,0 m u. GOK) gut tragfähige Sande der Bodengruppe SE, SU und SU* zu erwarten. 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

Mit Ausnahme des Nahbereiches des Nordgeorgsfehnkanals (km 46,800 bis 47,010) wurden in der geplanten Gründungstiefe der Düker kohäsive Geschiebelehme /-mergel erfasst. Diese Schichten sind mäßig bis gut tragfähig und somit als ausreichend tragfähig einzuordnen. Bei der Verlegung der Düker innerhalb der bindigen Schichten 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 Geschiebelehme /-mergel mit weicher, weich-steifer und steifer Konsistenz. Lokal werden auch mitteldicht gelagerte Sande durchbohrt (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 des partiellen Auftretens von wassergesättigten Sanden können Zusatzmaßnahmen in Form von 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 cm |
| – kohäsive Böden, weich | S = 1,09 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 5. Abschnittes keine potenziell sulfatsauren 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, 21.12.2022

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Bearbeiter:
Dipl.-Geol. Robert Rapp

Prepens

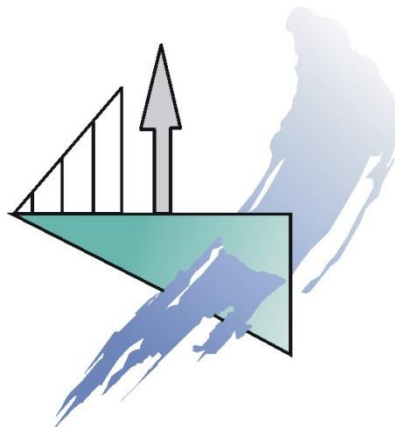
ppa. Rapp

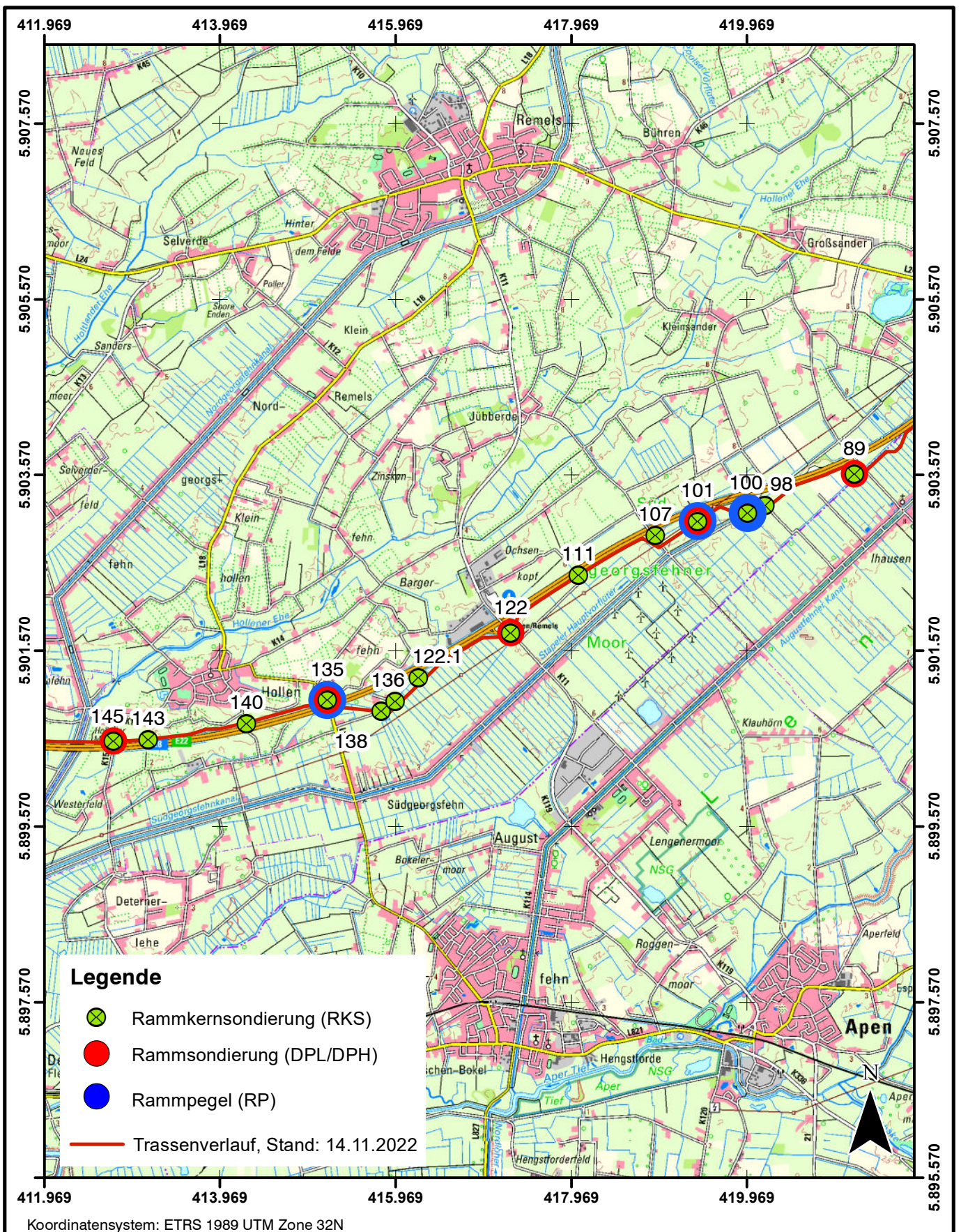
Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.1

Lageplan der Baugrundaufschlüsse (Maßstab 1: 50.000)



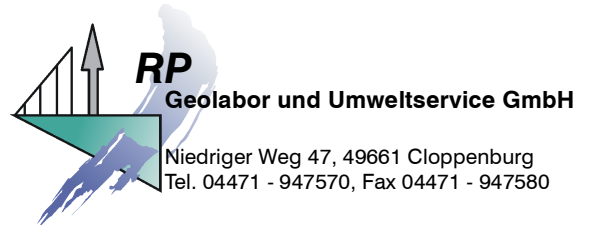


Anhang 1.1

Geotechnisches Streckengutachten
Neubau Gasanbindung
Wilhelmshaven - Leer (GWL)
Baulos 2: Westerstede - Leer, 5. Abschnitt
Lage der Bohraufschlüsse (Übersicht)

Projektnummer: 06-5765
Maßstab: 1:60.000

erstellt: 21.12.2022
Lukas Tönnies



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

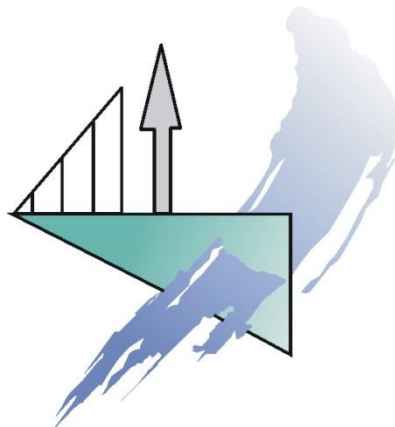


Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.2

Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte



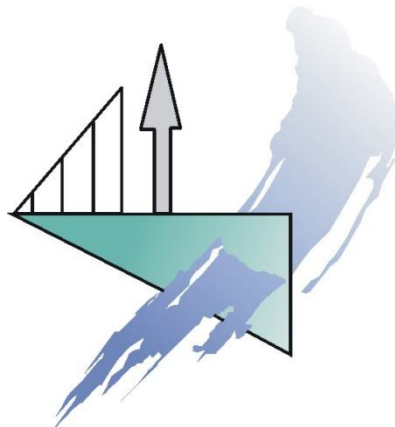
Position	Aufschlüsse	UTM Zone 32 N		Höhe [m NHN]
		Rechtswert	Hochwert	
89	RKS 89 + DPH 89	421191,03	5903579,95	8,30
98	RKS 98	420176,12	5903220,12	7,67
100	RKS 100 + RP 100	419974,99	5903133,63	7,10
101	RKS 101 + DPH 101 + RP 101	419409,73	5903045,75	7,05
107	RKS 107	418924,56	5902882,01	6,24
111	RKS 111	418051,38	5902434,69	5,51
122	RKS 122 + DPH 122	417276,98	5901772,10	9,84
122.1	RKS 122.1	416227,28	5901263,00	4,00
136	RKS 136	415962,04	5900992,01	4,62
138	RKS 138	415804,65	5900884,38	3,34
135	RKS 135 + DPH 135 + RP 135	415188,50	5901006,24	4,70
140	RKS 140	414269,42	5900743,95	11,65
143	RKS 143	413152,93	5900558,53	2,16
145	RKS 145 + DPH 145	412756,23	5900536,97	1,51

Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.3

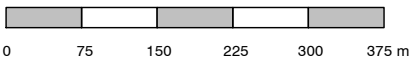
Baugrundgeologisches Streckenband



Osten

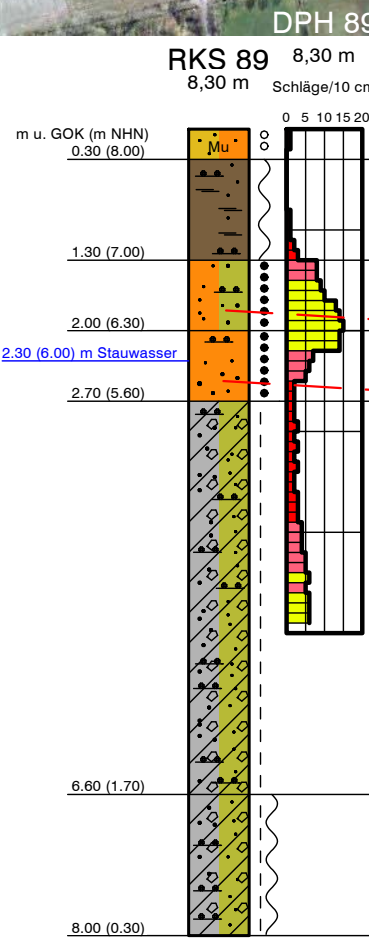
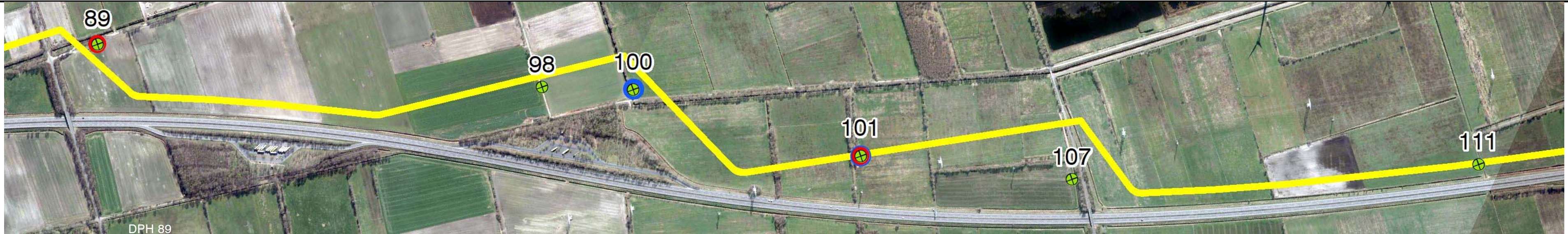


Westen



- 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)




RKS 98
7,67 m

RKS 100
7,10 m

DPH 101
RKS 101 7,05 m
Schläge/10 cm

RKS 107
6,24 m

RKS 111
5,51 m

Stationierungs-km		36,960		38,090	38,385	39,000			39,470	40,605	
Homogen- bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand		Sand und Geschiebelehm			Torf	Geschiebelehm		Geschiebelehm und Sand	
	3,5-5,0 m u. GOK	Geschiebelehm / -mergel									
Gründungs- maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine		keine bzw. Bettungsschicht			Bodenaustausch/ Gründungspolster		Bettungsschicht		Bettungsschicht bzw. keine
	3,5-5,0 m u. GOK	Bettungsschicht									
Wasser- haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offene Wasserhaltung									
	3,5-5,0 m u. GOK	offene Wasserhaltung									

Legende

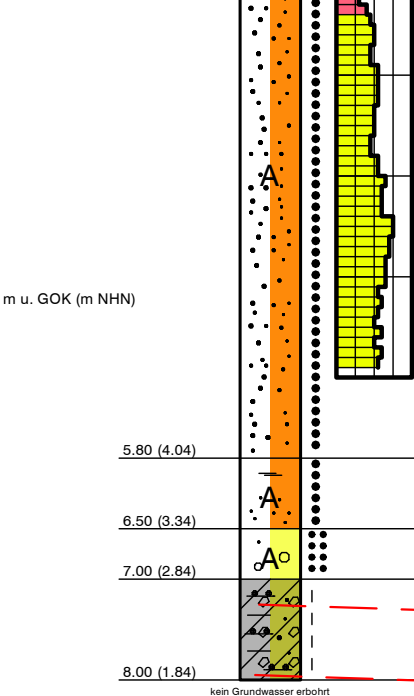
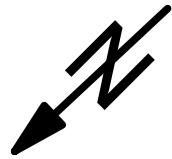
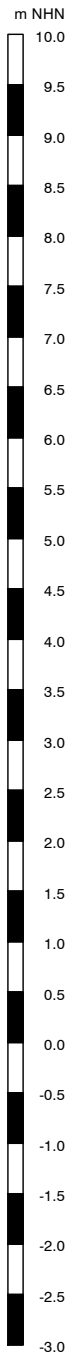
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- Schluff (U)
- Sand (S)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Torf (Tf)
- Mutterboden (Mu)
- Geschiebelehm (Gl)
- Geschiebemergel (Gmg)



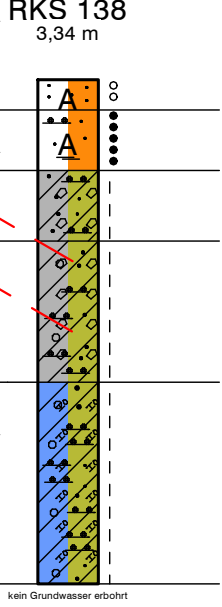
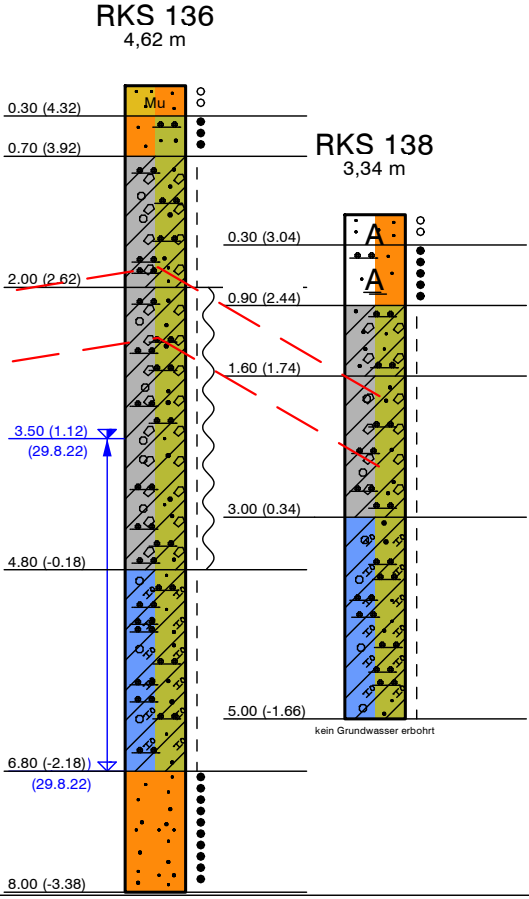
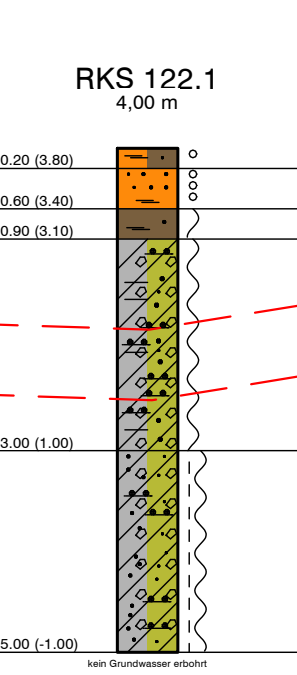
Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben: Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 2, 5. Abschnitt Planbezeichnung: Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 1	Projekt-Nr. 06-5765
	Anhang 1.3
	Datum: Dezember 2022
	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
Bearbeiter: Herr Rapp	

Nordosten



m u. GOK (m NHN)



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

steif

weich - steif

weich

locker

mitteldicht

dicht

Schluff (U)

Feinsand (fS)

Mittelsand (mS)

Feinkies (fG)

Torf (Tf)

Mutterboden (Mu)

Auffüllung (A)

Geschiebelehm (Gl)

Geschiebemergel (Gmg)

Stationierungs-km		41,640	42,825	43,200	43,425
Homogen-bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Geschiebelehm			
	3,5-5,0 m u. GOK	Geschiebelehm / - mergel			
Gründungs-maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	Bettungsschicht			
	3,5-5,0 m u. GOK	Bettungsschicht			
Wasser-haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offene Wasserhaltung			
	3,5-5,0 m u. GOK	offene Wasserhaltung	offene Wasserhaltung, ggf. Druckentlastung		

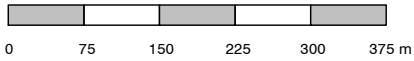
RP
Geolabor und Umweltservice GmbH

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

Bauvorhaben: Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 2, 5. Abschnitt Planbezeichnung: Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 2	Projekt-Nr. 06-5765
	Anhang 1.3
	Datum: Dezember 2022
	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
	Bearbeiter: Herr Rapp

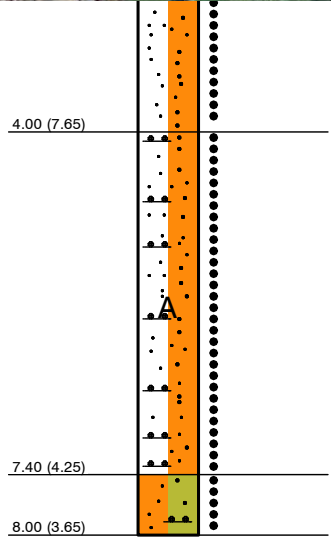
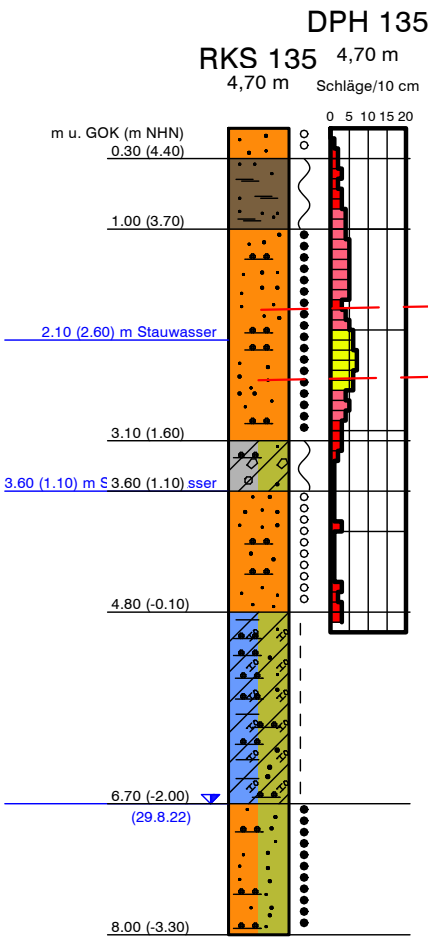
Nordosten

Südwesten

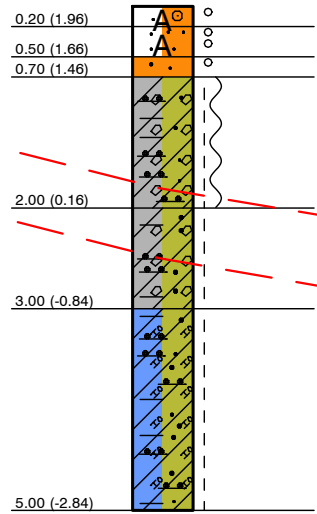


- Geplante LNG-Trasse
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPL/ DPH)
- Rammpegel (RP)
- Geplante Verlegetiefe (1,80 m / 2,50 m u. GOK)

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

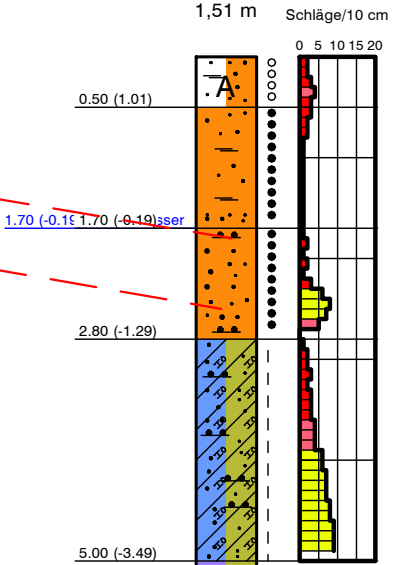


RKS 143
2,16 m



DPH 145

RKS 145
1,51 m



Legende

- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- Ton (T)
- Schluff (U)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Torf (Tf)
- Auffüllung (A)
- Geschiebelehm (Gl)
- Geschiebemergel (Gmg)

Stationierungs-km		44,125	45,070	46,210	46,610
Homogen-bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand		Geschiebelehm	Sand
	3,5-5,0 m u. GOK	Geschiebelehm / -mergel und Sand		Geschiebemergel	
Gründungs-maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine		Bettungsschicht	keine
	3,5-5,0 m u. GOK	Bettungsschicht bzw. keine		Bettungsschicht	
Wasser-haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offene und geschlossene Wasserhaltung		bei Bedarf offene Wasserhaltung	offene und geschlossene Wasserhaltung
	3,5-5,0 m u. GOK	offene und geschlossene Wasserhaltung		bei Bedarf offene Wasserhaltung	offene und geschlossene Wasserhaltung



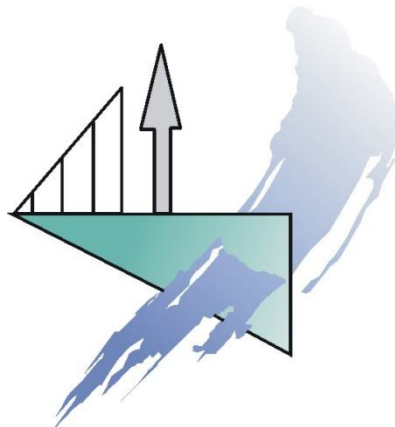
Bauvorhaben:	Projekt-Nr. 06-5765
Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 2, 5. Abschnitt	Anhang 1.3
Planbezeichnung:	Datum: Dezember 2022
Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 3	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
	Bearbeiter: Herr Rapp

Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.4

Hydrogeologisches Streckenband



Anhang 1.4 Hydrogeologisches Streckenband 5. Abschnitt

Position	89	98-100	101	107	111	122 - 138	135	140 - 143	145
Stationierungs-km (interpoliert)	36,910 - 37,500	37,500 - 38,700	38,700 - 39,250	39,250 - 40,000	40,000 - 41,100	41,100 – 43,750	43,750 – 44,500	44,500 – 46,400	46,400 – 46,800
	erfassten hydrogeologischen Verhältnisse								
Unterkante bindiger Deckschichten [m u. GOK]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
erbohrter Grundwasserstand [m u. GOK / m NHN]	Stauwasser 2,3 / 6,0	Stauwasser 1,2 – 1,6/ 6,47 – 5,50	Stauwasser 0,6 / 6,35	Stauwasser 1,2 / 3,44	Schichtenwasser 1,8 / 3,71	partiell Stauwasser; Hauptgrundwasser 3,5 / 1,22	Stau- und Schichtenwasser 2,1 / 2,60	partiell Stauwasser;	Stauwasser 1,7 / -0,19
Bodenschichten im Tiefenbereich 1,8 - 2,5 m u. GOK	P	P+H	Torf	H	P+H	H	P	H	P
Bodenschichten im Tiefenbereich 3,5 – 5,0 m u. GOK	H	H	H		H		P+H		H
Ausbildung der Grund- wasseroberfläche im Porengrundwasserleiter P ungespannt = 1, gespannt = 2	1	1	1	1	2	2	1	-	1
	Bemessungswasserstände								
Aus der Felderkundung und den hydrogeologischen Karten abgeleitete MNW und HW [m NHN]	MNW ≈ 5,7 / HW ≈ 7,0	MNW ≈ 6,2 -5,2 / HW ≈ 7,5 – 6,5	MNW ≈ 6,0 / HW ≈7,0	MNW ≈ 3,2 / HW ≈ 4,2	MNW ≈ 3,4 / HW ≈ 4,2	MNW ≈ 2,0 - 1,0 / HW ≈ 3,5 – 2,5	MNW ≈ 2,3 / HW ≈ 3,5	MNW ≈ 3,0 - 1,5 / HW ≈ 4,0 - 2,1	MNW ≈ -0,4 / HW ≈ 1,0
	Bauwasserhaltungsmaßnahmen und k _f -Werte								
Maßnahmen Leitungsbau bis 2,5 m u. GOK	bei Bedarf OW	OW	OW	OW	OW	OW	OW+GW	bei Bedarf OW	OW+GW
Maßnahmen Düker / Pressung bis 5,0 m u. GOK	OW					OW+ ggf. DE			
k _f -Wert bis 2,5 m u. GOK (Abschätzung aus Bohrprofilen und Kornverteilungen)	3,5 x 10 ⁻⁵ m/s	4,2 x 10 ⁻⁵ m/s (Decksande bis 1,8 bzw. 2,2 m)	1 x 10 ⁻⁶ m/s (Torf)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)	5 x 10 ⁻⁵ m/s (Glazialsand 2,1 bis 2,9 m)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm bis 6,7 m)	bis 4,8 m 4,5 x 10 ⁻⁵ m/s; >4,8 m u. GOK <1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)	Sande bis 2,8 m 1 x 10 ⁻⁵ m/s
k _f -Wert 3,5 bis 5,0 m u. GOK (Abschätzung aus Schichtenverzeichnissen und Kornverteilungen)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)		<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)				>2,8 m u. GOK <1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm u. Beckenton)

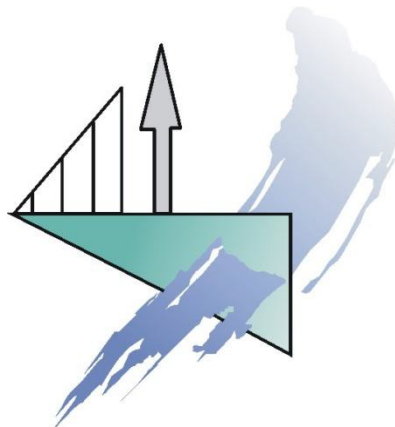
H = Grundwasserhemmer mit geringer Durchlässigkeit
P = Porengrundwasserleiter mit guter Durchlässigkeit
OW = offene Bauwasserhaltung zu Auffangen und Ableiten von Schichten-/Stauwasser und Tagwasser;
DE = geschlossene Bauwasserhaltung zur Druckentlastung gespannten Grundwassers im Porengrundwasserleiter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

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.1

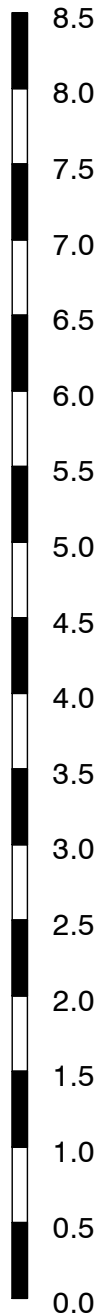
Bohrprofile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023



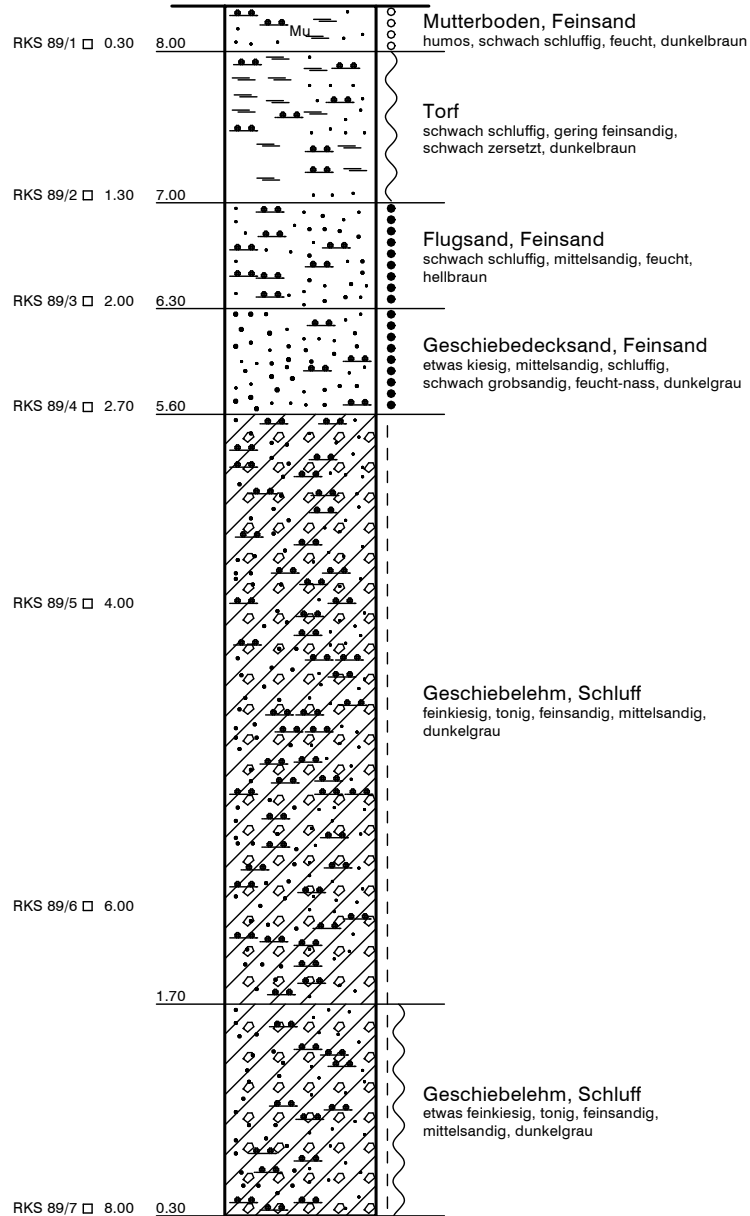
RKS 89

8,30 m NHN

m NHN



6.00 m Stauwasser



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: 24.08.2022

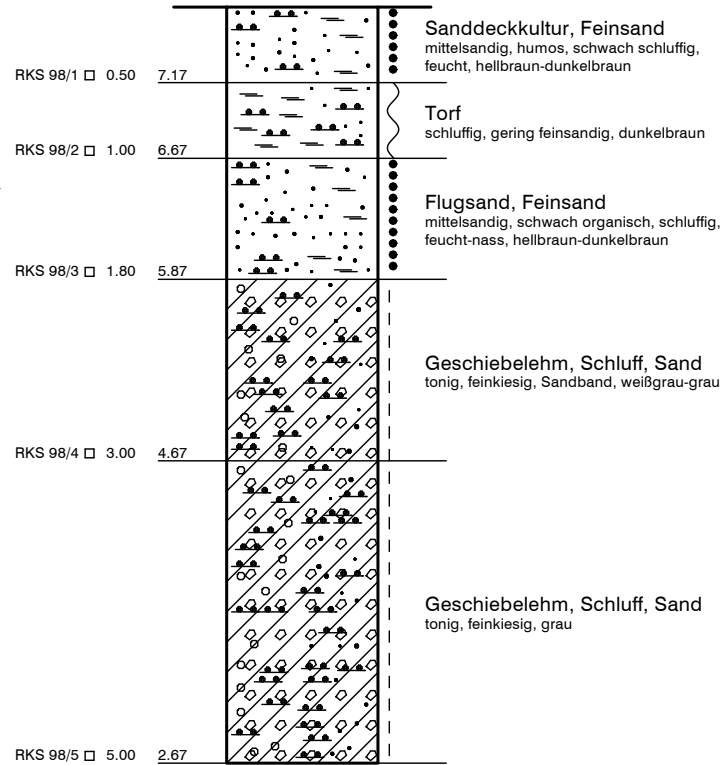
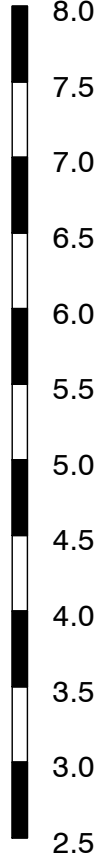
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

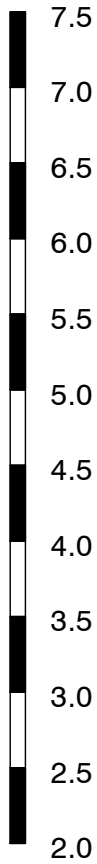
m NHN

RKS 98

7,67 m NHN

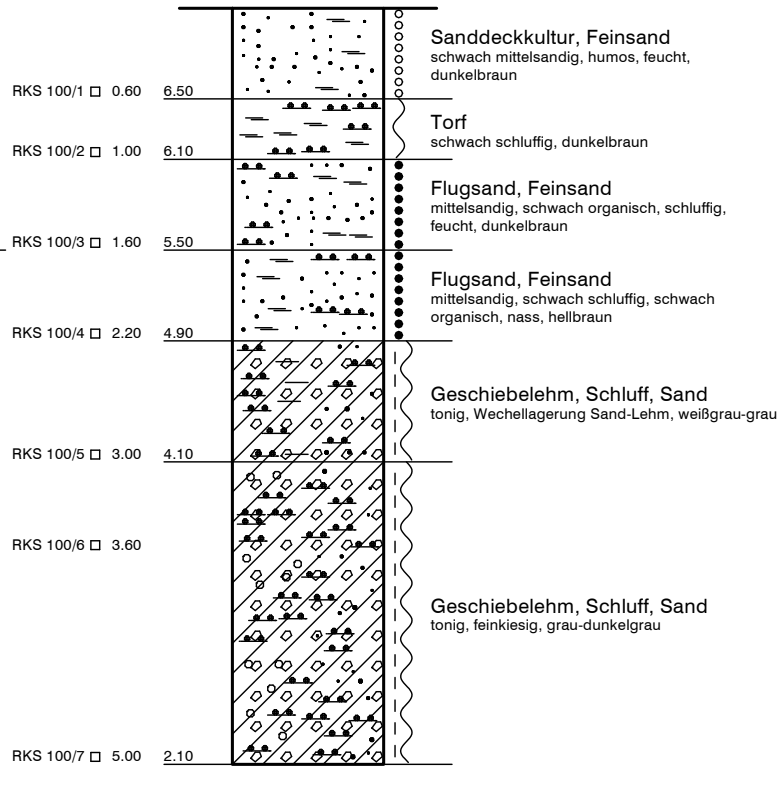


m NHN



RKS 100

7,10 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

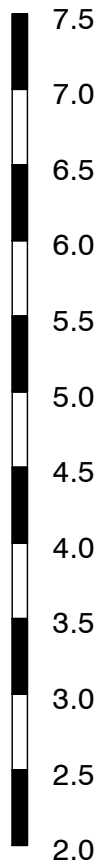
Anhang-Nr.: 2

Datum: 10.06.2022

Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

m NHN



RKS 101

7,05 m NHN

6.35
(18.8.22)

RKS 101/1 □ 1.00

RKS 101/2 □ 2.80

4.25

RKS 101/3 □ 5.00

2.05

Torf
schwach zersetzt, braun-dunkelbraun

Geschiebelehm, Schluff, Sand
tonig, hellgrün-grau

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 18.08.2022

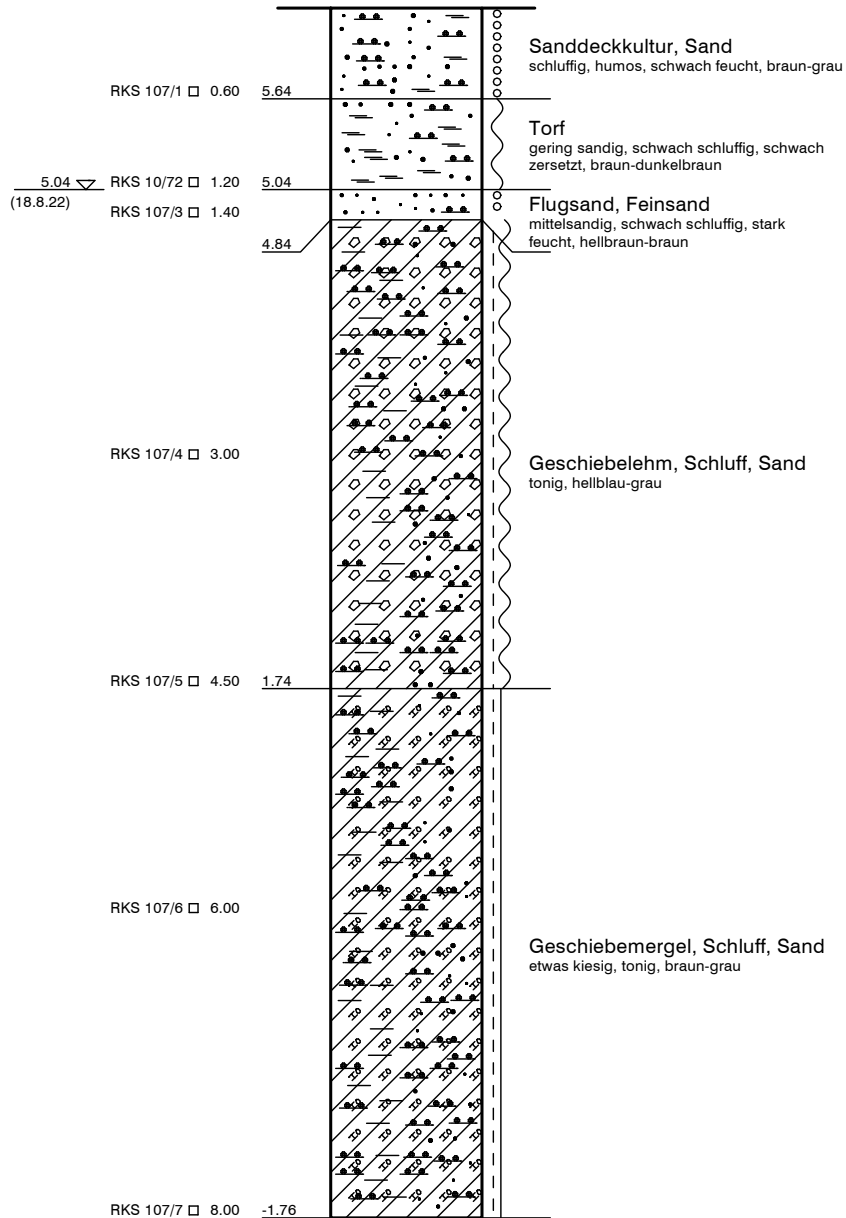
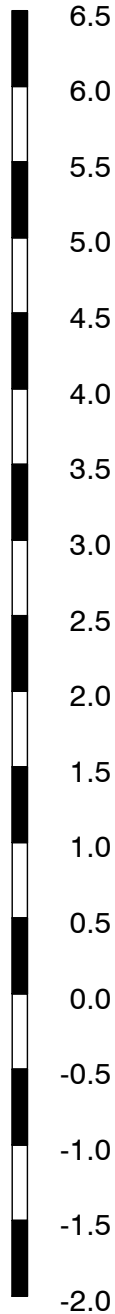
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 107

6,24 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

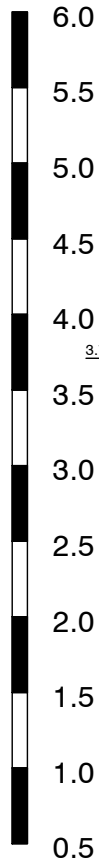
Anhang-Nr.: 2

Datum: 18.08.2022

Maßstab: 1: 50

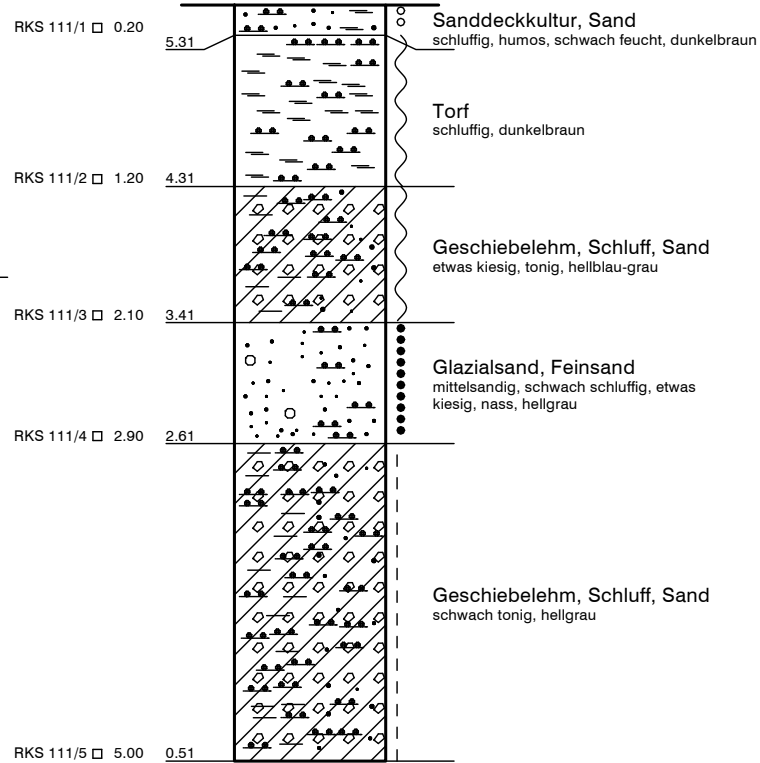
Bearbeiter: Herr Rapp

m NHN



RKS 111

5,51 m NHN



Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947590

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 18.08.2022

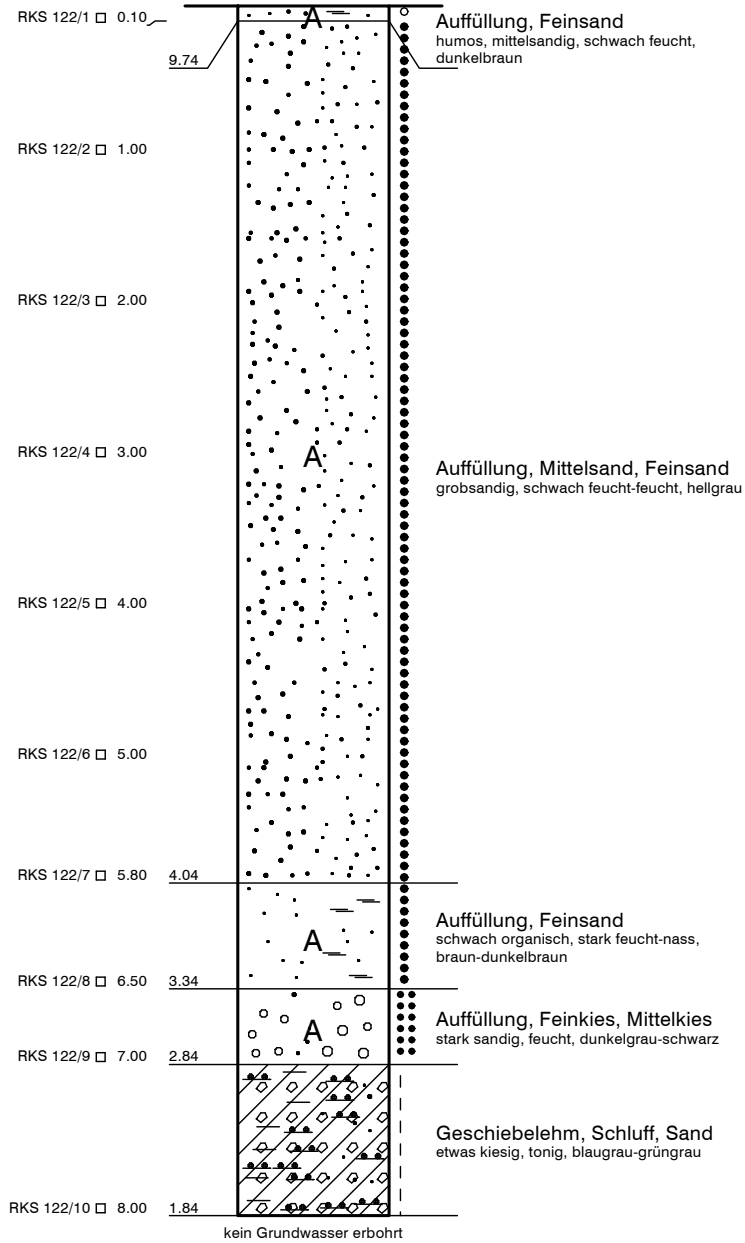
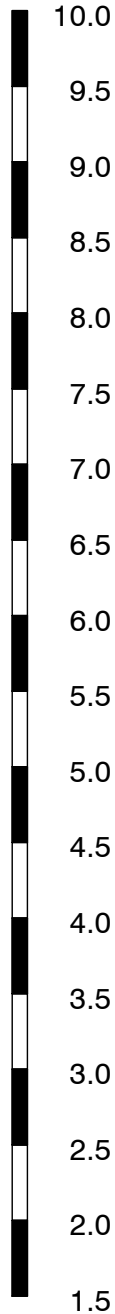
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

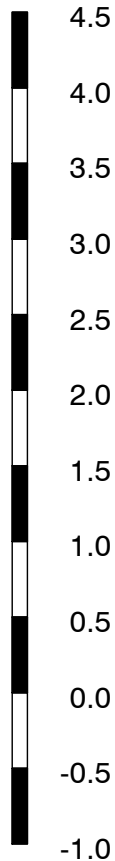
RKS 122

9,84 m NHN

m NHN

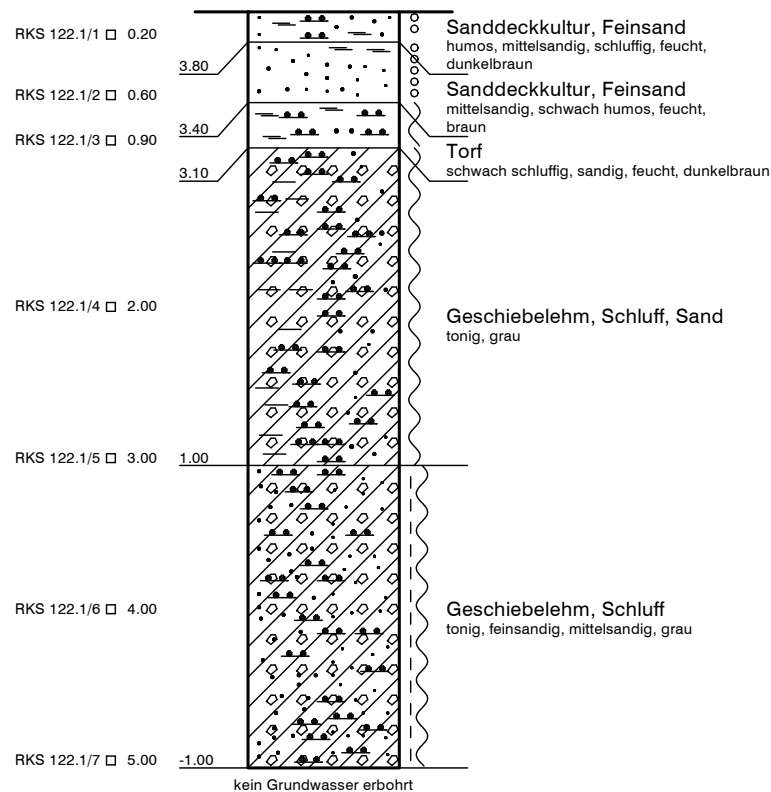


m NHN



RKS 122.1

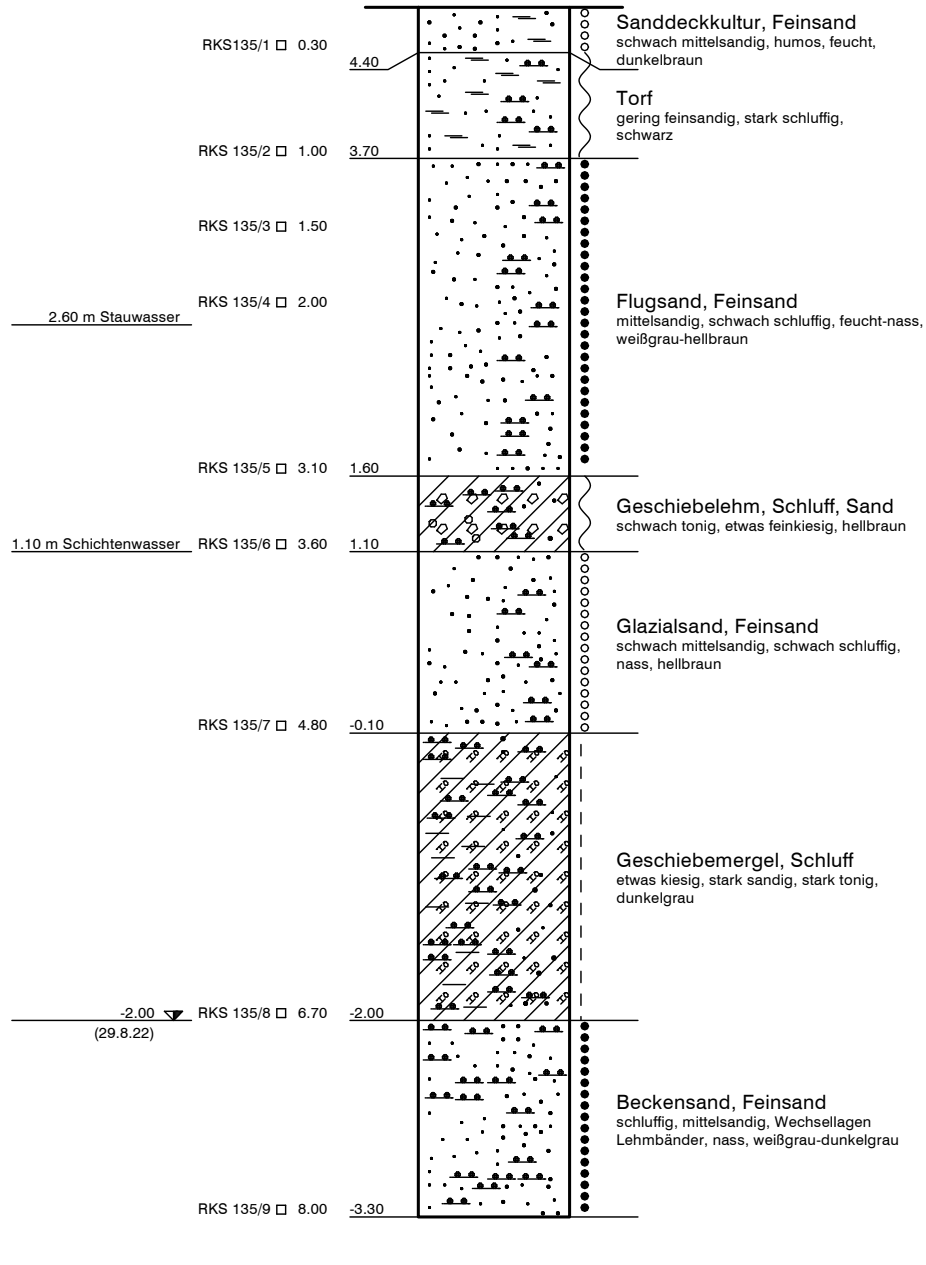
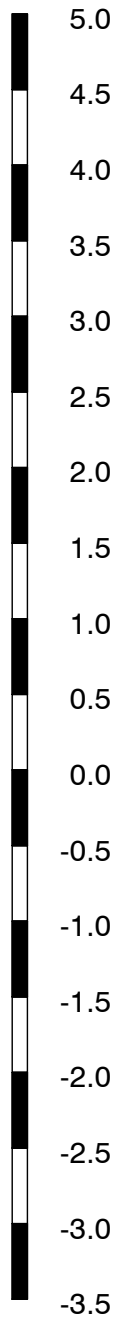
4,00 m NHN



RKS 135

4,70 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: 29.08.2022

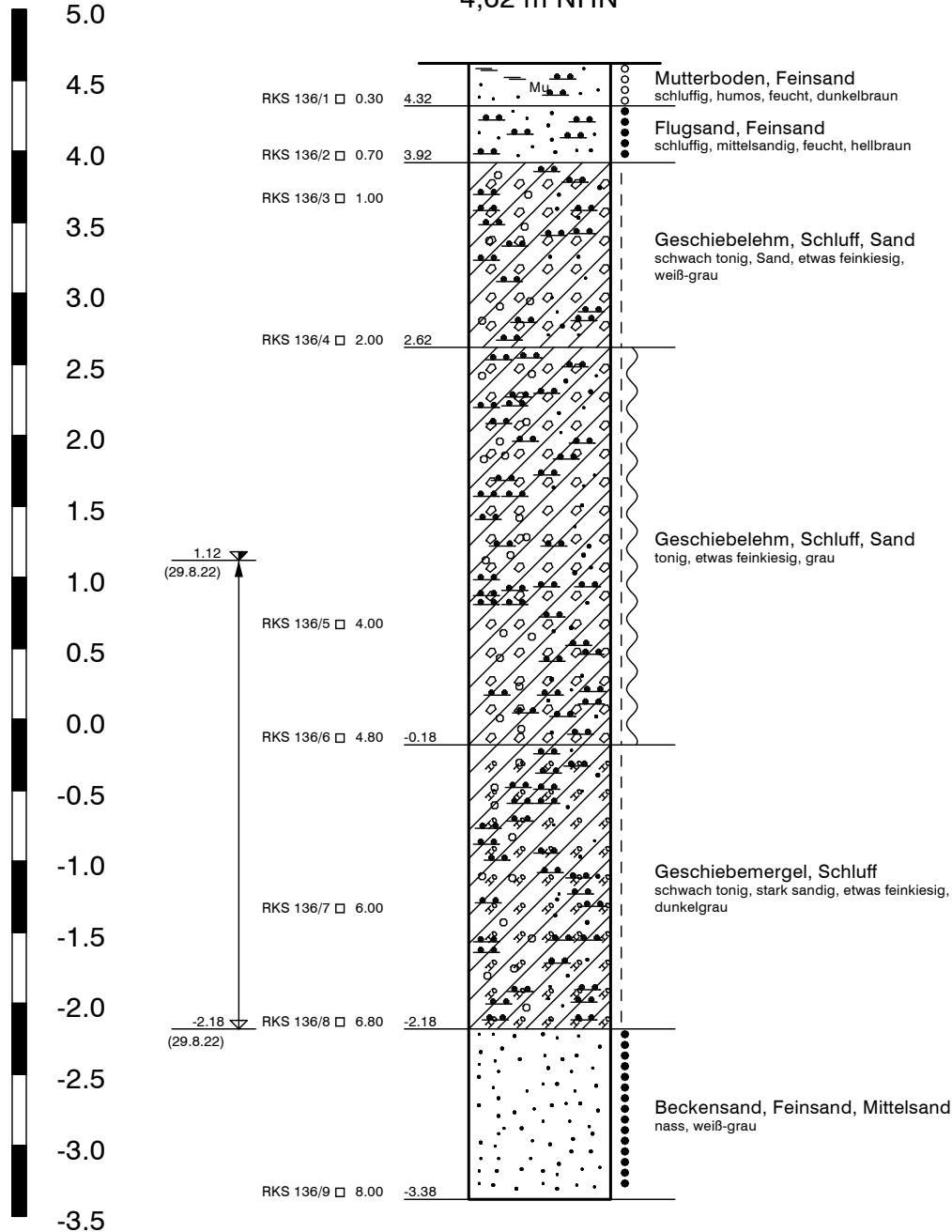
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

m NHN

RKS 136

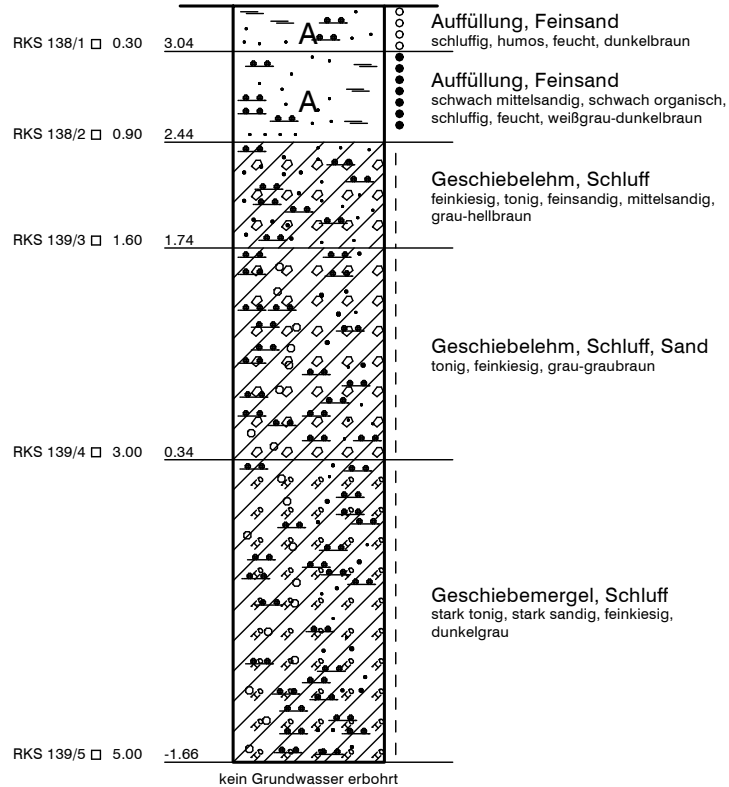
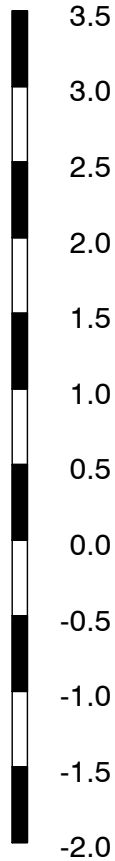
4,62 m NHN



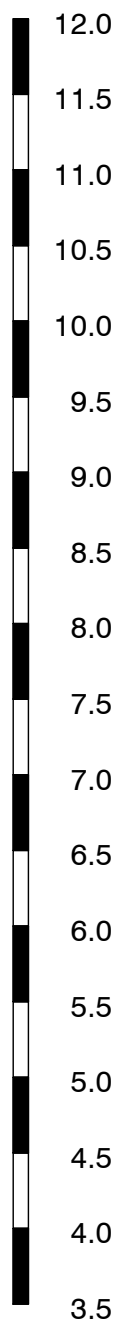
RKS 138

3,34 m NHN

m NHN

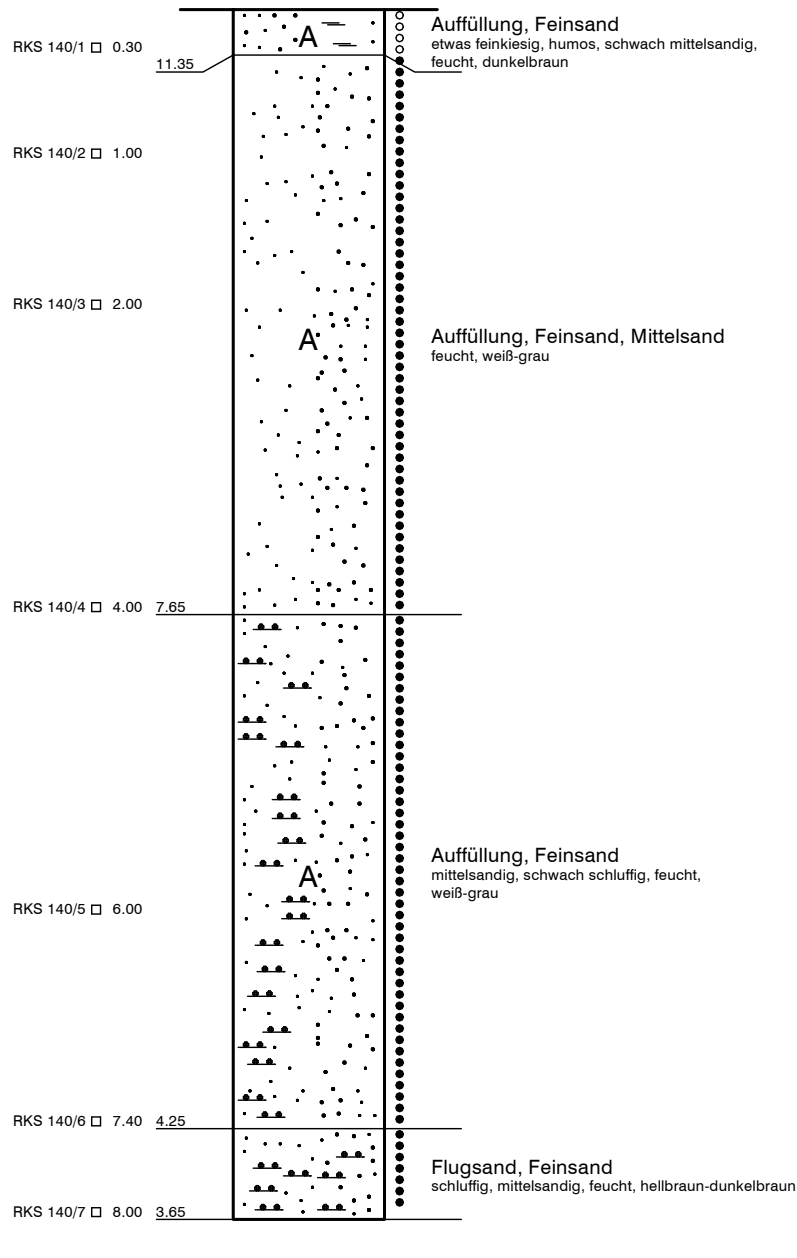


m NHN

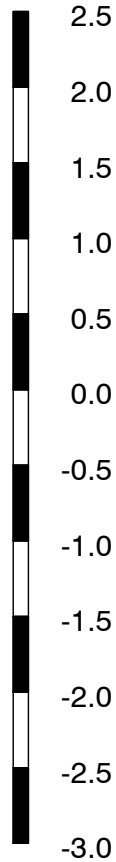


RKS 140

11,65 m NHN

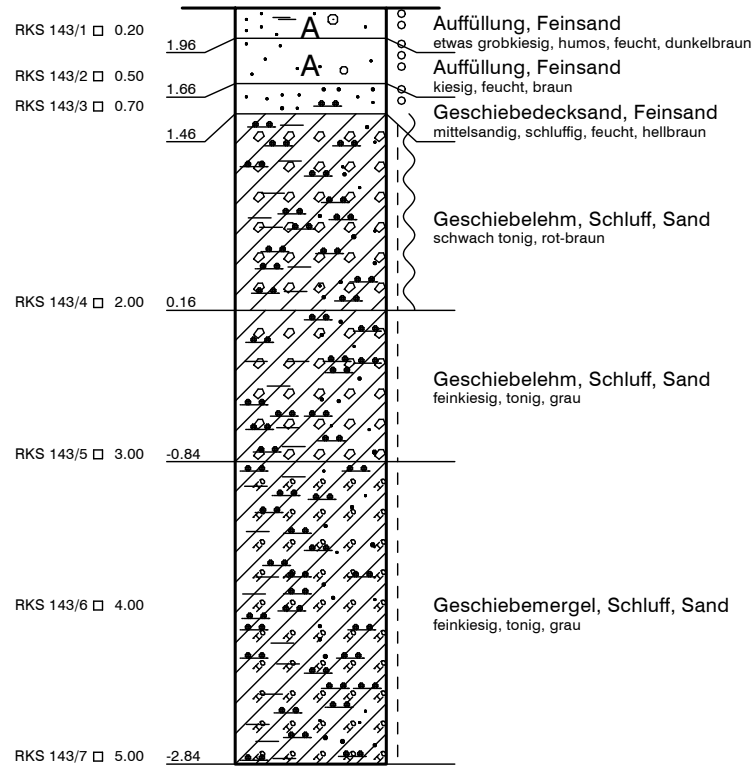


m NHN



RKS 143

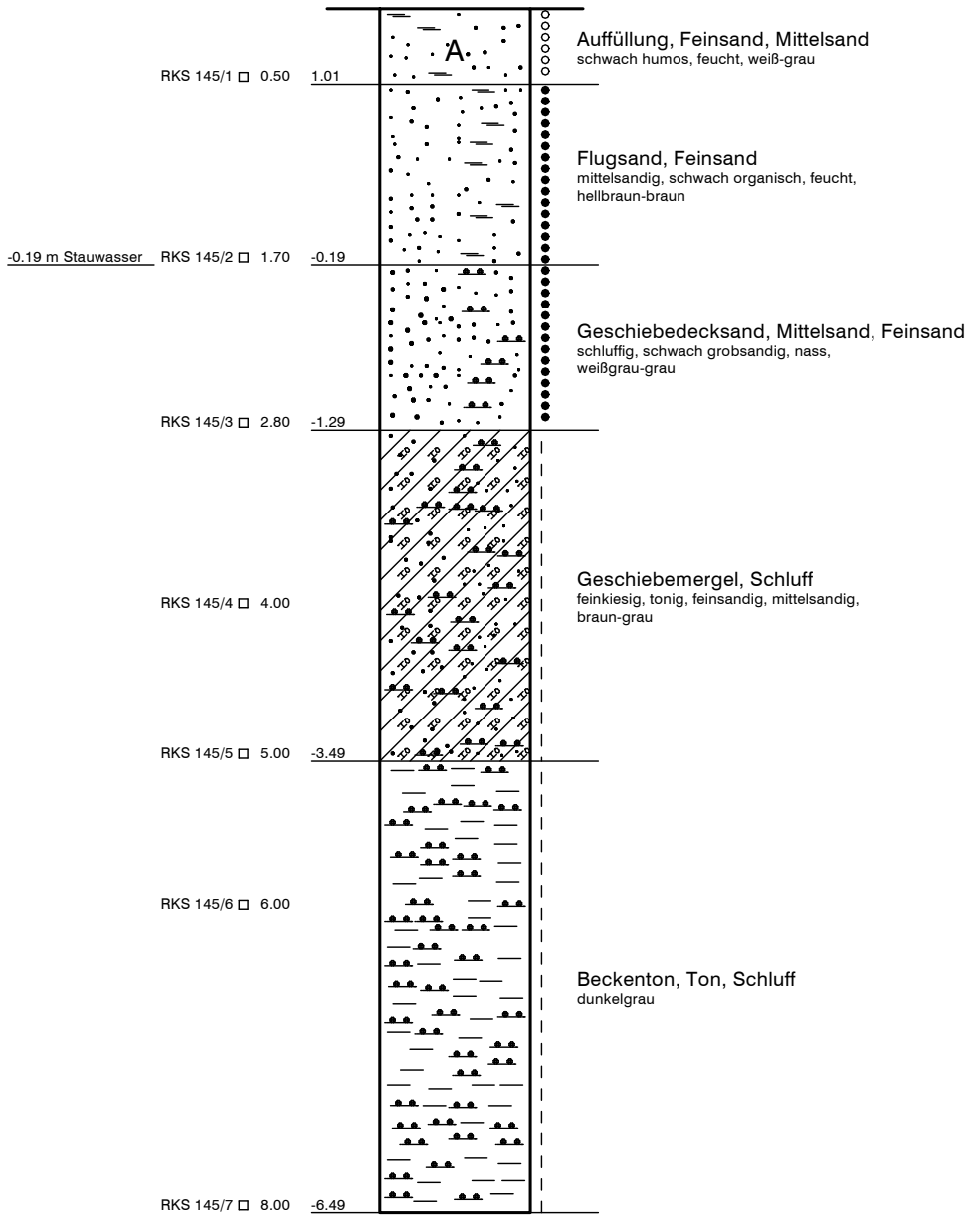
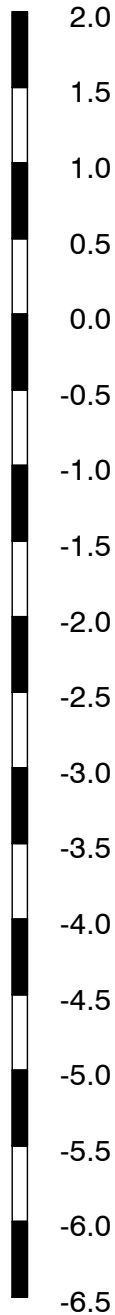
2,16 m NHN



m NHN

RKS 145

1,51 m NHN



RP
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: 23.08.2022

Maßstab: 1: 50

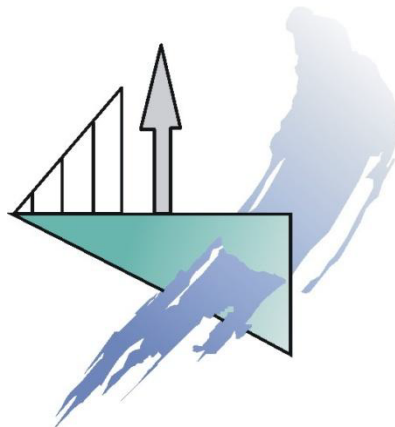
Bearbeiter: Herr Rapp

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

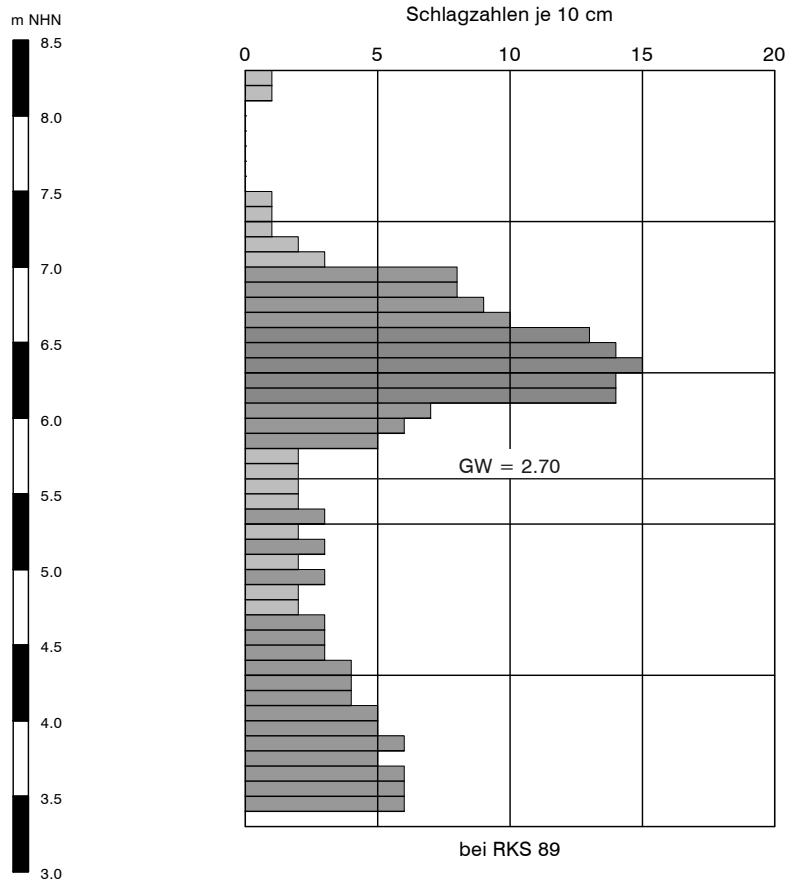
Anhang 2.2

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



DPH 89

8,30 m NHN

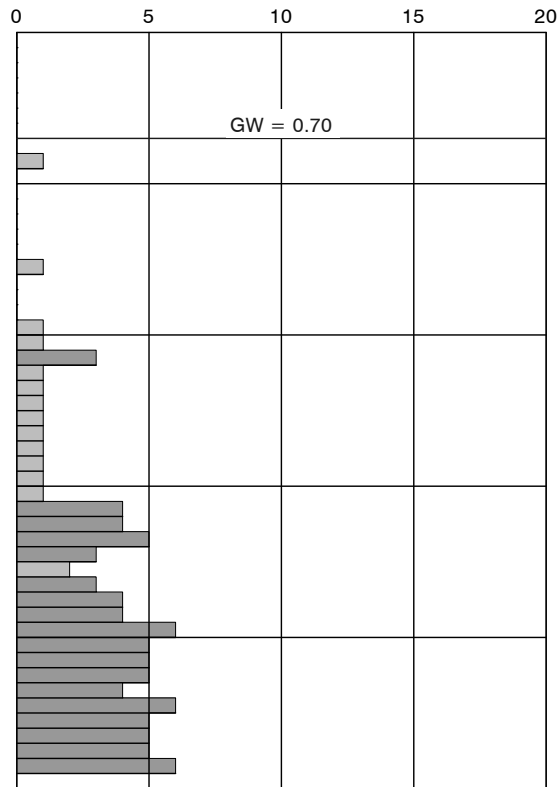
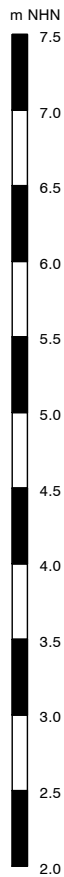


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	0
0.40	0
0.50	0
0.60	0
0.70	0
0.80	0
0.90	1
1.00	1
1.10	1
1.20	2
1.30	3
1.40	8
1.50	8
1.60	9
1.70	10
1.80	13
1.90	14
2.00	15
2.10	14
2.20	14
2.30	7
2.40	6
2.50	5
2.60	2
2.70	2
2.80	2
2.90	2
3.00	3
3.10	2
3.20	3
3.30	2
3.40	3
3.50	2
3.60	2
3.70	3
3.80	3
3.90	3
4.00	4
4.10	4
4.20	4
4.30	5
4.40	5
4.50	6
4.60	5
4.70	6
4.80	6
4.90	6

DPH 101

7,05 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



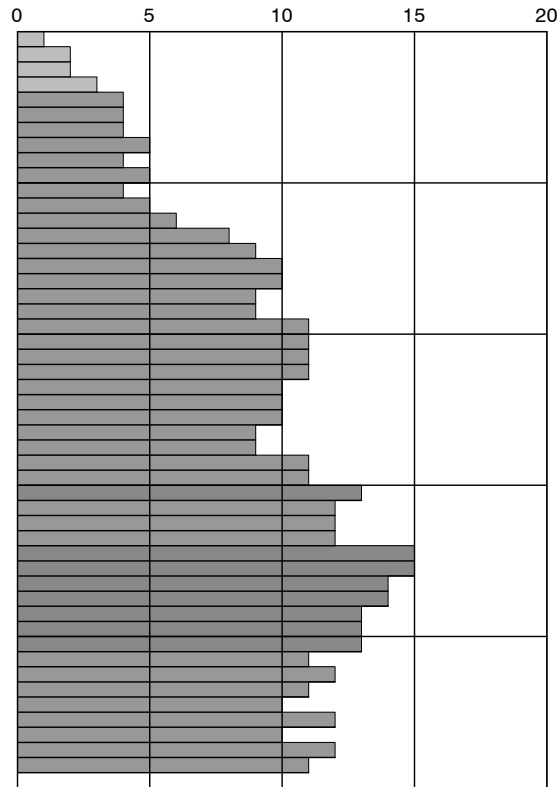
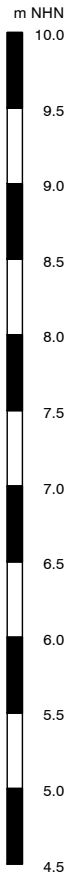
bei RKS 101

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	0
0.30	0
0.40	0
0.50	0
0.60	0
0.70	0
0.80	0
0.90	1
1.00	0
1.10	0
1.20	0
1.30	0
1.40	0
1.50	0
1.60	1
1.70	0
1.80	0
1.90	0
2.00	1
2.10	1
2.20	3
2.30	1
2.40	1
2.50	1
2.60	1
2.70	1
2.80	1
2.90	1
3.00	1
3.10	1
3.20	4
3.30	4
3.40	5
3.50	3
3.60	2
3.70	3
3.80	4
3.90	4
4.00	6
4.10	5
4.20	5
4.30	5
4.40	4
4.50	6
4.60	5
4.70	5
4.80	5
4.90	6

DPH 122

9,84 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



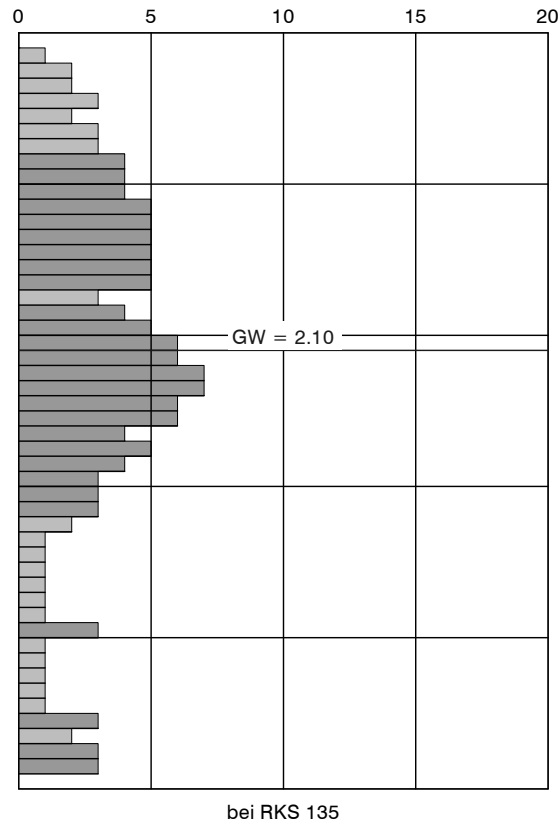
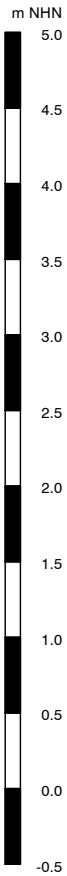
bei RKS 122

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	2
0.30	2
0.40	3
0.50	4
0.60	4
0.70	4
0.80	5
0.90	4
1.00	5
1.10	4
1.20	5
1.30	6
1.40	8
1.50	9
1.60	10
1.70	10
1.80	9
1.90	9
2.00	11
2.10	11
2.20	11
2.30	11
2.40	10
2.50	10
2.60	10
2.70	9
2.80	9
2.90	11
3.00	11
3.10	13
3.20	12
3.30	12
3.40	12
3.50	15
3.60	15
3.70	14
3.80	14
3.90	13
4.00	13
4.10	13
4.20	11
4.30	12
4.40	11
4.50	10
4.60	12
4.70	10
4.80	12
4.90	11

DPH 135

4,70 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

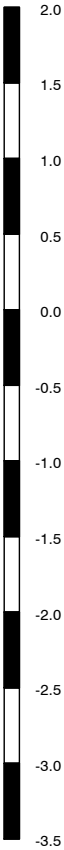


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	1
0.30	2
0.40	2
0.50	3
0.60	2
0.70	3
0.80	3
0.90	4
1.00	4
1.10	4
1.20	5
1.30	5
1.40	5
1.50	5
1.60	5
1.70	5
1.80	3
1.90	4
2.00	5
2.10	6
2.20	6
2.30	7
2.40	7
2.50	6
2.60	6
2.70	4
2.80	5
2.90	4
3.00	3
3.10	3
3.20	3
3.30	2
3.40	1
3.50	1
3.60	1
3.70	1
3.80	1
3.90	1
4.00	3
4.10	1
4.20	1
4.30	1
4.40	1
4.50	1
4.60	3
4.70	2
4.80	3
4.90	3

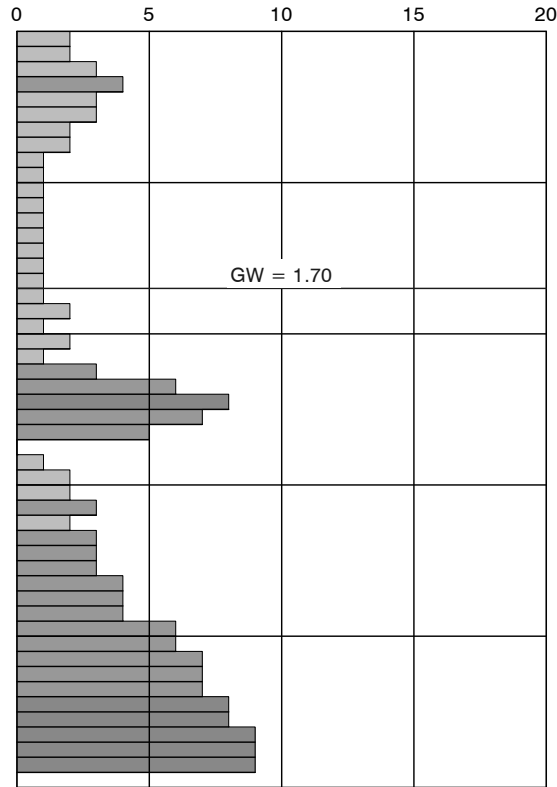
DPH 145

1,51 m NHN

m NHN



Schlagzahlen je 10 cm



bei RKS 145

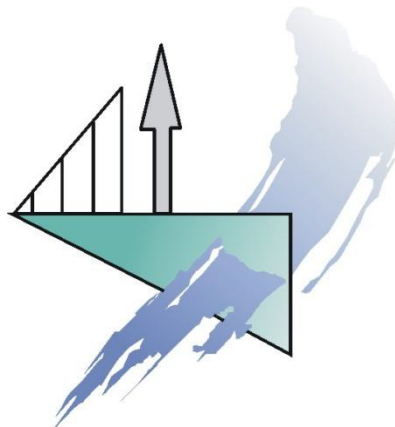
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	2
0.30	3
0.40	4
0.50	3
0.60	3
0.70	2
0.80	2
0.90	1
1.00	1
1.10	1
1.20	1
1.30	1
1.40	1
1.50	1
1.60	1
1.70	1
1.80	1
1.90	2
2.00	1
2.10	2
2.20	1
2.30	3
2.40	6
2.50	8
2.60	7
2.70	5
2.80	0
2.90	1
3.00	2
3.10	2
3.20	3
3.30	2
3.40	3
3.50	3
3.60	3
3.70	4
3.80	4
3.90	4
4.00	6
4.10	6
4.20	7
4.30	7
4.40	7
4.50	8
4.60	8
4.70	9
4.80	9
4.90	9

Anhang 2

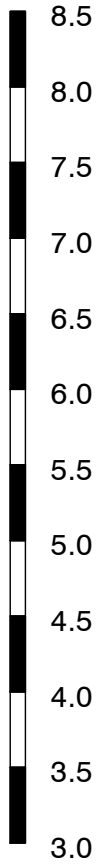
Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.3

Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstellen



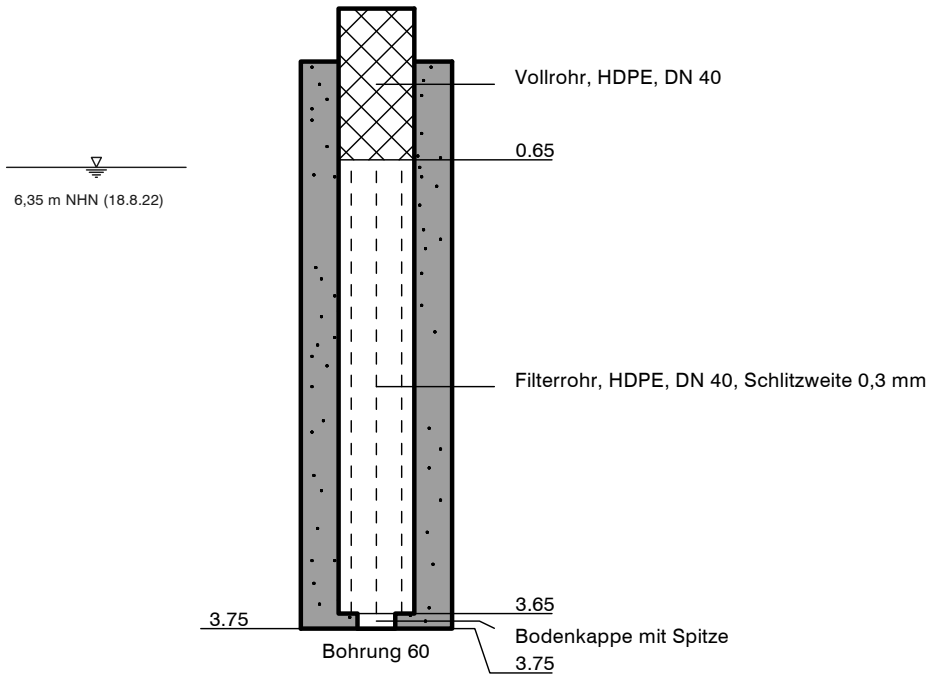
m NHN



RP 101

7,40 m NHN (POK)

7,05 m NHN

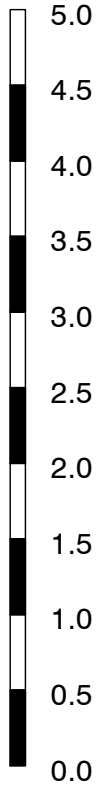


RP 135

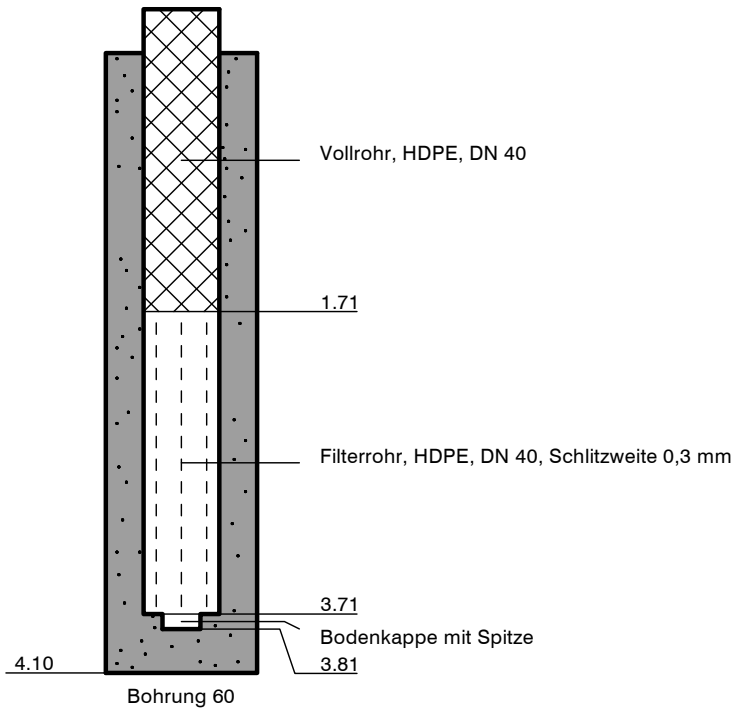
4,99 m NHN (POK)

4,70 m NHN

m NHN



2,60 m NHN (29.8.22)



RP
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.: 06-4082

Anhang-Nr.: 2

Datum: 29.08.2022

Maßstab: 1:50

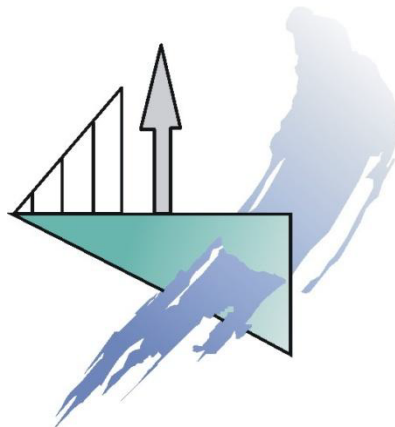
Bearbeiter: Herr Rapp

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.4

Grundwasserprobenahmeprotokolle



Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner RP Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKs 101	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 101	Rechtswert		Hochwert	
Datum	18.08.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN 40				
Filterlage von	1,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	1,05	vorher	2,80	nachher	
Entnahmetiefe	3	m unter POK			
Art der Probenahme		mit	Gigant		
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	8 l		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	braun	Trübung	stark		
Bodensatz	wenig	Geruch	muffig		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	22	Wassertemperatur °C	13		
pH-Wert	5,1	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	4,72		
Sauerstoffgehalt mg/l	0,70	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Wagner				
Unterschrift					
Bemerkungen					

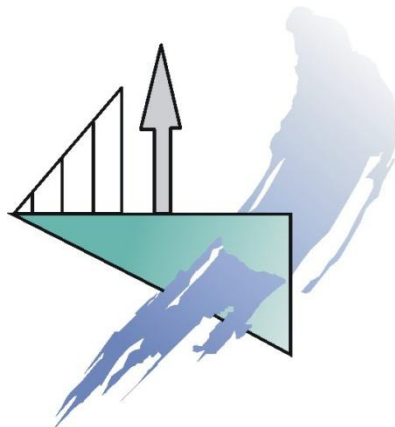
Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer		
Probenkennzeichnung	RKS 135	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 135	Rechtswert		Hochwert	
Datum	29.08.22	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN 40				
Filterlage von	2,00	bis	4,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	2,40	vorher	3,30	nachher	
Entnahmetiefe	3,5	m unter POK			
Art der Probenahme		mit	Gigant		
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	5 l		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	hellbraun	Trübung	stark		
Bodensatz	wenig	Geruch	ohne		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	24	Wassertemperatur °C	14		
pH-Wert	6,7	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	799		
Sauerstoffgehalt mg/l	2,65	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer	Wagner				
Unterschrift					
Bemerkungen					

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.1

Kornverteilungen

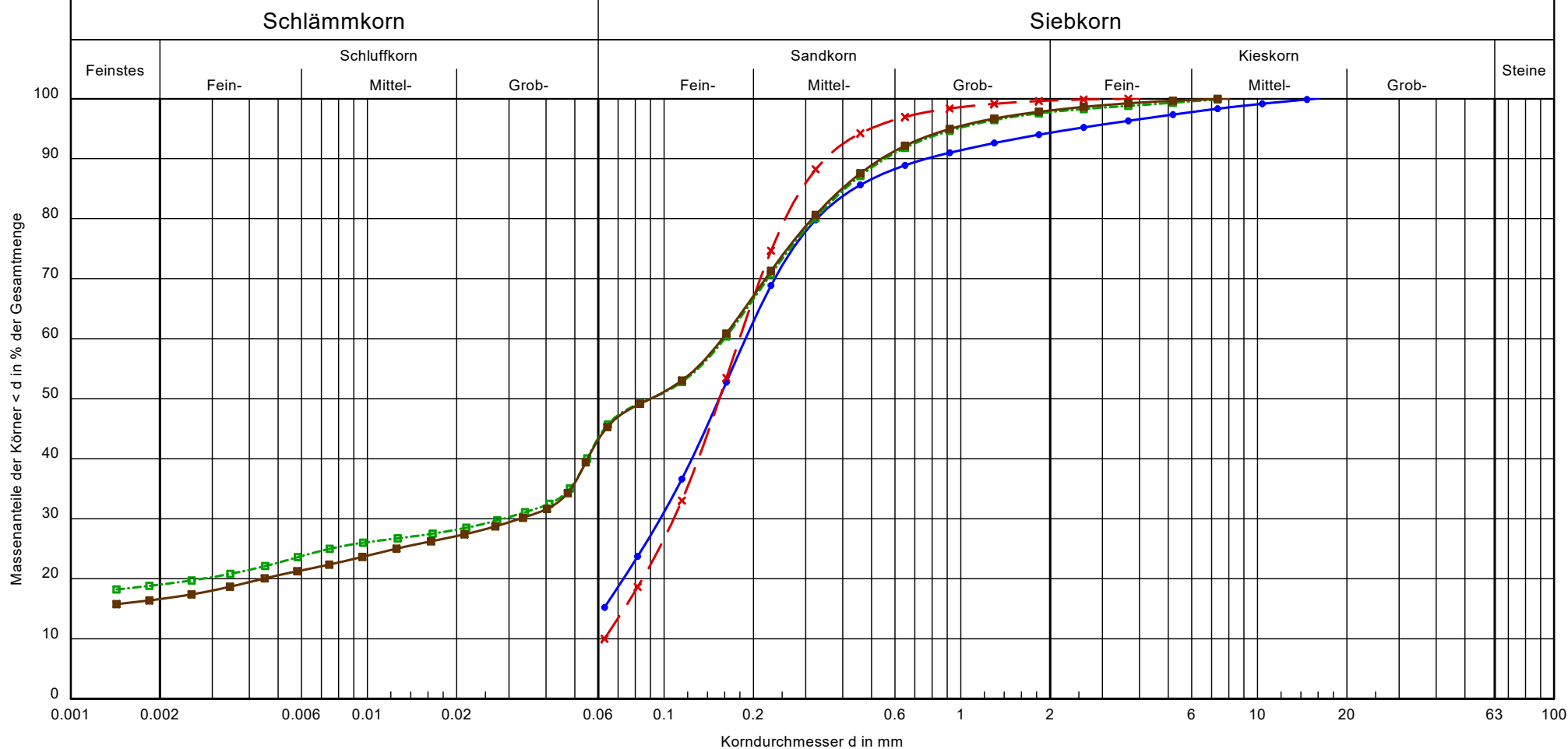


Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

5. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
Probe entnommen am: 12.08.-15.09.2022
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 09.22 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 89/4	RKS 100/4	RKS 101/3	RKS 107/6
Tiefe:	2,0-2,7m	1,6-2,2m	2,8-5,0m	4,5-6,5m
Bodenart:	fS, u, ms, g', gs'	fS, ms, u'	S, t, u	S, t, u
Bodengruppe:	SU*	SU		
k (m/s) (Hazen):	$\sim 3,5 \times 10^{-5}$	$\sim 4,2 \times 10^{-5}$		
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-
Signatur:	—●—	—x—x—	—□—□—	—■—■—
Kornkennzahl	0281	0190	2350	2350
Anteile:	- /15.2/79.1/5.7	- /10.0/89.7/0.3	19.0/25.9/52.7/2.3	16.6/28.0/53.3/2.0

Bemerkungen:
Nassabtrennungen bei
RKS 89/4 und RKS 100/4

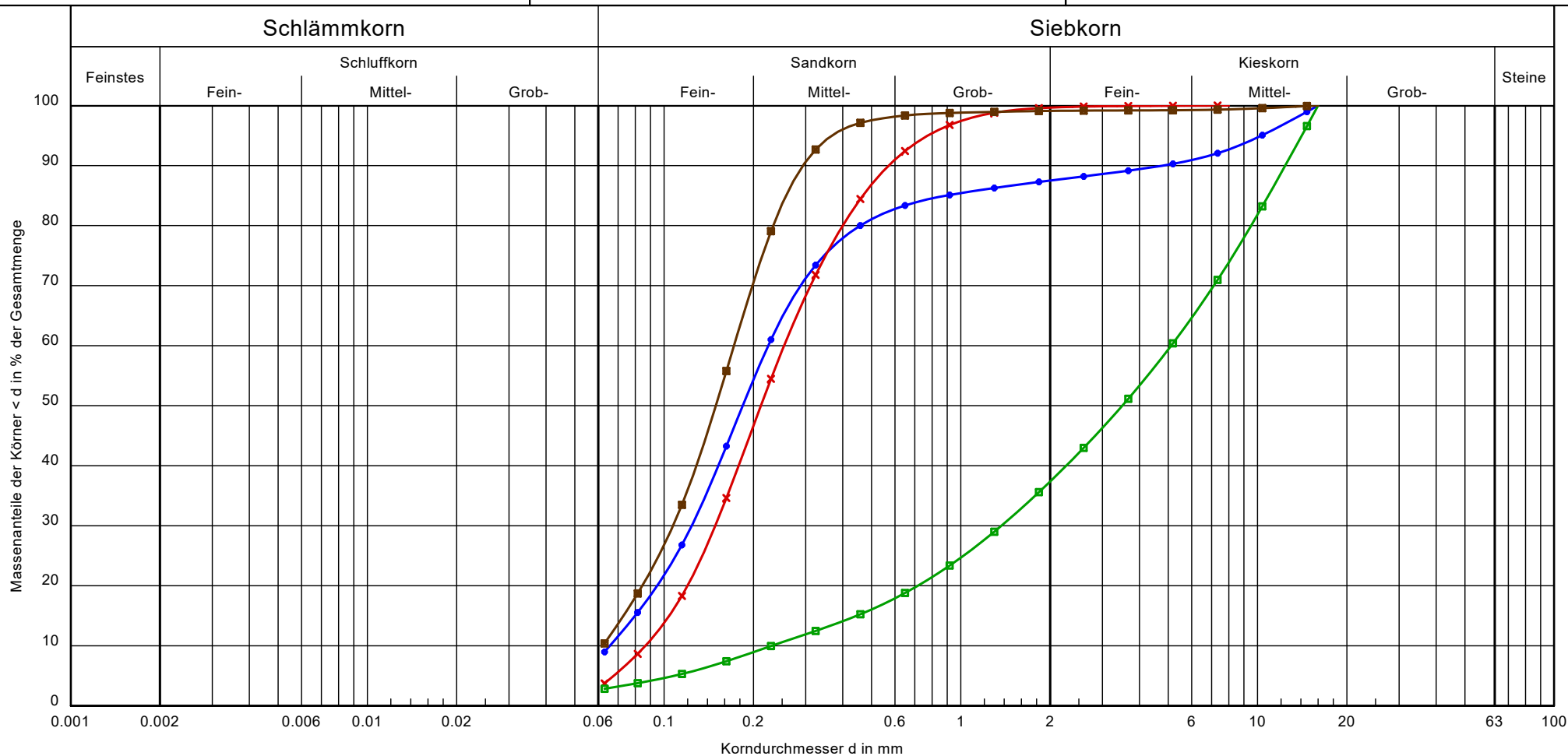
Projekt-Nr.:
06-5765
Anhang:
3





Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

5. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 12.08.-15.09.2022
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22 / Reinke



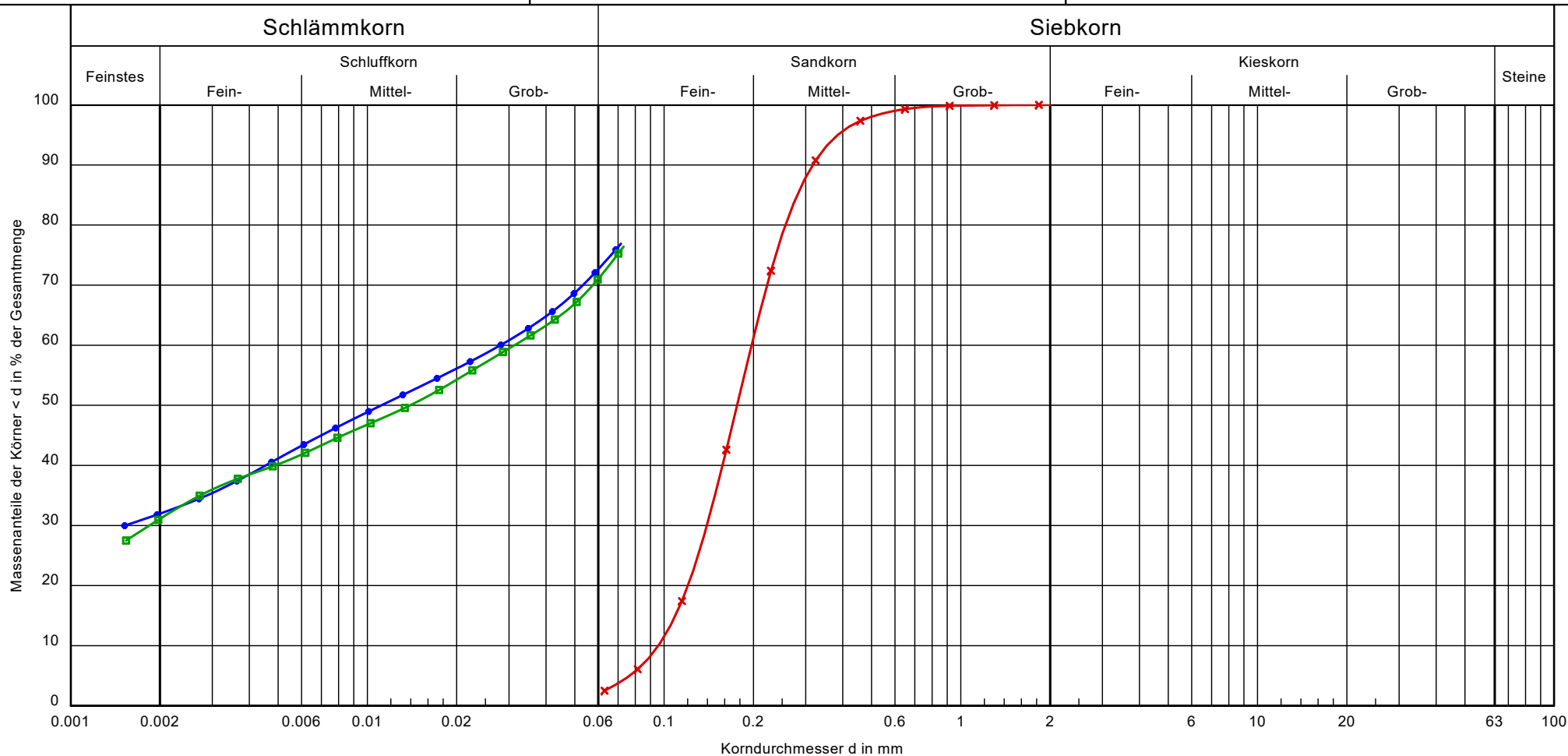
Probenbezeichnung:	RKS 111/4	RKS 122/4	RKS 122/9	RKS 135/5	Bemerkungen: Nassabtrennungen bei RKS 111/4 und RKS 135/5	3 Anhang: 06-5765 Projekt-Nr.:
Tiefe:	2,1-2,9m	2,0-3,0m	6,5-7,0m	2,0-3,1m		
Bodenart:	fS, ms, u', mg'	fS, mS, gs'	G, gs, fs', ms'	fS, ms, u'		
Bodengruppe:	SU	SE	GW	SU		
k (m/s) (Hazen):	5,0x10 ⁻⁵	8,7x10 ⁻⁵	6,2x10 ⁻⁴	~4,2x10 ⁻⁵		
U/Cc	3.4/1.0	2.9/1.0	22.2/1.6	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	0181	00100	0036	0190		
Anteile:	- /9.0/78.5/12.5	- /3.7/95.9/0.4	- /2.8/34.5/62.6	- /10.4/88.7/0.9		



Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

5. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 12.08.-15.09.2022
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22 / Reinke



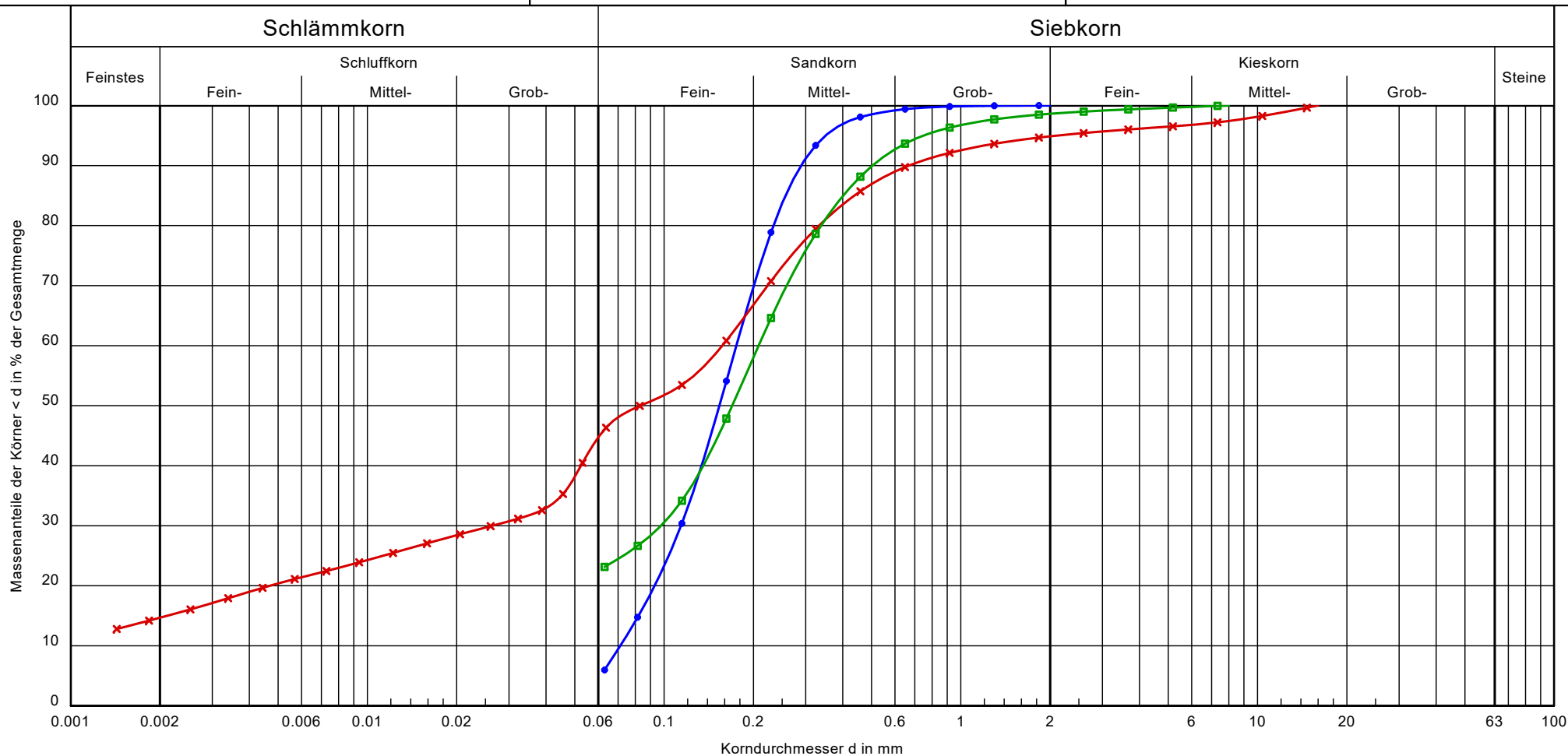
Probenbezeichnung:	RKS 135/8	RKS 136/9	RKS 138/4	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	4,8-6,7m	6,8-8,0m	1,6-3,0m		
Bodenart:	U, t, fs	fS, ms	U, t, fs		
Bodengruppe:		SE			
k (m/s) (Hazen):	-	$1.1 \cdot 10^{-4}$	-		
U/Cc	-/-	2.1/1.0	-/-		
Signatur:					
Kornkennzahl	3430	00100	3430		
Anteile:	32.0/41.8/26.2/ -	- /2.5/97.5/ -	31.1/41.2/27.7/ -		

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

5. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 12.08.-15.09.2022
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22 / Reinke

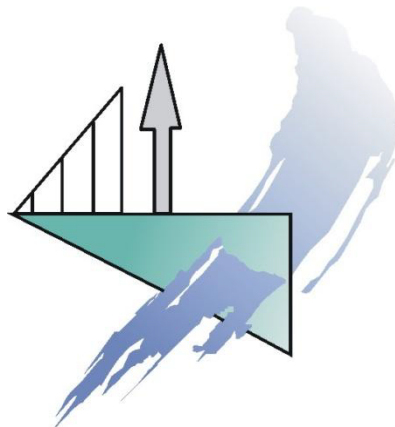


Probenbezeichnung:	RKS 140/5	RKS 143/5	RKS 145/3	Bemerkungen: Nassabtrennung bei RKS 145/3	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	4,0-6,0m	2,0-3,0m	1,7-2,8m		
Bodenart:	fS, ms, u'	S, u, t', g'	S, u		
Bodengruppe:	SU		SU*		
k (m/s) (Hazen):	$5.9 \cdot 10^{-5}$	-	-		
U/Cc	2.5/1.0	-/-	-/-		
Signatur:	—●—	—x—	—■—		
Kornkennzahl	0190	1351	0280		
Anteile:	- /6.0/94.0/ -	14.7/31.3/48.8/5.1	- /23.1/75.5/1.4		

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: 09.2022
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 12.08.-15.09.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 100/4 1,6-2,2m		RKS 101/2 1,0-2,8m	
Behälter Nr.	6	17	20	7
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	43,052	49,790	54,267	54,113
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	39,640	46,321	25,452	24,853
Behälter m_B [g]	20,012	26,583	19,822	19,175
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	3,412	3,469	28,815	29,260
Trockene Probe m_d [g]	19,628	19,738	5,630	5,678
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100$ %	17,383	17,575	511,812	515,322
	17,479		513,567	

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Art der Entnahme: gestört

Datum: 09.2022

Entnahme am: 12.08.-15.09.2022

Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 101/3 2,8-5,0m		RKS 107/6 4,5-6,0m	
Behälter Nr.	3	37	38	35
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	25,293	25,267	21,502	21,426
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	21,022	21,189	19,461	19,267
Behälter m_B [g]	1,200	1,195	1,185	1,177
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	4,271	4,078	2,041	2,159
Trockene Probe m_d [g]	19,822	19,994	18,276	18,090
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	21,547	20,396	11,168	11,935
	20,971		11,551	

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

Anhang: 3
Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 12.08.-15.09.2022

Projekt-Nr.: 06-5765
Datum: 09.2022
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 135/8 4,8-6,7m		RKS 138/4 1,6-3,0m	
Behälter Nr.	48	74	601	109
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	22,670	22,661	22,264	22,325
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	20,096	20,134	19,736	19,725
Behälter m_B [g]	1,199	1,193	1,184	1,189
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,574	2,527	2,528	2,600
Trockene Probe m_d [g]	18,897	18,941	18,552	18,536
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	13,621	13,341	13,627	14,027
	13,481		13,827	

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

Anhang: 3
Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 12.08.-15.09.2022

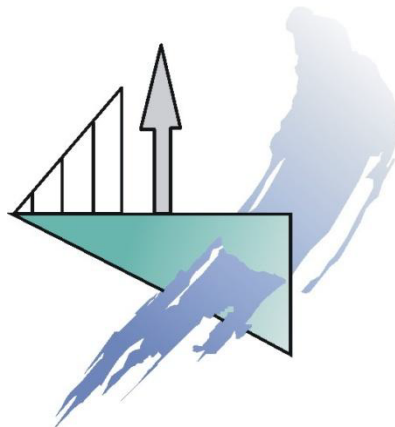
Projekt-Nr.: 06-5765
Datum: 09.2022
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 143/5 2,0-3,0m			
Behälter Nr.	106	77		
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	21,490	21,564		
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	19,041	19,065		
Behälter m_B [g]	1,189	1,189		
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,449	2,499		
Trockene Probe m_d [g]	17,852	17,876		
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	13,718	13,980		
	13,849			

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
5. Abschnitt

Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Datum: 09.2022

Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 12.08.-18.08.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 100/4 1,6-2,2m		RKS 101/2 1,0-2,8m	
Behälter Nr.	6	17	20	7
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	39,640	46,321	25,452	24,853
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	39,283	45,934	21,659	21,102
Behälter m_B [g]	20,012	26,583	19,822	19,175
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	0,357	0,387	3,793	3,751
Trockene Probe m_d [g]	19,628	19,738	5,63	5,678
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	1,82	1,96	67,37	66,06
	1,89		66,72	

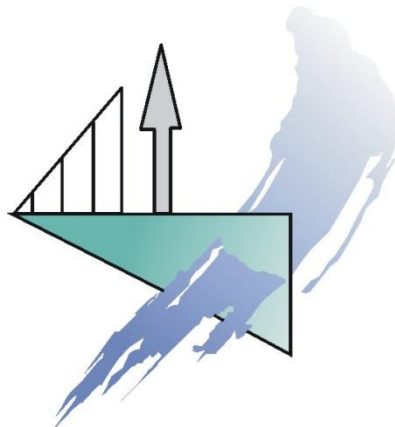
Bemerkungen:

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

12. Oktober 2022

PRÜFBERICHT 061022036

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer BA
Probenahme: durch Auftraggeber am 18.08. + 23.08. + 24.08.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 29.08.2022
Probeneingang: 29.08.2022
Prüfzeitraum: 29.08.2022 – 12.10.2022
Probennummer: 152238 - 152240 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: z. T. Nachanalytik
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 - 4

Messverfahren: Seite 2

Qualitätskontrolle:

Dr. Farzin Mostaghimi
(Projektleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Prüfbericht 061022036

Seite 1

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

freiboldstraße 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



DR. DÖRING
LABORATORIEN

Messverfahren:	Ammonium	DIN 38406-E 5: 1983-10
	Nitrit	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04
	Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Phosphor	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	AOX	DIN EN ISO 9562 (H 14): 2005-02
	Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2 (H 53): 2001-07
	Kalzium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523: 2012-04
	Säurekapazität	DIN 38409-H 7: 2005-12
	Stickstoff, gesamt	DIN EN 15936:2012-11
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05

Labornummer	152238
Probenbezeichnung	RP 101
Dimension	[µg/L]
Kohlenwasserstoffe, C ₁₀ -C ₂₂	< 100
Kohlenwasserstoffe, C ₁₀ -C ₄₀	1.000
Nitrat	1.000
Nitrit	30
Ammonium	9.600
Stickstoff, gesamt	14.000
Chlorid	30.000
Sulfat	1.200
Phosphor	97
AOX	630
Eisen, gesamt	760
Eisen(II)	760

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

7. Oktober 2022

PRÜFBERICHT 290922053

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer
Probenahme: durch Auftraggeber am 29.08.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 28.09.2022
Probeneingang: 28.09.2022
Prüfzeitraum: 29.09.2022 – 07.10.2022
Probennummer: 159995 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -
Sonstiges:
Analysenbefunde: Seite 3
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellw. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

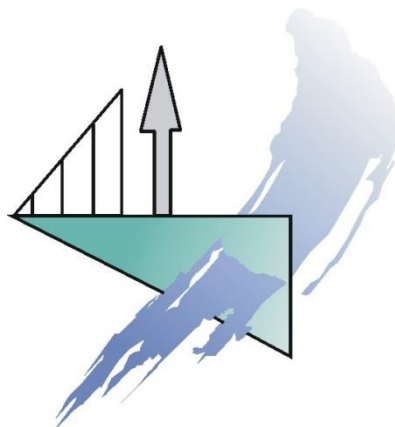
Messverfahren:	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05
	Phosphor	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
	Nitrit	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Nitrat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	CSB	DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
	Huminsäuren	photometrisch
	TN _b	DIN EN 12260 (H 34): 2003-12
	AOX	DIN EN ISO 9562 (H 14): 2005-12
	Kohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2 (H 53): 2001-07

Labornummer		159995	
Probenbezeichnung		GW 135	
Dimension		[µg/L]	
Eisen		470	
Eisen (II)		79	
Phosphor		< 50	
Ammonium-N		1.100	
Nitrit		120	
Chlorid		41.00	
Sulfat		37.000	
Nitrat		54.000	
CSB [mg/L O ₂]		150	
Huminsäuren [mg/L]		1,3	
Nges		12.000	
AOX		41	
Kohlenwasserstoffe (GC)		< 100	

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 2; 5. Abschnitt

Überschlägiges 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 [-]:

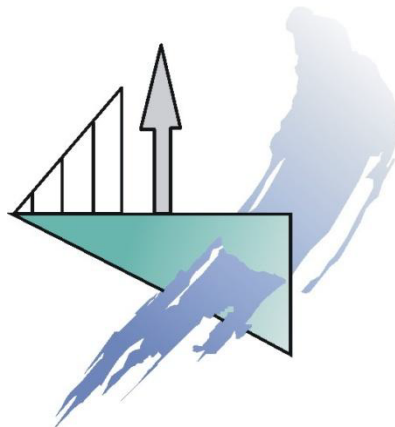
Bodenart	Lagerungs- dichte	Bodenkenn- ziffer B_k	Bodenart	Konsistenz	Bodenkenn- ziffer B_k
nicht bindige Böden	sehr dicht	1,5	bindige Böden	fest	2
	dicht	2		steif	3
	locker	3		weich	4
	sehr locker	4		breiig	6
Berechnung				Sand	bindige Böden
Bodenkennziffer B_k				2,5	4
Bohrdurchmesser D_a [m]				0,61	0,61
Überdeckungshöhe $h_{\bar{u}}$ [m]				1,5	1,5
Setzung s [cm]				0,68	1,09
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	GZ 1C	Sehr große Verformungen oder
GEO 3		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