

Geotechnisches Streckengutachten

zum

Neubau einer Gasanbindung

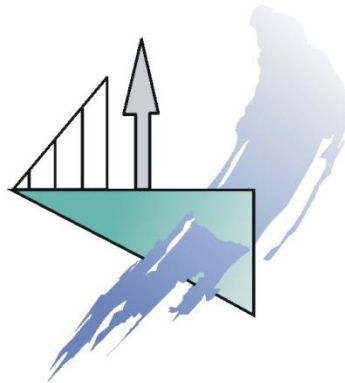
Wilhelmshaven – Leer (GWL)



Baulos 2 Westerstede - Leer

7. Abschnitt – Stationierungs-km 58,055 bis 68,400

Landkreis Leer



RPGeolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

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

© 2023 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 originalunterschriebenen Druckversion in Papierform gültig.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	II
TABELLENVERZEICHNIS	II
ANHANGSVERZEICHNIS	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
1 UNTERSUCHUNGSANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 VORHANDENE PLANUNTERLAGEN	2
3 BAUVORHABEN	3
4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse	5
4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
4.3 Chemische Bodenuntersuchungen	9
5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	10
5.1 Regionalgeologischer Überblick und erfasster Baugrundaufbau.....	10
5.2 Homogenbereiche	14
6 GEOTECHNISCHE KLASSIFIZIERUNG DER SCHICHTEN UND ZUORDNUNG VON BODENKENNWERTEN	19
7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG	21
7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen.....	24
8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG.....	26
8.1 Empfehlungen für die Gründung der Gashochdruckleitung	27
8.2 Verfüllung des Rohrgrabens	30
9 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE UNTERQUERUNGEN.....	32
9.1 Offene Bauweise	32
9.2 Grabenlose Bauweise	34
10 UMGANG MIT SULFATSAUREN UND POTENZIELL SULFATSAUREN BÖDEN	37
11 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN.....	38

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 7. Abschnitt	12
Tabelle 5	Geologische Verhältnisse im Bereich des 7. Abschnittes	14
Tabelle 6	Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge	20
Tabelle 7	Zusammenfassende Ergebnisse der chemischen Grundwasseruntersuchungen im 7. Abschnitt, Landkreis Leer	24
Tabelle 8	Einstufung der Korrosionswahrscheinlichkeiten für die untersuchte Grundwasserprobe RP 93.2.3	25

ANHANGSVERZEICHNIS

1 Karten und Streckenbänder

- 1.1 Übersichtsplan der Aufschlüsse (Maßstab 1: 35.000)
- 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

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

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

Ziel der Untersuchungen ist:

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

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

Für die Baugrunderkundung wird die Leitungstrasse in sieben Abschnitte (Abschnitt 1 bis 7) unterteilt. Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung ist der 7. Abschnitt zwischen Stationierungs-km 58,055 und km 68,400. Der 7. Abschnitt beginnt an der Ostgrenze des Stadtgebietes Leer und endet südwestlich des Speichers Nütermoor und tangiert ausschließlich das Stadtgebiet von Leer.

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.

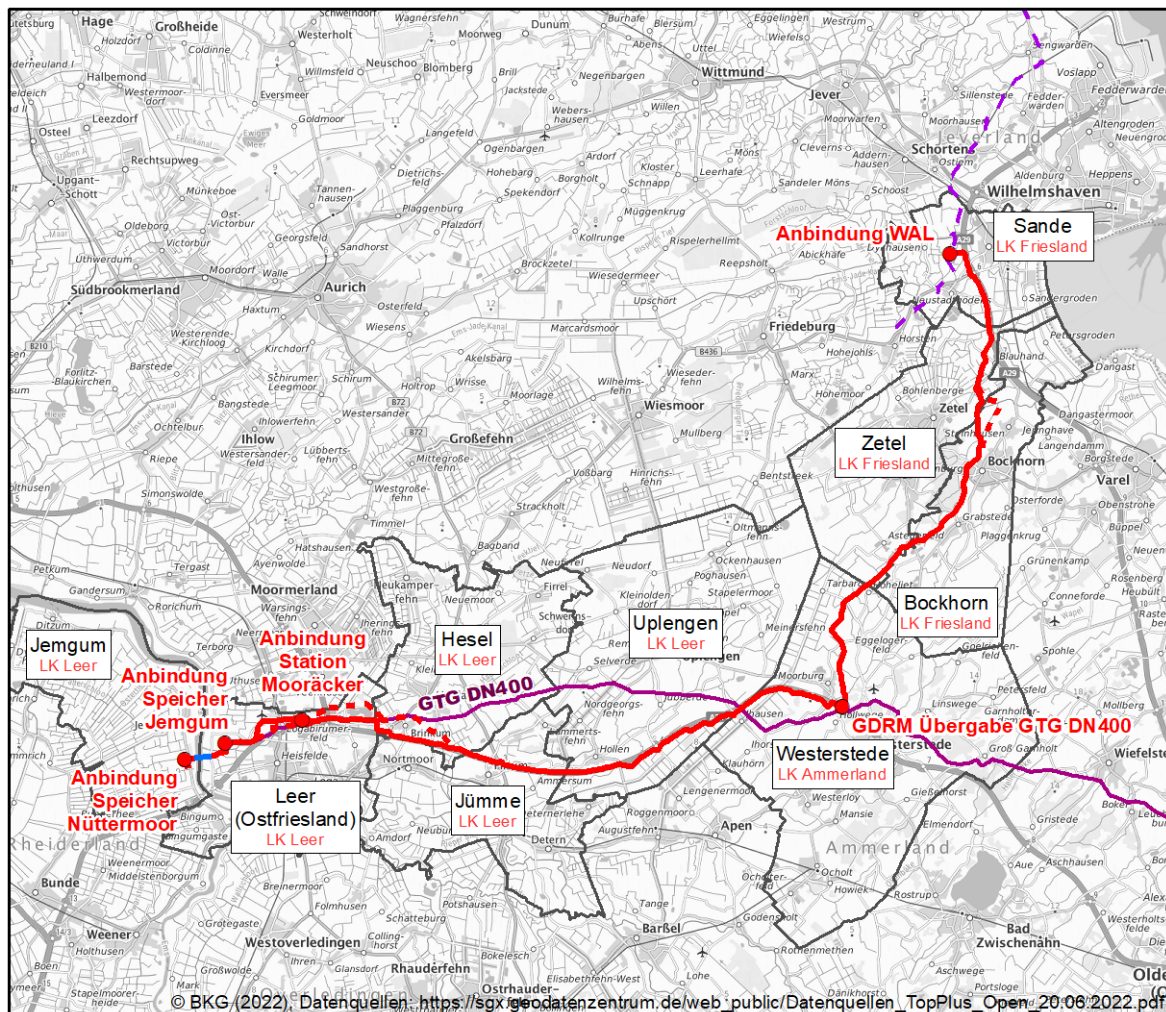
Für die Bearbeitung des ingenieurgeologischen Streckengutachtens wurden folgende allgemeine Unterlagen und Daten herangezogen:

- 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 Nütermoor 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 der Kreuzung von Gewässern und Straßen ist eine Überdeckungshöhe (Abstand zwischen Gewässersohle bzw. Fahrbahnoberkante und Rohrscheitel) von 1,5 m bis 2,0 m vorgesehen. Die Rohrsohlen kommen somit im Bereich der Gewässerkreuzungen ca. zwischen 3,5 m und 5,0 m unter Geländeoberkante zu liegen.

Bei der offenen Querung von Gewässern werden vorgefertigte Rohrbögen (Düker) offen in die zuvor ausgebaggerte Gewässerrinne eingelegt und verfüllt.

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

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

Des Weiteren sind im Verlauf der gesamten Leitungstrasse 13 gesteuerte Horizontalbohrungen (HDD-Verfahren) vorgesehen. Für diese Unterquerungen werden gesonderte Untersuchungen und geotechnische Berichte erstellt. Entlang des 7. Abschnittes sind zwei HDD-Bohrungen vorgesehen.

Der hier ausgewertete 7. Abschnitt weist eine Länge von 10,345 km (Stationierungs-km 58,055 bis 68,400) auf und tangiert ausschließlich das Gebiet der Stadt Leer.

Gemäß der vorläufigen Planung werden im Rahmen des 7. Abschnittes ca. 11 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.

In dem hier betrachteten 7. Abschnitt wurden der Baugrund an 24 Positionen entlang der Leitungstrasse aufgeschlossen. Bei km 67,140 wurde zusätzlich auf ein vorhandenes Baugrundaufschluss BS 2 der SCHMITZ + BEILKE Ingenieure GmbH, der im Rahmen der Erweiterung des Gasspeicher Nüttermoor am 16.06.2010 niedergebracht wurde.

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

Die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im 7. Abschnitt wurden im Zeitraum vom 08.09.2022 bis 22.02.2023 durch die RP Geolabor und Umweltservice GmbH ausgeführt.

Zur näheren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden auf der Strecke von km 58,055 bis km 68,400 insgesamt 24 Kleinrammbohrungen (RKS) bis in eine Tiefe von 5,0 bis 8,0 m u. GOK niedergebracht. Zur qualitativen Bewertung der Lagerungsdichten anstehender sandiger Schichtglieder und unterstützender Einschätzung der Konsistenzen wurden die Bohraufschlüsse an 11 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 DPH) die in der Tabelle 1 zugeordneten Schlagzahlen und Proctordichten für enggestufte Sande ($C_u \leq 3$) über und im Grundwasser.

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

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 den erstellten, temporären Messstellen wurde jeweils eine Grundwasserprobe zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Leer entnommen. Die Grundwasserprobe RP 93.2.3 wurde zusätzlich auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht. Die Ergebnisse der Wasseruntersuchungen sind in Kapitel 7.1 erläutert und als Laborprotokolle im Anhang 4.1 zusammengestellt.

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

Tabelle 2 Ausgeführte Feldarbeiten

Position	Stationierungs-km	Kleinbohrung/ Tiefe [m u. GOK]		Rammsondierung/ Tiefe [m u. GOK]		Rammpegel Ausbau [m]		GW-Probe	Höhe [m NHN]
95	58,830	RKS 95	5	DPH 95	5				6,08
92	59,290	RKS 92	5						5,45
97	59,800	RKS 97	8	DPH 97	5				2,74
90	60,220	RKS 90	5						1,43
91	60,710	RKS 91	8						0,96
93	61,050	RKS 93	5	DPH 93	5				1,00
93.1	61,730	RKS 93.1	8						0,53
93.2	62,110	RKS 93.2	5						1,28
93.2.1	62,140	RKS 93.2.1	5	DPH 93.2.1	5				0,91
93.2.2	62,205	RKS 93.2.2	4	DPH 93.2.2	5				0,10
93.2.3	62,320	RKS 93.2.3	6	DPH 93.2.3	5	RP 93.2.3	3	RP 93.2.3	-0,06
93.3	62,385	RKS 93.3	5	DPH 93.3	5				-0,05
93.4.1	63,300	RKS 93.4.1	8						0,66
93.4.2	63,340	RKS 93.4.2	8	DPH 93.4.2	8				-0,67
93.4.3	63,370	RKS 93.4.3	5						-0,71
93.5	63,460	RKS 93.5	8						-0,78
93.6	63,800	RKS 93.6	5	DPH 93.6	5				-0,81
93.7	64,250	RKS 93.7	5						-0,62
93.8	64,680	RKS 93.8	8	DPH 93.8	5	RP 93.8	2	RP 93.8	-0,05
93.9	65,120	RKS 93.9	5						0,42
116.1	65,700	RKS 116.1	8						-0,26
118.1	66,340	RKS 118.1	8			RP 118.1	3	GW 118.1	0,23
BS2	67,140	BS2	7						0,90
125	67,820	RKS 125	5						0,42
127	68,400	RKS 127	8	DPH 127	5				0,62

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

Proben-bezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Korn-verteilung	Wasser-gehalt	Glühverlust
RKS 95/5	2,0-3,0	X		
RKS 92/4	1,6-3,7	X	X	
RKS 97/5	3,0-5,0	X		
RKS 91/4	2,0-3,0	X		
RKS 91/6	5,0-7,0	X		
RKS 93/4	1,5-3,6	X		
RKS 93.1/5	1,6-3,0	X		
RKS 93.1/7	5,3-6,6	X	X	
RKS 93.2/6	1,7-3,0	X		
RKS 93.2/7	3,0-3,6	X		
RKS 93.2.1/4	1,1-2,4	X		
RKS 93.2.2/5	2,2-4,0	X		
RKS 93.2.3/5	1,9-4,0	X		
RKS 93.3/3	1,1-2,6	X		
RKS 93.4.1/6	3,0-4,0	X		
RKS 93.4.1/7	4,0-6,0	X		
RKS 93.4.2/5	2,0-4,0	X		
RKS 93.4.2/6	4,0-6,0	X		
RKS 93.4.3/5	3,0-5,0	X		
RKS 93.5/5	4,0-6,0	X		
RKS 93.6/4	1,6-2,6	X		
RKS 93.8/8	3,0-4,0	X	X	
RKS 116.1/8	4,0-6,0	X	X	X
RKS 118.1/5	4,0-6,6	X		
RKS 125/3	2,1-3,0	X		
RKS 127/2	1,0-2,0	X	X	

Die Reihenfolge der Probenbezeichnung richtet sich nach Stationierung-km

4.3 Chemische Bodenuntersuchungen

Nach den vorliegenden Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) können sulfatsaure Böden (PASS, potencial acid sulfate soils) nur im äußersten Westen (ab km ca. 65,700) des 7. Abschnittes in den Schichten bis 2,0 m u. GOK auftreten. Auf chemische Bodenuntersuchungen wurde hier verzichtet. Im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung ist in diesem Bereich besondere Aufmerksamkeit auf mögliches kleinräumiges Auftreten von potenziell sulfatsauren Böden zu legen. Ferner ist bei der Bauausführung ist auf eine schichtgerechte Aufnahme und den kurzfristigen Wiedereinbau im Grundwasserschwankungsbereich zu achten.

5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

5.1 Regionalgeologischer Überblick und erfasster Baugrundaufbau

Der hier ausgewertete 7. Abschnitt der GWL-Trasse verläuft generell von Westen nach Osten, weist eine Länge von 10,345 km (Stationierungs-km 58,055 bis 68,400) auf und tangiert ausschließlich das Gebiet der Stadt Leer. Der Untersuchungsabschnitt beginnt an der Ostgrenze der Gemeinde Stadt Leer und endet ca. 460 m östlich der Ems, südwestlich des Gasspeicher Nüstermoor.

Der östliche Teil des 7. Abschnittes liegt zwischen km 58,055 und ca. 62,350 naturräumlich im westlichen Randbereich 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, in Form einer Grundmoräne (Geschiebelehm /-mergel) und Schmelzwassersanden der Saale-Kaltzeit sowie älteren Beckenablagerungen (Beckentone und Beckensande) der Elster-Kaltzeit geprägt wird. Das Gelände fällt im Bereich des Geestrandes von 6,08 m NHN am Aufschlusspunkt RKS 95 (km 58,830) auf -0,06 m NHN im Bereich der Bohrung RKS 93.2.3 bei km 62,320 ab.

Eine bindige Grundmoräne der Saale-Kaltzeit (Geschiebelehm) wurde lediglich im äußersten Osten des Untersuchungsabschnittes bis ca. km 59,500 angetroffen. Sie wurde in den Aufschlüssen RKS 95 und RKS 92 in einer Lagenstärke von 0,5 bzw. 2,8 m bis 1,8 bzw. 3,7 m u. GOK erbohrt. An der Basis der Grundmoräne stehen dort Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit bzw. Beckentone und Beckensande der Elster-Kaltzeit an. Ab km 59,500 ist bindige Grundmoräne bereits vollständig erodiert. Die Geestsedimente werden dort abwechselnd durch Schmelzwassersande und Beckensedimente dominiert.

Mit Ausnahme der Bohrungen RKS 91 (bei km 60,710) und RKS 93 (bei km 61,050) werden der Geschiebelehm bzw. die Schmelzwassersande und Beckenablagerungen durch jüngere, periglazial-fluviatile Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Flugsanden und lokal Geschiebedecksanden überlagert. Die Decksande weisen eine Mächtigkeit zwischen 0,1 und 1,4 m auf und reichen bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 1,7 m u. GOK.

Als jüngste Ablagerungen auf der Geest wurden zwischen ca. km 60,000 und km 61,200 unter den künstlich hergestellten Mutterböden (Sanddeckkulturen) holozäne Hochmoortorfe angetroffen. Diese weisen eine Mächtigkeit von 0,3 bis 0,7 m auf und reichen bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 1,5 m u. GOK.

Bei ca. km 62,350 geht aus geologischer Sicht die Geest in die Emsmarsch über. Das Gelände ist dort flach ausgebildet und weist an den Untersuchungspunkten eine Höhe zwischen 0,9 m NHN und -0,81 m NHN auf. Die Emsmarsch ist im Verlauf der letzten 8000 Jahre (Holozän) unter dem Einfluss des ansteigenden Nordseespiegel entstanden. Dabei lagerten sich über den älteren Lockergesteinen des Pleistozäns brackisch-marine sowie lagunäre Wattablagerungen (Klei) und terrestrische Torf als auch lokal fluviatile Niederungssande ab. Die Mächtigkeit der holozänen Marschablagerungen bewegt sich vorwiegend zwischen 0,5 und 2,3 m. Im Übergang zur Geest wurden in der RKS 93.3 (km 62,385) keine Marschablagerungen erfasst. Im äußersten Westen des Abschnittes, im Nahbereich der Ems, steigt die Lagenstärke der holozänen Weichschichten auf 6,5 m an (RKS 127 bei km 68,400).

An der Basis des Kleis und der Torfe folgen hauptsächlich Flusssande der Weichsel-Kaltzeit. Diese wurden lediglich in dem Teilabschnitt zwischen km 64,450 und km 67,500 durchstoßen. Darunter stehen dort ab einer Tiefe zwischen 1,0 und 6,6 m u. GOK Beckenablagerungen der ausgehenden Elster-Kaltzeit in Form von Beckentonen und lokal auch Beckensanden an.

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

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

Tabelle 4 Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im 7. Abschnitt

Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer (GWL)									
Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 95	RKS 92	RKS 97	RKS 90	RKS 91	RKS 93	RKS 93.1
			km 58,830	km 59,290	km 59,800	km 60,220	km 60,710	km 61,050	km 61,730
Oberböden	Oberboden	OH	0,3	0,7	0,3	0,3	0,7	0,8	0,4
holozäne Ablagerungen	Torf	H	-	-	-	0,7	1,0	1,5	-
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Geschiebedecksande	SU, SU*	1,3	0,8	1,0	1,7	-	-	1,2
	Geschiebelehm	SU*, UL	1,8	3,7	-	-	-	-	-
	Schmelzwassersande	SU	>5,0	-	>8,0	>5,0	3,0	3,6	-
	Beckenton	TM, TA	-	4,8	-	-	-	>5,0	>8,0
	Beckensand	SU, SU*	-	>5,0			>8,0		3,0

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 93.2	RKS 93.2.1	RKS 93.2.2	RKS 93.2.3	RKS 93.3	RKS 93.4.1	RKS 93.4.2
			km 62,110	km 62,140	km 62,205	km 62,320	km 62,385	km 63,300	km 63,340
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllung	A [RC-Schotter]	-	-	-	-	-	1,9	-
	Oberboden	OH	0,3	0,5	0,5	0,4	0,8	-	0,2
holozäne Ablagerungen	Niederungssand	OH	-	-	-	-	-	-	0,8
	Torf	H	-	-	-	-	-	3,0	1,6
pleistozäne Ablagerungen	Flug- und Flusssande	SE, SU	0,7	1,1	1,4	1,0	>5,0	>8,0	>8,0
	Schmelzwassersand	SU	>5,0	>5,0	-	-	-	-	-
	Beckenton /-schluff	TM, TA, UL	-	-	2,2	1,9	-	-	-
	Beckensand	SU, SU*	-	-	>4,0	>6,0	-	-	-

Fortsetzung Tabelle 4

Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer (GWL)									
Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 93.4.3	RKS 93.5	RKS 93.6	RKS 93.7	RKS 93.8	RKS 93.9	RKS 116.1
			km 63,370	km 63,460	km 63,800	km 64,250	km 64,680	km 65,120	km 65,700
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllungen	A [OH, SE]	-	-	-	-	-	-	0,8
	Oberboden	OH	0,2	0,4	***	***	0,4	***	-
holozäne Ablagerungen	Niederungssand	OH	1,0	-	-	-	-	-	-
	Klei	UM, TM, TA, OU	-	-	-	-	0,55	1,0	-
	Torf	H	2,4	2,3	1,6	0,6	-	-	2,5
pleistozäne Ablagerungen	Flusssande	SE, SU	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	1,7	-	2,9
	Beckenton	TM, TA	-	-	-	-	4,0	>5,0	>8,0
	Beckensande	SU, SU*	-	-	-	-	>8,0	-	-

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 118.1	BS2	RKS 125	RKS 127			
			km 66,340	km 67,140	km 67,820	km 68,400			
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllung	A [SE, GW]	-	1,10	-	-			
	Oberboden	OH	***		***	***			
holozäne Ablagerungen	Klei	UM, TM, TA, OU	0,8	2,5	1,1	2,9			
	Torf	H	-	3,4	-	6,5			
pleistozäne Ablagerungen	Flusssande	SE, SU,	6,6	6,3	>5,0	>8,0			
	Beckenton	TM, TA	>8,0	>7,0	-	-			

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

5.2 Homogenbereiche

Nachfolgend werden die geologischen Verhältnisse entlang des 7. 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 7. Abschnittes

Homogenbereiche	Aufschlüsse (RKS)	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
Y (künstliche Auffüllungen)	93.4.1, 116.1, BS2	0,8 – 1,9	0,8 – 1,9
O (Oberböden)	mit Ausnahme von 93.4.1, 116.1, BS2	0,1 – 0,8	0,1 – 0,8
O (Niederungssand)	93.4.2, 93.4.3	0,8 bzw. 1,0	0,6 bzw. 0,8
K (Klei)	93.8, 93.9, 118.1, BS2, 125, 127	0,9 – 2,8	0,15 – 2,8
T (Torf)	90, 91, 93, 93.4.1, 93.4.2, 93.4.3, 93.5, 93.6, 93.7, 116.1, BS2, 127	0,6 – 6,5	0,3 - 3,6
S (Geschiebedeck-/ Flug-/ Fluss-/ Schmelzwasser- und Beckensand)	mit Ausnahme von 93.9	2,9 - >8,0	0,4 – >7,7
GL (Geschiebelehm)	95, 92	1,8 bzw. 3,7	0,5 bzw. 2,9
BT (Beckenton /-schluff)	92, 93, 93.1, 93.2.2, 93.2.3, 93.8, 93.9, 116.1, 118.1, BS2	1,9 - >8,0	0,8 - >5,4

Homogenbereich Y – Künstliche Auffüllungen

Künstliche Schüttungen und Umlagerungen wurden an der Geländeoberkante nur in befestigten Bereichen bzw. im Nahbereich von Straßen in den Aufschlüssen RKS 93.4.1 RKS 116.1 und in BS2 in einer Mächtigkeit zwischen 0,8 und max. 1,9 m angetroffen. In der Bohrung RKS 93.4.1 handelt es sich bei der anthropogenen Schüttung um einen 1,9 m dicken RC-Schotterkörper aus gebrochenem Beton und Rotziegel. In der RKS 116.1 setzt sich die 0,8 m dicke Auffüllung aus einer sandig-humosen Mutterbodenauflage und einem Füllsandhorizont zusammen. An dem Bohransatzpunkt BS2 wurde eine 0,07 m starke Asphaltfahrbahn durchörtert. Darunter folgt dort bis 0,23 m u. GOK eine Schottertragschicht, die bis 1,21 m u. GOK durch eine Sandtragschicht unterlagert wird.

Die sandig-humose Auffüllungen sind locker gelagert und als wenig tragfähig einzuordnen. Die aufgetragenen Sand- und Schotterdecken mitteldicht bis dicht gelagert und als gut tragfähig einzuordnen.

Homogenbereich O – Oberböden und Niederungssande

An den Untersuchungspunkten ohne künstliche Schüttungen und ohne Klei- und Torfschichten steht an der Geländeoberkante eine 0,2 bis 0,8 m dicke, sandig-humose Oberbodenschicht an, die unmittelbar aus den unterlagernden Deck- bzw. Flusssanden hervorgegangen ist. In Abschnitten mit oberflächennahen Torfen (RKS 90, RKS 91, RKS 93 und RKS 93.5) wurde eine künstlich hergestellte Oberbodenaufgabe aus humosen Sanden (Sanddeckkultur) in einer Schichtstärke von 0,3 bis 0,8 m angetroffen. In der Marsch, im Verbreitungsgebiet von oberflächennahen Klei- bzw. Torfablagerungen ist der Oberboden im Bereich von Grünflächen nur teilweise ca. 0,1 m mächtig und in der Sonde von den unterlagernden Schichten kaum zu unterscheiden. Entsprechend dem Ausgangsmaterial handelt es sich dort bei der dünnen Mutterbodenschicht einerseits um humose, sandige und tonige Schluffe mit bindigen Eigenschaften und andererseits um sandige und schluffige Torfe.

In den Aufschlüssen RKS 93.4.2 und RKS 93.4.3 wurden unter dem Mutterboden humose, fluviatil abgelagerte Sande bis 0,8 bzw. 1,0 m u. GOK erbohrt. Diese weisen eine ähnliche Zusammensetzung wie die überlagerten Oberböden auf und werden daher dem Homogenbereich O zugeordnet. Aufgrund der humosen Ausprägung und der lockeren Lagerung bzw. weich-steifen Konsistenz sind die Oberböden und die Niederungssande als wenig tragfähig und eingeschränkt verdichtungsfähig einzuordnen.

Hinweis:

Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten wiesen die kohäsiven Oberböden in der Marsch eine überwiegend weich-steife Zustandsform auf. Da es sich bei diesen Böden um „Minutenböden“ handelt, kann abhängig von den Niederschlagsverhältnissen eine rasche Konsistenzänderung zu weich bzw. breiig erfolgen, was wiederum mit einer eingeschränkten Befahrbarkeit / Bearbeitung dieser Böden einhergeht.

Homogenbereich K – „Klei“

Holozäne Kleiablagerungen wurden lediglich im westlichen Teil des 7. Abschnittes, im Bereich der Emsmarsch zwischen km 64,650 und km 68,400 angetroffen. Der Klei steht direkt unter dem Oberboden bzw. den Auffüllungen an und weist eine Mächtigkeit von 0,15 bis 1,4 m auf. Eine deutlich größere Lagenstärke von 2,9 m erreicht diese Schicht lediglich im äußersten Westen der Trasse ab ca. km 68.000. Als Klei werden hier bindige, holozäne Schlickwattablagerungen mit einem Feinkornanteil von >40% bezeichnet. Gemäß den ausgeführten Sieb-Schlamm-Analysen setzen sich die erfassten Kleischichten aus schwach sandigen und schwach organischen Ton-Schluff-Gemischen bzw. tonigen, feinsandigen und schwach organischen Schluffen der Bodengruppe UM bis TM-TA zusammen. Die organischen Anteile liegen bei <5,0 M-%. Der in einer Probe gemessene Wassergehalt liegt bei ca. 54 %.

Auf der Basis von Knetversuchen kann dem Klei eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität sowie eine weiche bzw. weich-steife Konsistenz zugeordnet werden. Die Unterkante der nicht durchgehenden Kleidecke liegt in den Aufschlüssen zwischen 0,55 und max. 2,9 m u. GOK.

Der Klei stellt aufgrund seiner stark bindigen Eigenschaften, der fehlenden Konsolidierung und seines Wasserhaltevermögens einen extrem stark strukturrempfindlichen Boden dar, der unter Lastaufbringung mit starken Setzungen reagiert. Ferner ist der Klei als stark frostempfindlich und sehr eingeschränkt verdichtungsfähig einzustufen.

Homogenbereich T – Torf

Im Bereich der Emsmarsch wurden Niedermoortorfe direkt unter dem Oberboden oder den Niederungssanden bzw. unter dem Klei in einer Mächtigkeit zwischen 0,6 m und max. 3,6 m in der RKS 127 angetroffen. Die Unterkante der nicht durchgängigen Torfschicht wurde in der Marsch zwischen 0,6 m und max. 6,5 m u. GOK (RKS 127) durchfahren.

Auf der Geest wurden zudem Hochmoortorfe unter dem Mutterboden (Sanddeckkultur) zwischen ca. km 60,000 und km 61,200 angetroffen. Diese weisen dort eine Mächtigkeit von 0,3 bis 0,7 m auf und reichen bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 1,5 m u. GOK.

Die erfassten Torfe sind wenig bis mittelstark zersetzt und enthalten Ton-, Schluff- und Sandanteile. Pflanzenstrukturen sind in den Torfen noch gut erkennbar.

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 bis auf den Aufschluss RKS 93.9 Sandablagerungen des Pleistozäns in Form von Flug-, Fluss- und Geschiebedecksanden der Weichsel-Kaltzeit sowie Schmelzwassersanden der Saale-Kaltzeit und Beckensanden der Elster-Kaltzeit erfasst. Diese pleistozänen Sandschichten werden in dem Homogenbereich S zusammengefasst.

Auf dem Geestrücken (bis km 62,350) wurden unter den Oberböden und teilweise unter Hochmoortorfen Flugsande der Weichsel-Kaltzeit in einer Tiefe zwischen 0,7 und 1,7 m u. GOK erbohrt. Bei den Flugsanden handelt es sich um mittelsandige und schwach schluffige Feinsande der Bodengruppe SU mit einer lockeren bis mitteldichten Lagerung. Geschiebedecksand wurde lediglich in der RKS 92 in einer sehr geringen Lagenstärke von 0,1 m angetroffen. Unter der Grundmoräne bzw. unter Flugsanden bzw. Torfen wurden auf der Geest sowohl Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit als auch Beckensandhorizonte innerhalb elsterzeitlichen Beckenfolge erbohrt. Gemäß den ausgeführten Siebanalysen setzen sich die auf der Geest dominierenden Schmelzwassersande aus schwach schluffigen, partiell schwach grobsandigen und mittelsandigen bis stark mittelsandigen Feinsanden der Bodengruppe SU zusammen. Entsprechend dem Rammwiderstand der schweren Rammsonde kann den Schmelzwassersanden eine mitteldichte und schichtweise eine dichte Lagerung zugeordnet werden. Die Beckensande sind etwas feiner als schwach schluffige bis stark schluffige und mittelsandige Feinsande der Bodengruppe SU und SU* ausgeprägt und weisen ebenfalls eine mitteldichte Lagerung auf.

Im Bereich der Emsmarsch wird der pleistozäne Untergrund durch Flusssande der Weichsel-Kaltzeit dominiert. Die Flusssande sind gemäß der Kornverteilungsuntersuchungen als schwach schluffige und schwach grobsandige bis grobsandige Fein- und Mittelsande ausgebildet. Ferner sind sie mitteldicht bis dicht gelagert. In dem Trassenabschnitt zwischen km 64,450 und km 67,500 wurden unter bzw. neben den Flusssanden Beckenablagerungen der Elster-Kaltzeit mit den oben beschriebenen Beckensanden erfasst.

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

Homogenbereich GL – Geschiebelehm

Eine bindige Grundmoräne der Saale-Kaltzeit (Geschiebelehm) wurde lediglich im äußersten Osten des Untersuchungsabschnittes bis ca. km 59,500 angetroffen. Sie wurde in den Aufschlüssen RKS 95 und RKS 92 in einer Lagenstärke von 0,5 bzw. 2,8 m bis 1,8 bzw. 3,7 m u. GOK erbohrt.

Gemäß der Kornverteilungsuntersuchung ist die bindige Grundmoräne als ein toniger und schwach kiesiger Sand-Schluff-Gemisch ausgebildet und kann der Bodengruppe SU* und UL zugeordnet werden. Sie ist bereits entkalkt und liegt als Geschiebelehm vor. Entsprechend den Knetversuchen und den Wassergehaltbestimmungen weist der Geschiebelehm eine geringe Plastizität sowie abhängig vom Wassergehalt eine weich-steife und steife Konsistenz auf.

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 /-schluffe

Kohäsiver Beckenton der Elster-Kaltzeit (Lauenburger Schichten) wurde in 10 der 25 Aufschlüsse sowohl auf der Geest unter bzw. neben den Schmelzwassersanden als auch in der Marsch ebenfalls unter bzw. neben den Flusssanden erbohrt. Die bindigen Schichtglieder der elsterzeitlichen Beckenablagerungen setzen sich im 7. Abschnitt fast ausschließlich aus Beckentonen zusammen, die als schwach feinsandiges Ton-Schluff-Gemisch ausgeprägt sind. Anhand von Knetversuchen kann dem erfassten Beckenton eine steife und lokal auch eine weich-steife Konsistenz sowie eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität (Bodengruppe TM und TA) zugeordnet werden. Beckenschluff in Form von schwach tonigen und feinsandigen Schluffen der Bodengruppe UL wurde lediglich in der RKS 93.1 zwischen 5,3 m und 6,6 m u. GOK angetroffen. Infolge der Eislast in der Saale-Kaltzeit ist von einer hohen Konsolidierung der Beckentones/ -schluffes auszugehen. Der hohe Konsolidierungsgrad und die günstige Konsistenz bedingen eine mäßige bis gute Tragfähigkeit der kohäsiven Beckenablagerungen. 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 nur lokal oberflächennah anstehenden, sehr heterogenen künstlichen Schüttungen werden hier nicht berücksichtigt.

Tabelle 6 Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge

Homogenbereiche	O	K	T
Bezeichnung der Kennwerte	Oberboden, Niederungssande	Klei	Torf
Benennung nach DIN 4022	fS, h, u, ms	U+T, fs, o'-o	H, fs, u, t
Bodengruppe nach DIN 18196	OH	UM, TM, TA, OU	HN
Bodenklasse nach DIN 18300	1, 3	4	3
Bodenklasse nach DIN 18319	LNE 1	LBM 1	LO
erdfeuchte Wichte γ_k	16-17 kN/m ³	17-18 kN/m ³	11-13 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	8-9 kN/m ³	7-8 kN/m ³	1-3 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ'_k	29-32°	20-25°	17,5-22,5°
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²	5-10 kN/m ²	2- 5 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	5-10 MN/m	2-4 MN/m	0,5-2,0 MN/m
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	F2-F3	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	locker	weich, weich-steif	weich
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 2	V 3	V 3
undräßierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	0 kN/m ²	20-50 kN/m ²	10-30 kN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	ca. $2 \cdot 10^{-5}$ m/s	$1 \cdot 10^{-9}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ m/s	ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s

Homogenbereiche	S	GL	BT
Bezeichnung der Kennwerte	Sande	Geschiebelehm	Beckenton /- schluff
Benennung nach DIN 4022	fS+mS, u'-u, gs'-gs	S+U, t'-t, g'	T+U, o', fs'/U, fs, t'
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, SU*	SU*, UL,	TM, TA, UL
Bodenklasse nach DIN 18300	3	4	4
Bodenklasse nach DIN 18319	LNE 1 – LNE 3	LBM 2	LBM 2
erdfeuchte Wichte γ_k	17-19 kN/m ³	19-20 kN/m ³	19-20kN/m ³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	9-11 kN/m ³	9-10 kN/m ³	9-10 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ'_k	32-36°	28-30°	17,5-25°
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²	4-6 kN/m ²	10-25 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	20-80 MN/m	15-25 MN/m	15-25 MN/m ²
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	F1, F3	F3	F3
Konsistenz	locker, mitteldicht, dicht	weich-steif, steif	weich-steif, steif, steif-halbfest
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 1 – V 2	V 2	V 3
undräßierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	0 kN/m ²	50-100 kN/m ²	50-200 kN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	$1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ m/s	ca. $1 \cdot 10^{-10}$ m/s / ca. $1 \cdot 10^{-8}$ m/s

7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG

Die oberirdischen Abflussverhältnisse werden im 7. Untersuchungsabschnitt durch den Sauteler Kanal im östlichen und zentralen Teil und durch die Ems im Westen geprägt.

Stau- und Schichtenwasser

Auf der Geest (zwischen km 58,055 und ca. km 62,350) wurde ein gering durchlässiger Geschiebelehm lediglich bis ca. km 59,500 angetroffen. In den überlagernden Decksanden wurde dort zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten kein oberflächennahes Stauwasser erfasst. Im weiteren Verlauf des Geestrandes wurden, oberflächennahe, wasserstauende Beckentone lediglich lokal in den Aufschlüssen RKS 93.1, RKS 93.2.2 und RKS 93.2.3 angetroffen. Ein Stauwasserhorizont innerhalb der überlagernden Flugsande wurde dort lediglich in der RKS 93.2.2 in einer Stärke von 0,2 m angetroffen. Der Stauwasserspiegel lag dort bei 1,2 m u. GOK. Ferner wurde in der Bohrung RKS 93.1 zwischen 1,6 und 3,0 m u. GOK ein Schichtenwasserhorizont innerhalb einer durch Beckentone isolierten Beckensandschicht angetroffen.

Ab ca. km 62,350 bis zum Endpunkt der Gastrasse (km 68.400) stehen oberflächennah vorwiegend bindige bzw. organische, gering durchlässige Ablagerungen der Emsmarsch (Klei und Torf) an. Darunter schließen sich dort bis zur maximalen Erkundungstiefe vorwiegend rollige Flusssande und streckenweise kohäsive und rollige Beckensedimente (Beckentone und Beckensande) an. Einstauendes Niederschlagswasser über den Marschsedimente wurde lediglich in den Bohrungen RKS 93.5 und BS2 angetroffen. In der RKS 93,5 stand das Stauwasser bis zur Geländeoberkante innerhalb der sandig-humosen Mutterbodenauflage an. In der BS2 wurde einstauendes Sickerwasser innerhalb einer Sandtragschicht mit einer Schichtstärke von <0,1 m erfasst. Zudem wurde in den Aufschlüssen RKS 93.8 und RKS 116.1 Schichtenwasser innerhalb der Flusssandschichten zwischen den Marschsedimenten und den hoch anstehenden Beckentonen erfasst. In der RKS 93.8 steht das Schichtenwasser zwischen 0,7 und 2,0 m u. GOK und in der RKS 116.1 zwischen 2,5 und 2,9 m u. GOK an.

In Abhängigkeit von niederschlagsreicheren Perioden ist davon auszugehen, dass sich aufgrund der stauenden Wirkung des kohäsiven Geschiebelehms und der Marschsedimente saisonal oberflächennahes Stauwasser auch in anderen Bereich bzw. in größeren Mächtigkeiten ausbilden kann.

Für das örtliche Stau- und Schichtenwasser können keine geometrisch exakten Bemessungswasserstände angegeben werden. Nach langen Niederschlägen, aber auch Starkregenereignissen ist jedoch in Bereich der Emsmarsch von einem Einstau bis in Geländehöhe sowie in Senken auch ein lokaler temporärer Überstau möglich.

Hauptgrundwasser

Der regionale Hauptgrundwasserleiter im Bereich Geest besteht aus Schmelzwassersanden der Saale-Kaltzeit und aus Beckensanden der Elster-Kaltzeit, die unter dem Geschiebelehm bzw. unter den Decksanden sowie Hochmoortorfen anstehen und bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m nicht durchstoßen wurden. Sowohl die horizontale als auch die vertikale Ausdehnung dieses Porengrundwasserleiter wird lokal (zwischen km 60,850 und km 61,900) durch hoch anstehende Beckentone begrenzt. Aufgrund der Überdeckung mit gering durchlässigem Geschiebelehm bzw. Beckenton ist die Grundwasseroberfläche in den Bohrungen RKS 92 und RKS 93.2.2 gespannt. In den übrigen Aufschlüssen auf der Geest ist sie weitgehend ungespannt in den Sanden ausgebildet. Die in den Bohrlöchern gelotete Grundwasseroberfläche liegt im Osten des 7. Abschnittes bei 2,43 m NHN (RKS 95; 3,65 m u. GOK) und fällt in westliche Richtung, analog der Geländemorphologie bis zum Geestrand auf ein Niveau von -1,21 m NHN (RKS 93.2.3; 1,15 m u. GOK) ab.

Im Bereich der Emsmarsch (km 62,350 bis km 68,400) besteht der erfasste Hauptgrundwasserleiter hauptsächlich aus Flusssanden der Weichsel-Kaltzeit und lokal aus Beckensanden der Elster-Kaltzeit, die unter den bindigen und organischen Marschablagerungen anstehen. Auch hier wurden partiell hoch anstehende Beckentone erfasst, die die horizontale und vertikale Ausdehnung des Porengrundwasserleiters begrenzen. An den Untersuchungspunkten RKS 93.9 und RKS 116.1 wurden unter den Marschsedimenten fast ausschließlich Beckentone erbohrt, sodass dort mit Ausnahme eines 0,4 m dicken Schichtenwasserhorizontes bis 5,0 bzw. 8,0 m u. GOK kein Hauptgrundwasser erfasst wurde. Aufgrund der Überdeckung mit gering durchlässigen Klei- und Torf- sowie z.T. Beckentonablagerungen ist die Oberfläche des Porengrundwasserleiters abschnittsweise gespannt. Der Grundwasserspiegel wurde in den Bohrlöchern in der Emsmarsch zwischen -0,38 und -1,82 m NHN (zwischen 0,4 m und 2,2 m u. GOK) gelotet.

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

Bauwasserhaltung

Der Graben für die Gashochdruckleitung wird überwiegend in offener Bauweise bis in eine Tiefe zwischen 1,8 und 2,5 m u. GOK ausgehoben. Bei der Herstellung der Düker und den grabenlosen Rohrvortrieben sind erdbauliche Eingriffstiefen bis ca. 5,0 m u. GOK geplant.

In den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten kommt der Leitungsgraben gemäß den ausgeführten Untersuchungen oberhalb des Grundwasserspiegels (Geestplateau) bzw. vorwiegend innerhalb bindiger bzw. organischer, gering durchlässiger Schichten (Klei, Torf und Beckenton) zu liegen. Dort ist lediglich mit dem Zustrom von Tag-, Stau- und Schichtenwasser zu rechnen. Bauzeitlich sind daher durchgängig Vorrichtungen zum sicheren Auffangen und Ableiten von Tag-, Stau- und Schichtenwasser (offene Wasserhaltung) vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben.

- km 58,055 bis km 59,500 (Geestplateau),
- km 64,600 bis km 65,800 (Beckentone),
- km 68,000 bis km 68,400 (mächtige Marschablagerungen).

Bei erdbaulichen Eingriffstiefen von >3,5 m u. GOK wird auf dem Geestplateau der wassergesättigte Hauptgrundwasserleiter angeschnitten bzw. die über dem gespannten Grundwasser lagernden Geschiebelehme stark ausgedünnt. Analog verhält es sich im Streckenabschnitt km 68,000 bis km 68,400. Zur Trockenhaltung der Baugruben bzw. zur Druckentlastung im Hauptgrundwasserleiter (Schutz vor einem hydraulischen Grundbruch und Auftrieb) werden in diesen Abschnitten geschlossene Bauwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

In den übrigen Streckenabschnitten sind sowohl für den Aushub des Leitungsgrabens als auch für die Herstellung der Düker und der Gruben für die grabenlose Rohrvortriebe grundsätzlich geschlossene Bauwasserhaltungsmaßnahmen zur Entwässerung des Hauptgrundwasserleiters erforderlich.

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

7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen

An 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 den temporären Messstellen wurde jeweils eine Grundwasserprobe zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Leer hinsichtlich der Einleitung gehoben Grundwassers in eine Vorflut entnommen werden. An der Wasserprobe RP 93.2.3 wurde zusätzlich die Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929 sowie die Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht.

Die Ergebnisse sind in Form der Analysenjournalen in Anhang 4.1 dokumentiert und werden nachfolgend in den Tabellen 7 und 8 zusammenfassend dargestellt.

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

Parameter	Dimension	GW 93.2.3	RP 93.8	GW 118.1
Eisen, gesamt	mg/l	4,0	23	2,1
Eisen (II)		1,0	6,6	1,0
Chlorid		19	85	18
Sulfat		4,0	680	22
Nitrat		<1,0	4,1	11
Nitrit		<0,05	<0,05	<0,05
Ammonium		2,3	2,1	0,013
Stickstoff, gesamt		18	93	3,4
Phosphor		<0,05	0,140	0,075
AOX		0,029	0,87	0,027
Kohlenwasserstoffe (GC)		<0,1	<0,1	<0,1
Huminsäuren		2,3	1.500	25
CSB	mg/l O ₂	3.900	320	<15

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 sowie der zuständigen Siel- und Wasseracht abzustimmen.

Ferner weisen die Ergebnisse der Untersuchungen der Wasserprobe RP 93.2.3 dem Hauptgrundwasser einen nicht betonangreifenden Charakter gemäß der DIN 4030 zu. Die Analysenwerte liegen jeweils unterhalb der Grenzwerte für den Expositionsklasse XA 1 (schwach angreifend).

Nach der DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für niedrig legierte und unlegierte Stähle abhängig von der Lage des Werkstoffes bezüglich des korrodierenden Mediums. Für die untersuchten Probe PR 93.2.3 ergeben sich dabei folgende Einstufungen (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8 Einstufung der Korrosionswahrscheinlichkeiten für die untersuchte Grundwasserprobe RP 93.2.3

Korrosionswahrscheinlichkeit	RP 93.2.3
Unterwasserbereich	
Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion	gering
Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion	sehr gering
Wasser- /Luftgrenze	
Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion	gering
Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion	sehr gering

8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen liegt der östliche Teil des 7. Abschnitts bis km 62,350 naturräumlich im Randbereich der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest.

Als jüngste Ablagerungen auf der Geest wurden zwischen ca. km 60,000 und km 61,200 unter den künstlich hergestellten Sanddeckkulturen holozäne Hochmoortorfe mit einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,7 m angetroffen. Die Unterkante der Torfe wurde zwischen 0,7 und 1,5 m u. GOK durchstoßen. Die organischen Weichschichten sind wenig tragfähig und somit als Auflager für die Transportleitung nicht geeignet.

Unter dem Torf in der RKS 90 bzw. unter dem Oberboden in den übrigen Aufschlüssen im Geestbereich stehen weichselzeitliche Decksande (Flug- und Geschiebedecksande) mit einer lockeren und mitteldichten Lagerung bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 1,7 m u. GOK an.

Im äußersten Osten des 7. Abschnittes wurde an der Basis des Decksandes eine bindige Grundmoräne der Saale-Kaltzeit (Geschiebelehm) bis in eine Tiefe zwischen 1,8 und 3,7 m u. GOK erbohrt. Der Geschiebelehm weist bei einer geringen Plastizität eine weich-steife und steife Konsistenz auf.

Unter dem Geschiebelehm bzw. unter den Decksanden sowie teils direkt unter dem Torf. folgen bis zur max. Erkundungstiefe von max. 8,0 m u. GOK Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit sowie Beckenablagerungen der Elster-Kaltzeit in Form kohäsiven, steifen Beckentonen und rolligen Beckensanden. Die Schmelzwasser- und Beckensande weisen entsprechend den ausgeführten Rammsondierungen eine vorwiegend mitteldichte Lagerung auf.

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 der Decksande einen ausreichend tragfähigen Baugrund für die geplante Gasleitung dar. Den kohäsiven Schichtgliedern aus Geschiebelehmen sowie Beckentonen werden abhängig von der Zustandsform mäßige bis gute Tragfähigkeitseigenschaften zugeordnet. Unter der Maßgabe des Einziehens einer gering mächtigen Bettungsschicht sind diese Schichten für die Gründung der Rohrleitung geeignet.

Bei ca. km 62,350 geht die Geest in die Emsmarsch über. Ab ca. km 63,000 stehen dort unter dem Oberboden holozäne Marschablagerungen in Form von bindigem Klei, Niedermoortorfen als auch lokal in Form von Niederungssanden an.

Die Mächtigkeit der Marschablagerungen bewegt sich vorwiegend zwischen 0,5 und 2,3 m. Lediglich im äußersten Westen der Trasse, im Nahbereich der Ems (RKS 27; km 68,400), steigt die Lagenstärke der Weichschichten auf 6,5 m an. Die Marschablagerungen aus Klei, Torf und Niederungssand sind aufgrund der fehlenden Konsolidierung und des Wasserhaltevermögens als stark setzungsempfindlich und nicht verdichtungsfähig einzustufen. Diese wenig tragfähigen Schichten sind als Auflager für die Transportleitung als nicht geeignet einzuordnen. Dort wird eine verformungsarme Bettung der Rohrsohle nur durch verbessernde Maßnahmen erreicht (s. Kapitel 8.1).

An der Basis der Weichschichten folgen im Bereich der Marsch hauptsächlich mitteldicht bis dicht gelagerte Flusssande der Weichsel-Kaltzeit. Diese wurden lediglich zwischen km 64,450 und 67,500 durchfahren. Ab einem Tiefenniveau zwischen 1,0 und 6,6 m u. GOK folgen dort die oben beschriebenen Beckentone und Beckensande der Elster-Kaltzeit. Den mitteldicht bis dicht gelagerten Fluss- und Beckensanden kann eine gute Tragfähigkeit zugeordnet werden. Die erfassten Beckenschluffe sind weich-steif, steif bzw. steif-halbfest ausgeprägt und weisen entsprechend der Konsistenz mäßige (weich-steif) sowie gute (steif und steif-halbfest) Tragfähigkeitseigenschaften auf.

Die Verläufe der einzelnen Bodenschichten entlang der Leitungstrasse sind im Anhang 1.3 als baugrundgeologisches Streckenband dargestellt. 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 7. Abschnittes werden seitens der Unterzeichner drei Gründungsvarianten empfohlen:

a) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig und als Bettungsschicht geeignet

In den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten sind in der Gründungssohle (1,8 - 2,5 m u. GOK) der geplanten Transportleitung gut tragfähige Sande der Bodengruppe SE, SU zu erwarten:

- km 58,055 bis km 59,000,
- km 59,500 bis km 62,170,
- km 62,350 bis km 63,350,
- km 63,600 bis km 64,500,
- km 66,000 bis km 66,700 und
- km 67,400 bis km 68,000.

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 unten aufgeführten Trassenabschnitten wurden in der Gründungssohle (1,8 – 2,5 m u. GOK) der geplanten Transportleitung kohäsive Geschiebelehme und Beckentone mit einer weich-steifen bzw. steifen Konsistenz erbohrt:

- km 59,000 bis km 59,500,
- km 62,170 bis km 62,350 und
- km 64,500 bis km 65,400.

Diese Schichten sind vorkonsolidiert, weisen abhängig von der Zustandsform eine mäßige bis gute Eigensteifigkeit auf und sind somit als ausreichend tragfähig einzustufen. Bei der Verlegung der Leitung innerhalb des Geschiebelehms bzw. des Beckentons 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 93.5 (km 63,460), RKS 116.1 (km 65,700) und BS 2 (km 67,140) wurden Niedermoortorfe in der Gründungssohle der Gasleitung bis in einer Tiefe von max. 2,5 m unter der geogenen Geländeoberkante erbohrt. Im äußersten Westen des Untersuchungsabschnittes, im Nahbereich der Ems sind die Marschablagerungen aus Klei und Torf deutlich mächtiger ausgebildet und reichen in der RKS 127 (km 687,400) bis 6,5 m unter GOK.

Aufgrund der starken Kompressibilität der Klei- und Torfschichten sind sie als Auflager für Produktrohre nicht geeignet und sollten 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 u. GOK 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, wie im Bereich der RKS 27, 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 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 Klei- Torfschichten 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 7. Abschnittes ca. 11 grabenlose und offene (Düker) Querungen ausgeführt. Aufgrund der Vielzahl und der noch unklaren Bauweise wird auf die Einzelbetrachtung der Kreuzungen verzichtet. Die Ausführungen zu den Unterquerungen werden hier entsprechend der Bauweise und den Untergrundverhältnissen allgemeingültig gehalten.

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

9.1 Offene Bauweise

Bei 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 offen Rohrgraben durchquert und anschließend wieder hergestellt.

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

Die Dükersohlen werden zwischen 3,5 und 5,0 m u. GOK zu liegen kommen. Für den 7. Abschnitt werden seitens der Unterzeichner analog den Ausführungen für die Regelverlegung der Leitung (Kapitel 8.1) drei Gründungsvarianten der Düker empfohlen:

a) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig und als Bettungsschicht geeignet

In den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten sind in der Gründungsebene der Düker (3,5 – 5,0 m u. GOK) gut tragfähige Becken- bzw. Schmelzwassersande der Bodengruppe SE und SU zu erwarten:

- km 58,055 bis km 59,000,
- km 59,500 bis km 60,850,
- km 61,900 bis km 64,500 und
- km 66,000 bis km 68,000.

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

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

In den unten aufgeführten Trassenabschnitten wurden in der Gründungssohle der Düker (3,5 – 5,0 m u. GOK) kohäsive Geschiebelehme und Beckentone mit einer weichsteifen bzw. steifen Konsistenz erbohrt:

- km 59,000 bis km 59,500,
- km 60,850 bis km 61,900 und
- km 64,500 bis km 66,000.

Diese Schichten sind mäßig bis gut tragfähig und somit als ausreichend tragfähigen 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 bzw. wassergesättigten Sande eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten führen.

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

c) Anstehender Boden ist nicht ausreichend tragfähig

Am Endpunkt der GWL-Trasse, ab ca. km 68,000 sind die Marschablagerungen aus Klei und Torf deutlich mächtiger ausgebildet und reichen in der RKS 127 (km 687,400) bis 6,5 m unter GOK.

Ein vollständiger Austausch dieser Schichten ist mit vertretbarem Aufwand nur bis etwa 1,5 m unter der Gründungssohle der Dücker möglich. 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. Als Bodenaustauschmaterial (Gründungspolster) ist ein gut verdichtungsfähiger Füllsand der Bodengruppe SE bzw. SW in zwei Lagen einzubauen. Weitere Ausführungen zur Schaffung des Gründungspolsters sind im Kapitel 8.1 enthalten.

Die Anforderungen an die Verfüllung der Leitungszone sind ebenfalls 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 geschlossenen Verfahren wird der Boden in einem Arbeitsschritt mit einer steuerbaren Mikrotunnelmaschine abgebaut, hydraulisch über Tage gefördert und zeitgleich die vorgefertigten Produktrohre in das erzeugte Bohrloch geschoben. Aufgrund der Steuerungsmöglichkeit bei Gefällen und Steigungen kann die Tiefe der Start- und Zielgruben bei diesen Verfahren voraussichtlich auf <3,0 m u. GOK begrenzt werden.

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 rollige, mitteldicht bis dicht gelagerte Sande sowie kohäsive Beckentone und Geschiebelehme mit weich-steifer und steifer durchbohrt. Im äußersten Westen der Trasse, ab ca. km 68,00 werden auch bindiger Kleiablagerungen mit weicher Konsistenz sowie schwach zersetzte Torfe durchfahren (s. Streckenband im Anhang 1.3).

Die Rohrvortriebe und Horizontalbohrungen werden sich sowohl in feuchten, bindigen Bodenhorizonten, die wenig freies Grundwasser aufweisen, als auch in vollständig wassergesättigten Sanden bewegen.

Geogene Bohrhindernisse in Form von Steinen und Geschieben sind lediglich in den partiell auftretenden Geschiebelehmen zu erwarten.

Die projektierten 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 werden. 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, maximalen 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) können sulfatsaure Böden (PASS, potencial acid sulfate soils) nur im äußersten Westen (ab km ca. 65,700) des 7. Abschnittes in den Schichten bis 2,0 m u. GOK auftreten. Diese Böden reagieren bei der Anwesenheit von Luftsauerstoff mit absinkenden pH-Werten infolge der Zersetzung von natürlich entstandenen Sulfiden. Im natürlichen Verband und unter Luftabschluss kommt es nicht zur Versauerung, erst der anthropogene Eingriff durch Erdbau oder Grundwasserabsenkung setzt den Prozess in Gang. Die Auswirkungen der Versauerung können das Pflanzenwachstum beeinträchtigen, Schwermetalle freisetzen und Korrosion auslösen. Außerdem kann das Grundwasser beeinträchtigt werden.

Auf chemische Bodenuntersuchungen wurde hier verzichtet. Im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung ist in diesem Bereich eine besondere Aufmerksamkeit auf mögliches kleinräumiges Auftreten von potenziell sulfatsauren Böden zu legen. Ferner ist bei der Bauausführung ist auf eine schichtgerechte Aufnahme und den kurzfristigen Wiedereinbau im Grundwasserschwankungsbereich zu achten.

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, 15.03.2023

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Bearbeiter:
Dipl.-Geol. Robert Rapp

Prepens

ppa. Rapp

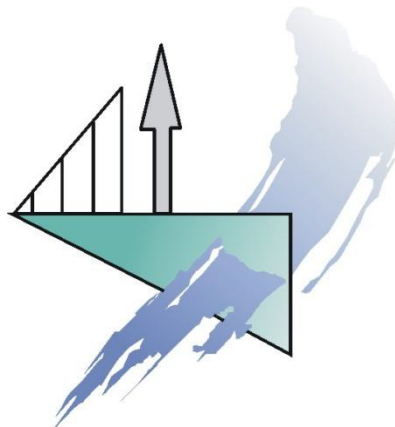
Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.1

Lageplan der Baugrundaufschlüsse

(Maßstab 1: 35.000)





Vergrößerter Kartenausschnitt des
Trassenabschnitts etwa zwischen
SP 62 und SP 64
Maßstab: 1: 8.000

Legende

- Rammkernsondierung
- Rammsondierung (DPL/DPH)
- Rammpegel (RP)
- Trassenverlauf, Stand: 14.11.2022

Projekt-Nr.	06-5765	Anhang-Nr.	1.1
-------------	---------	------------	-----

Orientierende Baugrunderkundung
BG Hochdruck-Gasleitung
Wilhelmshaven - Leer (GWL)
Baulos 2: Westerstede - Leer, 7. Abschnitt

Lage der Bohraufschlüsse (Übersicht)

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

© 2023



Auftraggeber:
EWE Netz GmbH

Maßstab
1:35.000

Plangröße
A3

Koordinatensystem

ETRS 1989 UTM Zone 32N

erstellt:
13.03.2023
Lukas Tönnies

geändert:

geändert:

freigegeben:
PL Rapp



RP
Geolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 947570, Fax 04471 - 947580

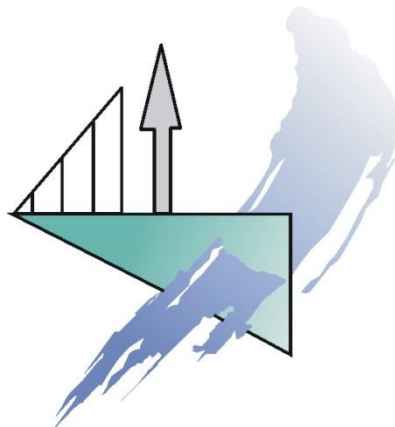
© 2023, RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.2

Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte



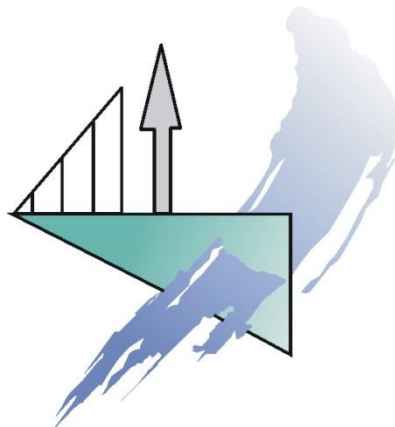
Position	Aufschlüsse	UTM Zone 32 N		Höhe [m NHN]
		Rechtswert	Hochwert	
95	RKS 95 + DPH	401663,11	5903307,29	6,08
92	RKS 92	401123,00	5903331,01	5,45
97	RKS 97 + DPH	400610,12	5903347,72	2,74
90	RKS 90	400228,43	5903386,54	1,43
91	RKS 91	399732,83	5903343,78	0,96
93	RKS 93 + DPH	399394,99	5903322,25	1,00
93.1	RKS 93.1	398809,30	5903336,26	0,53
93.2	RKS 93.2	398416,76	5903272,12	1,28
93.2.1	RKS 93.2.1 + DPH	398404,01	5903302,94	0,91
93.2.2	RKS 93.2.2 + DPH	398340,77	5903300,43	0,10
93.2.3	RKS 93.2.3 + DPH + RP	398225,87	5903300,82	-0,06
93.3	RKS 93.3 + DPH	398163,85	5903334,17	-0,05
93.4.1	RKS 93.4.1	397366,29	5903371,05	0,66
93.4.2	RKS 93.4.2 + DPH	397327,00	5903359,91	-0,67
93.4.3	RKS 93.4.3	397302,21	5903354,01	-0,71
93.5	RKS 93.5	397217,14	5903330,52	-0,78
93.6	RKS 93.6 + DPH	396905,11	5903237,07	-0,81
93.7	RKS 93.7	396938,48	5902924,77	-0,62
93.8	RKS 93.8 + DPH + RP	396381,12	5902518,67	-0,05
93.9	RKS 93.9	396000,71	5902468,92	0,42
116.1	RKS 116.1	395758,02	5902197,96	-0,26
118.1	RKS 118.1 + RP	395151,02	5902131,95	0,23
BS2	BS2	394365,02	5902037,63	0,90
125	RKS 125	394206,41	5901603,67	0,42
127	RKS 127 + DPH	393710,58	5901499,66	0,62

Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.3

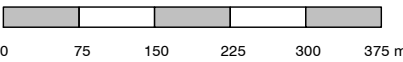
Baugrundgeologisches Streckenband



Osten



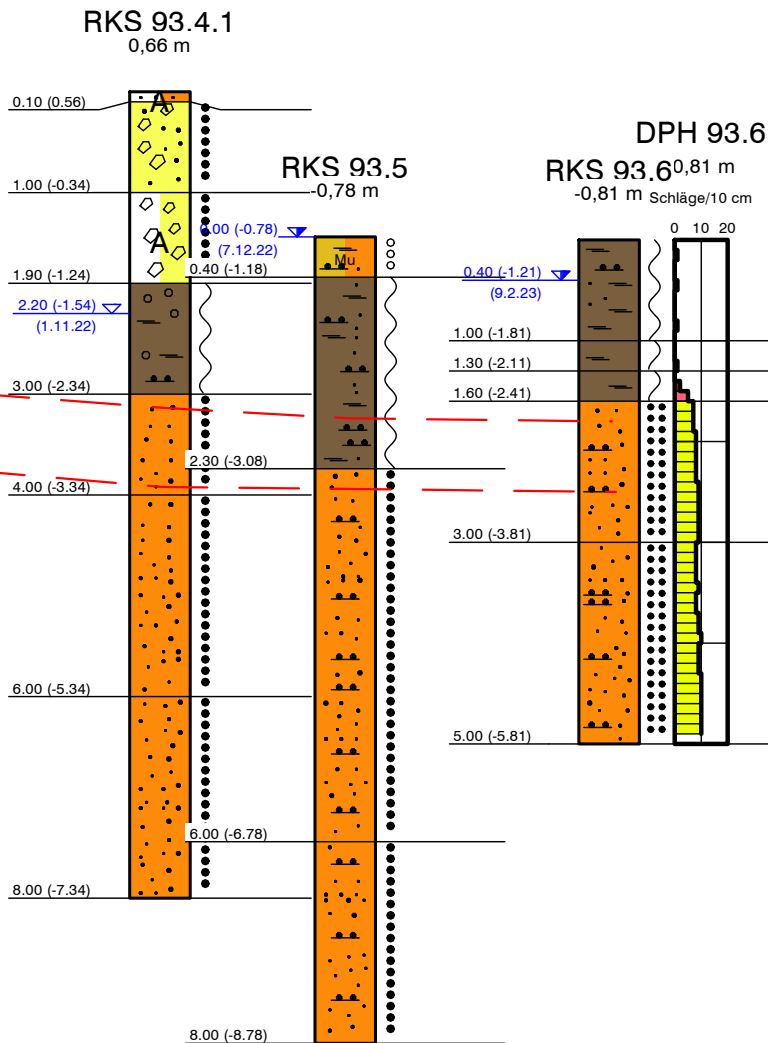
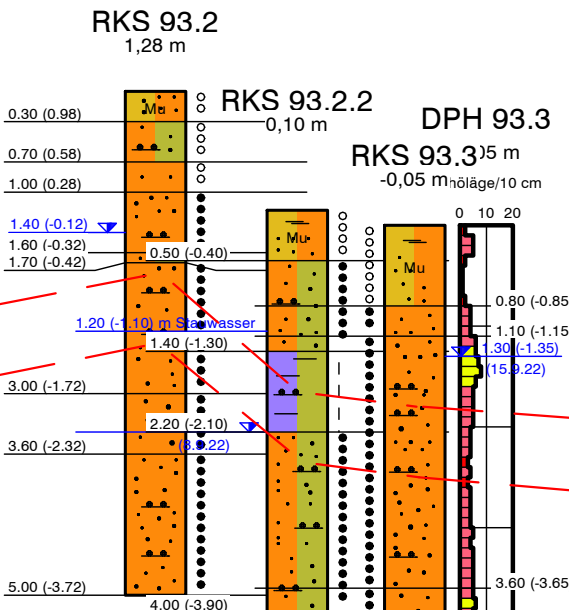
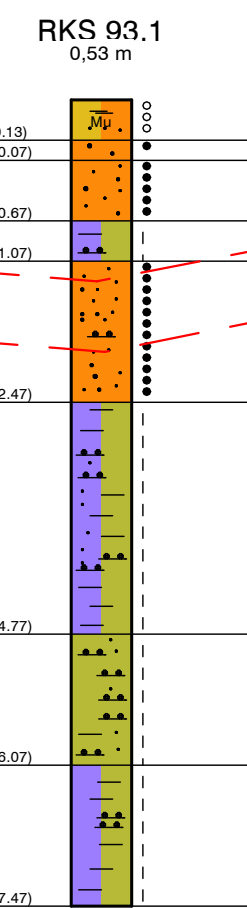
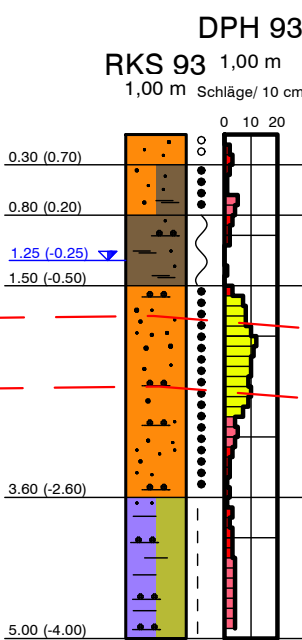
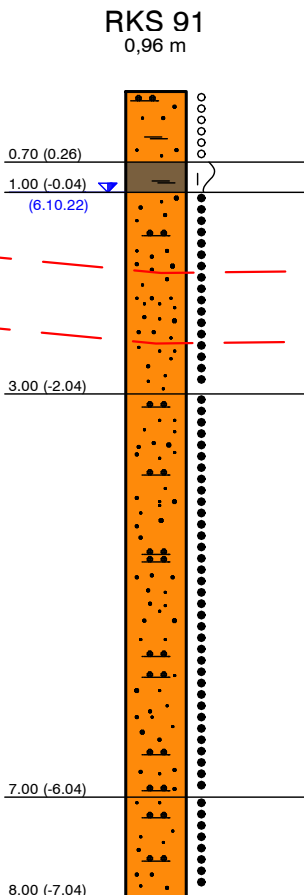
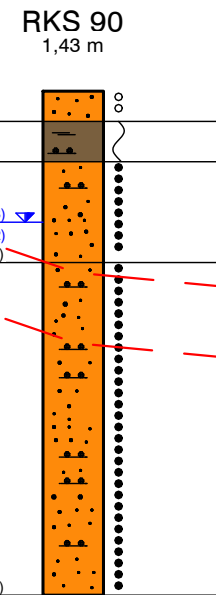
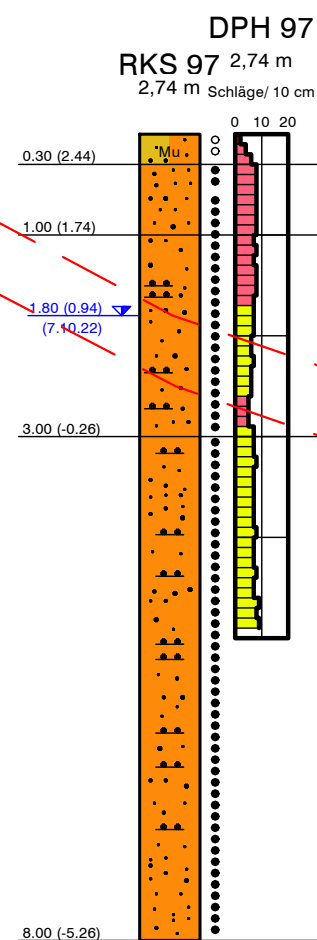
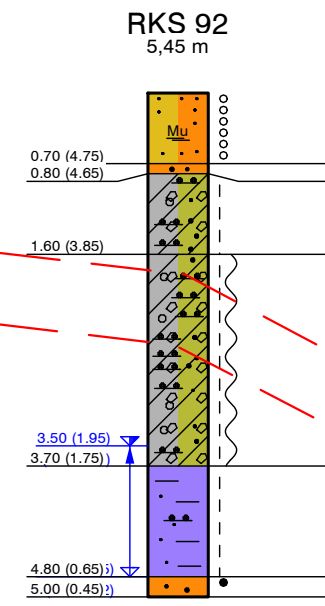
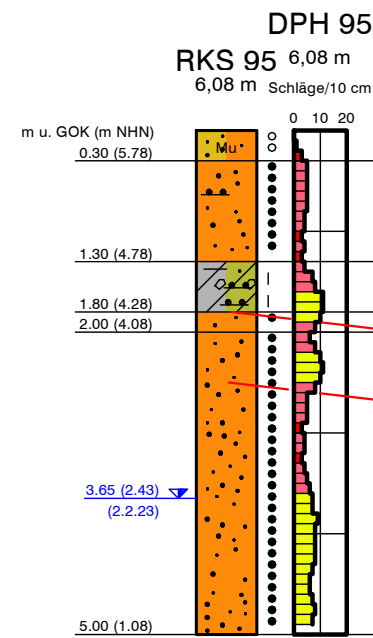
Westen



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

m u. GOK (m NHN)
0,60 (-0,78)

Höhenangaben m GOK (m NHN)



Legende

- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- dicht
- T (Ton)
- U (Schluff)
- S (Sand)
- fg (Feinkies)
- X (Steine)
- H (Torf)
- Mu (Mutterboden)
- y (Auffüllung)
- Lg (Geschiebelehm)

Stationierungs-km		58,830	59,290	59,800	60,220	60,710	61,050	61,730	62,110	62,205	62,385	63,300	63,460	63,800
Homogen-bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand	Geschiebelehm	Sand				Beckenton/ Sand		Sand		Torf / Sand		Sand
	3,5-5,0 m u. GOK	Sand	Beckenton/ Sand	Sand				Beckenton		Sand		Bodenaustausch/ keine		Sand
Gründungs-maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine	Bettungsschicht	keine				Bettungsschicht/ keine		keine		keine		keine
	3,5-5,0 m u. GOK	keine	Bettungsschicht / keine	keine				Bettungsschicht		keine		keine		keine
Wasser-haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offene Bauwasserhaltung (bei Bedarf)			geschlossene Bauwasserhaltung				geschlossene Bauwasserhaltung		geschlossene Bauwasserhaltung		geschlossene Bauwasserhaltung	
	3,5-5,0 m u. GOK	geschlossene Bauwasserhaltung			geschlossene Bauwasserhaltung				geschlossene Bauwasserhaltung		geschlossene Bauwasserhaltung		geschlossene Bauwasserhaltung	



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

Bauvorhaben:

Geotechnisches Streckengutachten
GWL Baulos 2, 7. Abschnitt

Planbezeichnung:

Baugrundgeologisches
Streckenband Blatt 1

Projekt-Nr. 06-5765

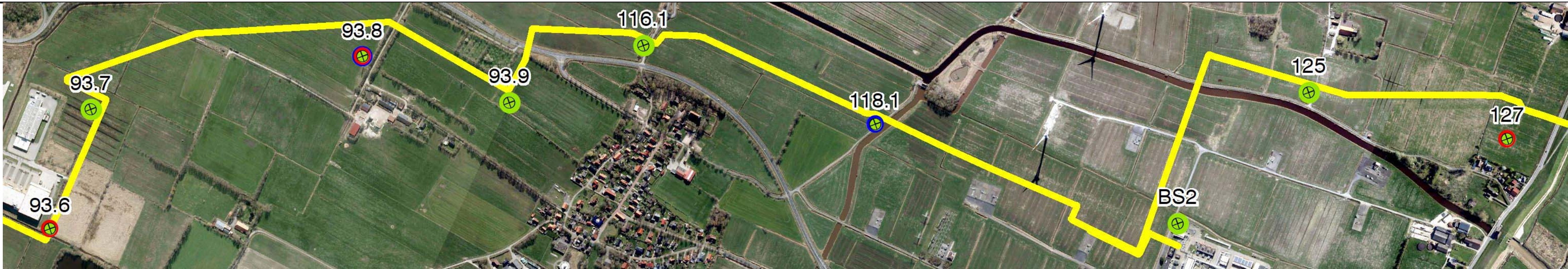
Anhang 1.3

Datum: März 2023

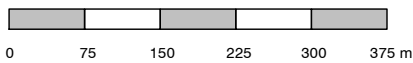
Höhe 1:75, Länge 1:7.500

Bearbeiter: Herr Rapp

Nordosten

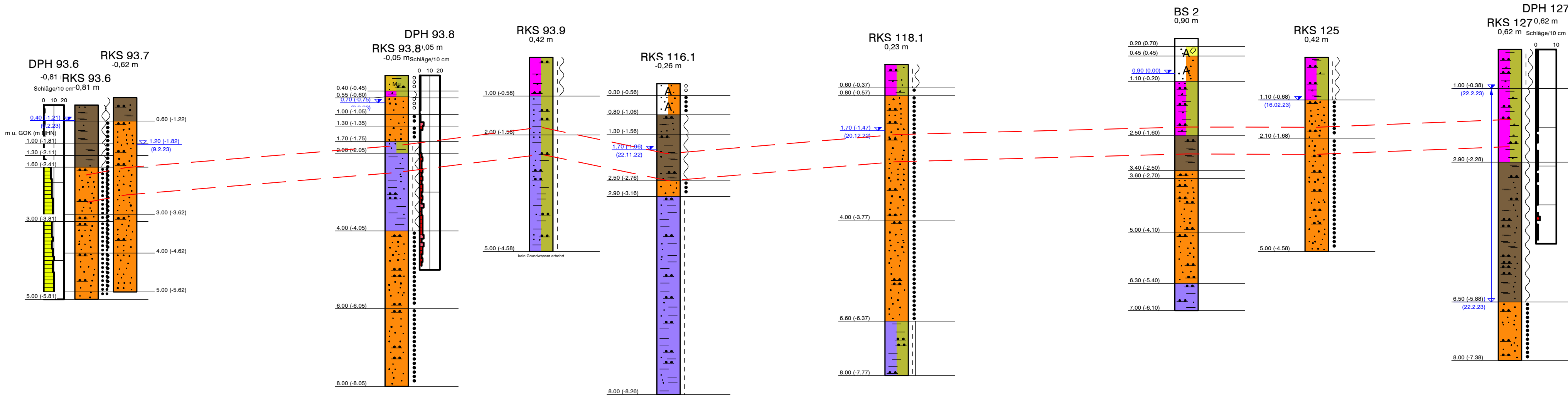
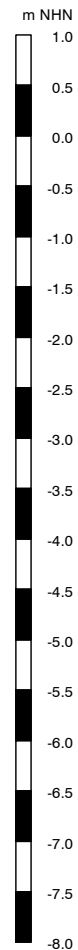


Südwesten



- 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)



Legende

steif - halbfest	T (Ton)
steif	U (Schluff)
weich - steif	S (Sand)
weich	X (Steine)
locker	H (Torf)
mitteldicht	Mu (Mutterboden)
dicht	y (Auffüllung)
	Kle (Klei)

Stationierungs-km		63,800	64,250	64,680	65,120	65,700	66,340	67,140	67,820	68,400
Homogen-bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand		Beckenton		Torf	Sand	Klei / Torf	Sand	Klei
	3,5-5,0 m u. GOK	Sand		Beckenton / Sand		Beckenton	Sand		Torf	
Gründungs-maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine		Bettungsschicht		Bodenaustausch	keine	Bodenaustausch	keine	Gründungspolster
	3,5-5,0 m u. GOK	keine		Bettungsschicht / keine		Bettungsschicht	keine		Gründungspolster	
Wasser-haltung	1,8-2,5 m u. GOK	geschlossene Bauwasserhaltung		offene Bauwasserhaltung			geschlossene Bauwasserhaltung		offene Bauwasserhaltung	
	3,5-5,0 m u. GOK	geschlossene Bauwasserhaltung		offene Bauwasserhaltung			geschlossene Bauwasserhaltung		geschlossene Bauwasserhaltung	

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

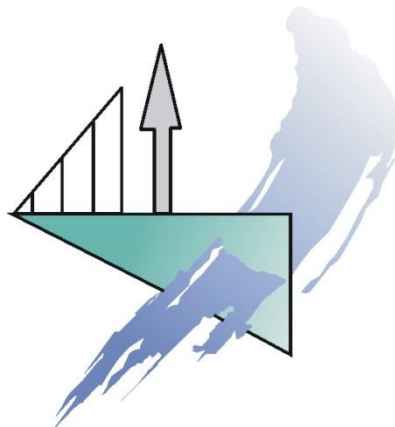
Bauvorhaben:	Projekt-Nr. 06-5765
Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 2, 7. Abschnitt	Anhang 1.3
Planbezeichnung:	Datum: März 2023
Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 2	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
	Bearbeiter: Herr Rapp

Anhang 1

Karten und Streckenbänder

Anhang 1.4

Hydrogeologisches Streckenband



Anhang 1.4 Hydrogeologisches Streckenband 7. Abschnitt

Position	95	92	97 - 91	93 + 93.1	93.2 – 93.3	93.4.1 – 93.7	93.8	93.9 + 116.1	118.8 - 125	127
Stationierungs-km (interpoliert)	58,055 - 59,050	59,050 - 59,500	59,500 - 60,900	60,900 - 61,900	61,900 - 62,800	62,800 – 64,450	64,450 – 64,900	64,900 – 65,800	65,800 – 68,000	68,000 – 68,400
	erfassten hydrogeologischen Verhältnisse									
Unterkante bindiger Deckschichten [m u. GOK]	1,8	4,8	0,7 – 1,0	1,5 – 1,6	2,2 (bei 93.2.2)	0,6 – 3,0	4,0	>8,0	0,6 – 3,4	6,5
erbohrter Grundwasserstand [m u. GOK / m NHN]	3,65 / 2,42	3,5/ 1,95	1,8 bis 1,0/ 0,94 bis -0,04	1,25 bis 1,6/ -0,25 bis - 1,07	1,15 bis 1,4/ -0,12 bis -1,35	0,0 bis 2,2/ -0,78 bis -1,82	0,7 / -0,75	in 116.1 Schichten- wasser bei 1,7 / -1,96	0,9 bis 1,7/ -0,68 bis -1,47	1,0 / 0,38
Bodenschichten im Tiefenbereich 1,8 - 2,5 m u. GOK	P	H	P	P	P+H	P + H	P + H	H	P + H	H
Bodenschichten im Tiefenbereich 3,5 – 5,0 m u. GOK		H / P		H	P	P	P+H		P	
Ausbildung der Grund- wasseroberfläche im Porengrundwasserleiter P ungespannt = 1, gespannt = 2	1	2	1	2	1 + 2	1 + 2	2	2	1 + 2	2
	Bemessungswasserstände									
Aus der Felderkundung und den hydrogeologischen Karten abgeleitete MNW und HW [m NHN]	MNW ≈ 1,9 / HW ≈ 3,2	MNW ≈ 1,4 / HW ≈ 2,7	MNW ≈ 0,4 bis -0,5/ HW ≈ 1,6 bis 0,6	MNW ≈ -0,7 bis -1,5/ HW ≈ 0,4 bis -0,4	MNW ≈ -0,5 bis -1,6/ HW ≈ 0,6 bis -0,6	MNW ≈ -1,2 - -2,0/ HW ≈ 0,0 bis -1,0	MNW ≈ -1,1/ HW ≈ 0,1	kein Porengrundwasser bis -4,60	MNW ≈ -1,0 bis -1,9/ HW ≈ 0,0 bis -0,8	MNW ≈ -0,9/ HW ≈ 0,3
	Bauwasserhaltungsmaßnahmen und k _f -Werte									
Maßnahmen Leitungsbau bis 2,5 m u. GOK	OW (bei Bedarf)	OW (bei Bedarf)	GW	GW	GW	GW	OW	bei Bedarf OW	GW	OW
Maßnahmen Düker / Pressung bis 5,0 m u. GOK	GW	DE					GW			DE
k _f -Wert bis 2,5 m u. GOK (Abschätzung aus Bohrprofilen und Kornverteilungen)	6 x 10 ⁻⁵ m/s	<1 x 10 ⁻⁷ m/s (Geschiebelehm)	5,5 x 10 ⁻⁵ m/s	4 x 10 ⁻⁵ m/s	4,5 x 10 ⁻⁵ m/s	5 x 10 ⁻⁵ m/s	bis 1,7 m u. GOK 4 x 10 ⁻⁵ m/s	<1 x 10 ⁻⁶ m/s (Torf)	5,5 10 ⁻⁵ m/s	<1 x 10 ⁻⁸ m/s (Klei)
k _f -Wert 3,5 bis 5,0 m u. GOK (Abschätzung aus Schichtenverzeichnissen und Kornverteilungen)		ab 4,8 m u. GOK 5 x 10 ⁻⁵ m/s		<1 x 10 ⁻⁹ m/s (Beckenton)	6 x 10 ⁻⁵ m/s	6 x 10 ⁻⁵ m/s	ab 4,0 m u. GOK 6 x 10 ⁻⁵ m/s	<1 x 10 ⁻⁹ m/s (Beckenton)		ab 6,5 m u. GOK 6 x 10 ⁻⁵ m/s

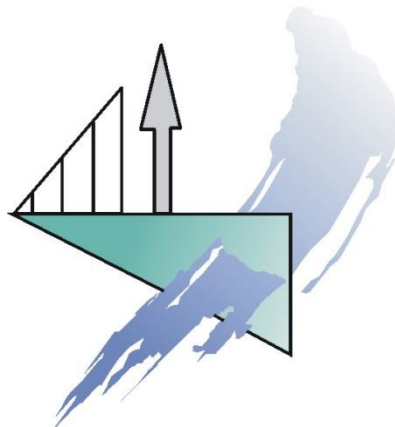
H = Grundwasserhemmer mit geringer Durchlässigkeit
P = Porengrundwasserleiter mit guter Durchlässigkeit
OW = offene Bauwasserhaltung zu Auffangen und Ableiten von Schichten-/Stauwasser und Tagwasser;
DE = geschlossene Bauwasserhaltung zur Druckentlastung gespannten Grundwassers im Porengrundwasserleiter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

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.1

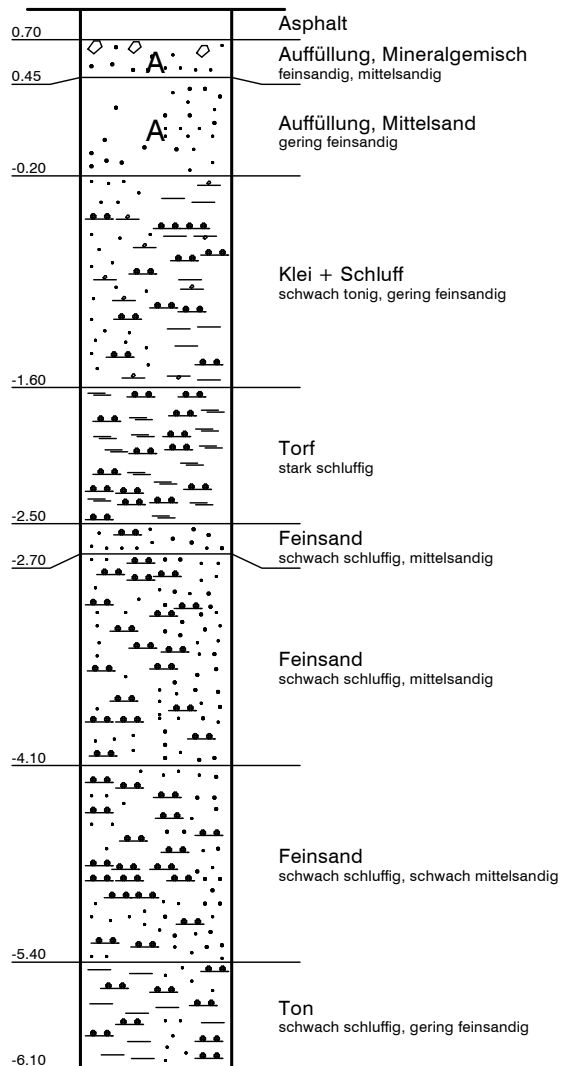
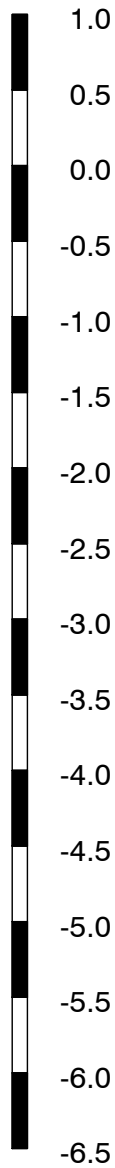
Bohrprofile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023



BS 2

0,90 m NHN

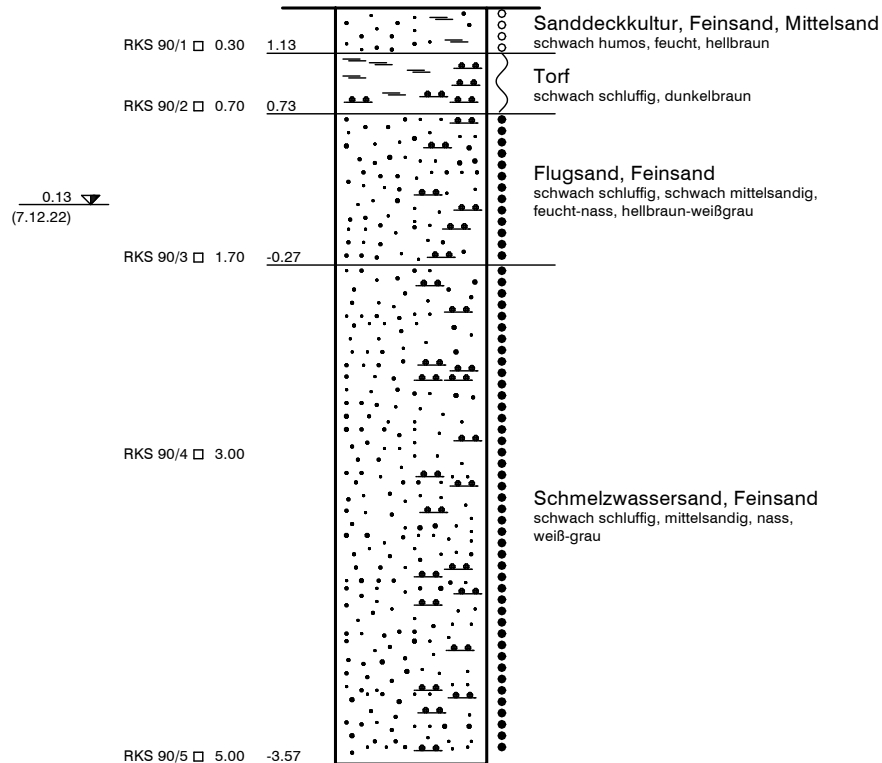
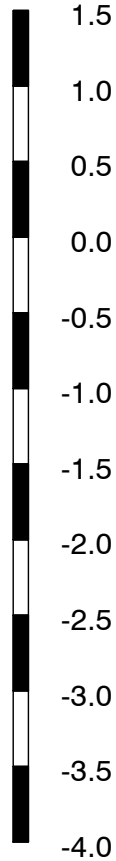
m NHN



RKS 90

1,43 m NHN

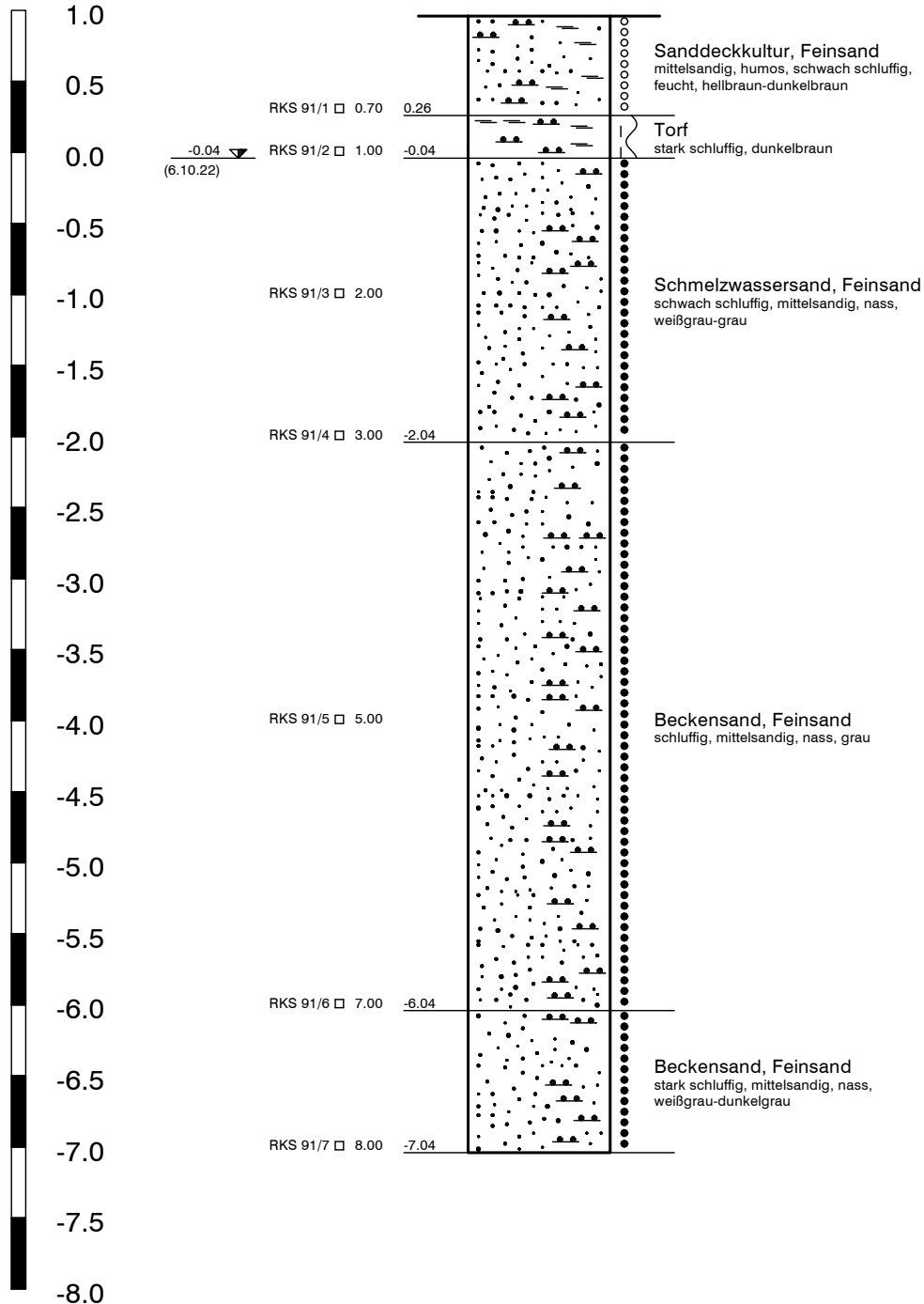
m NHN



RKS 91

0,96 m NHN

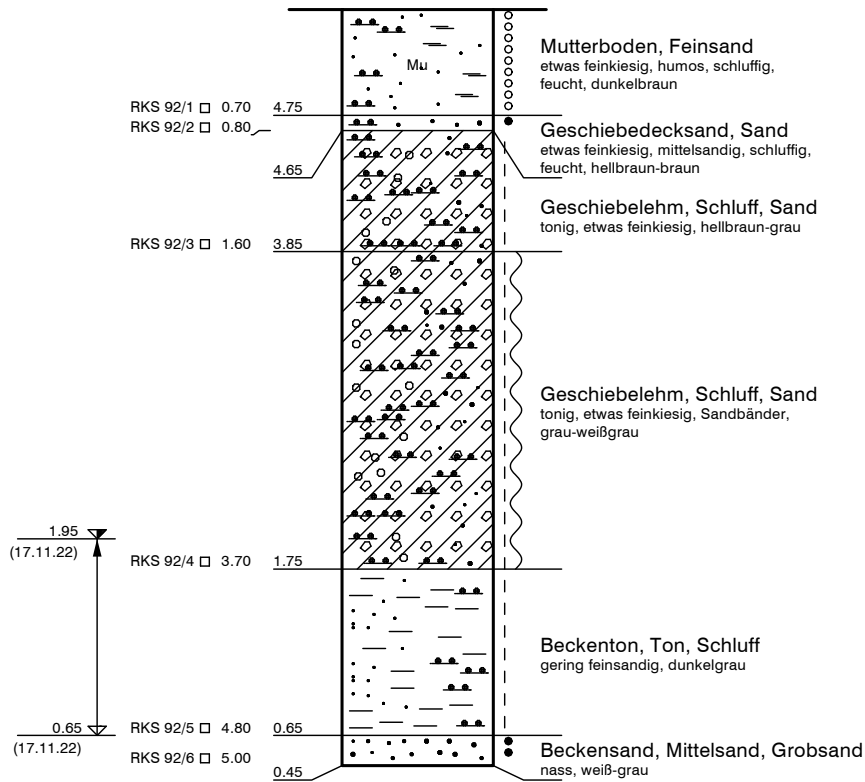
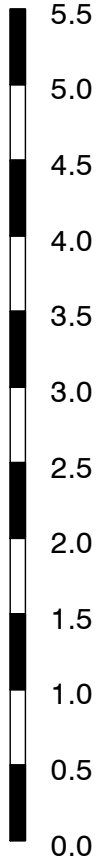
m NHN



RKS 92

5,45 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: 17.11.2022

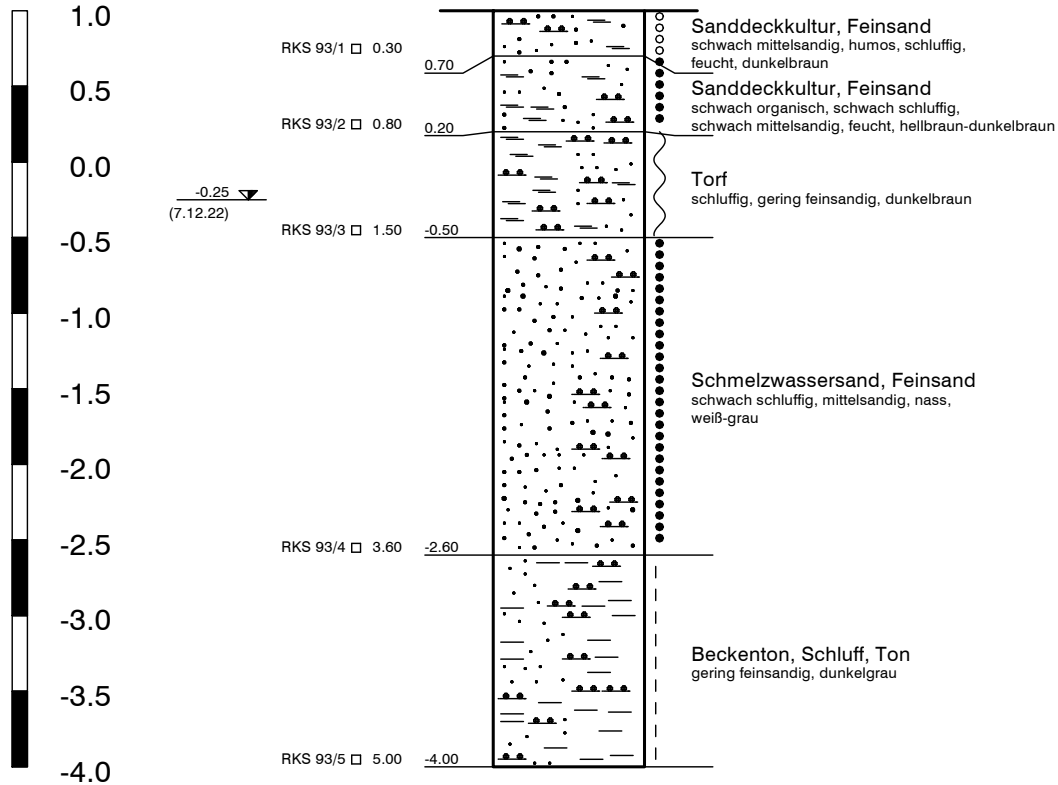
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 93

1,00 m NHN

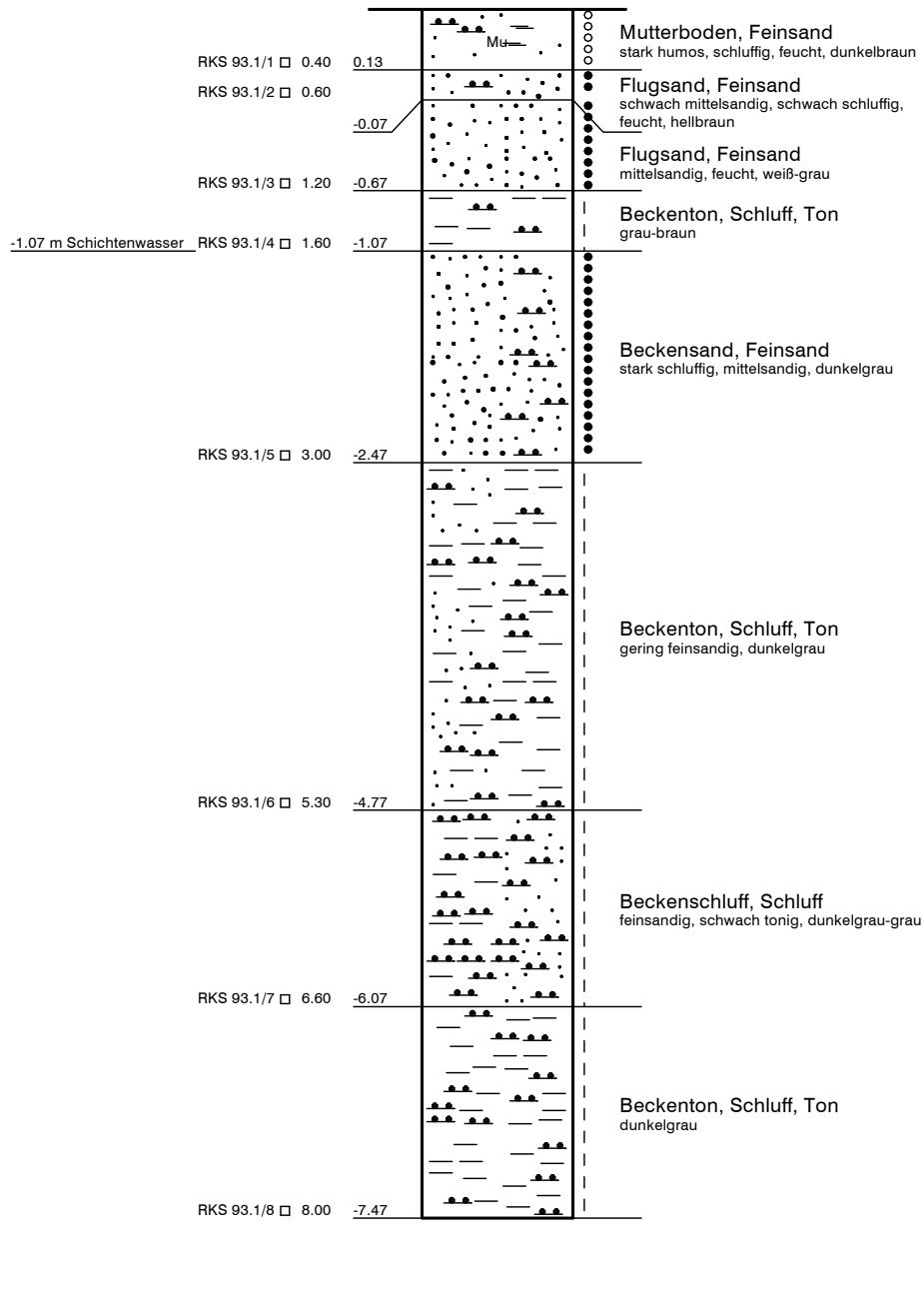
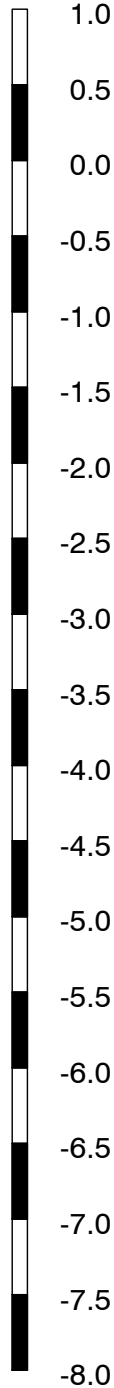
m NHN



m NHN

RKS 93.1

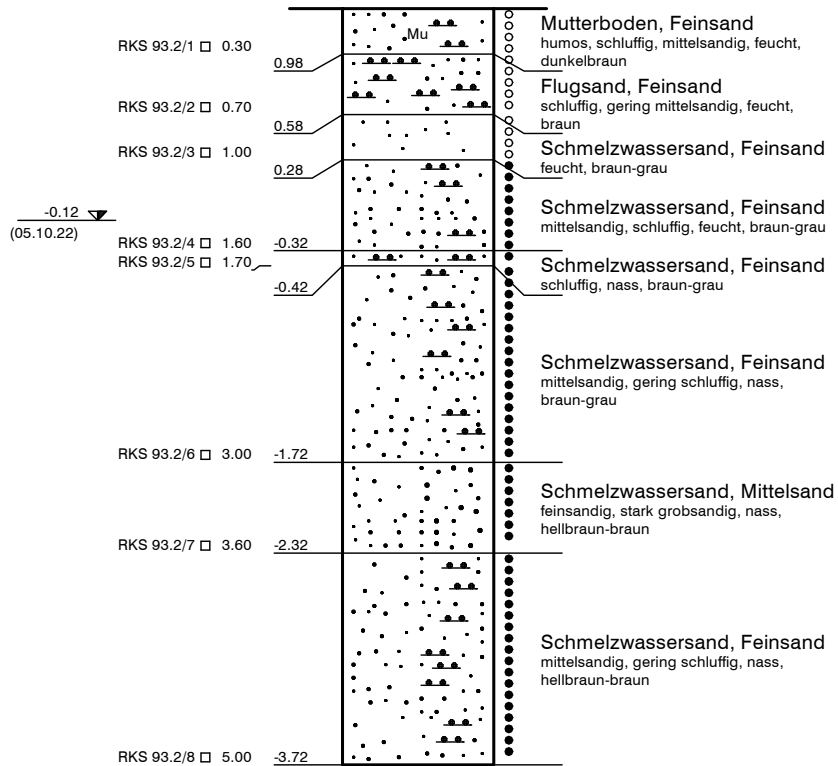
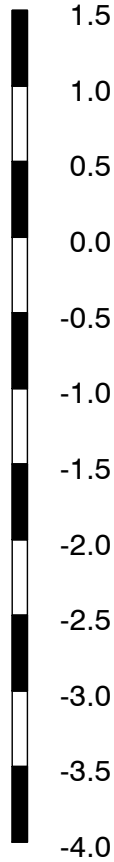
0,53 m NHN



RKS 93.2

1,28 m NHN

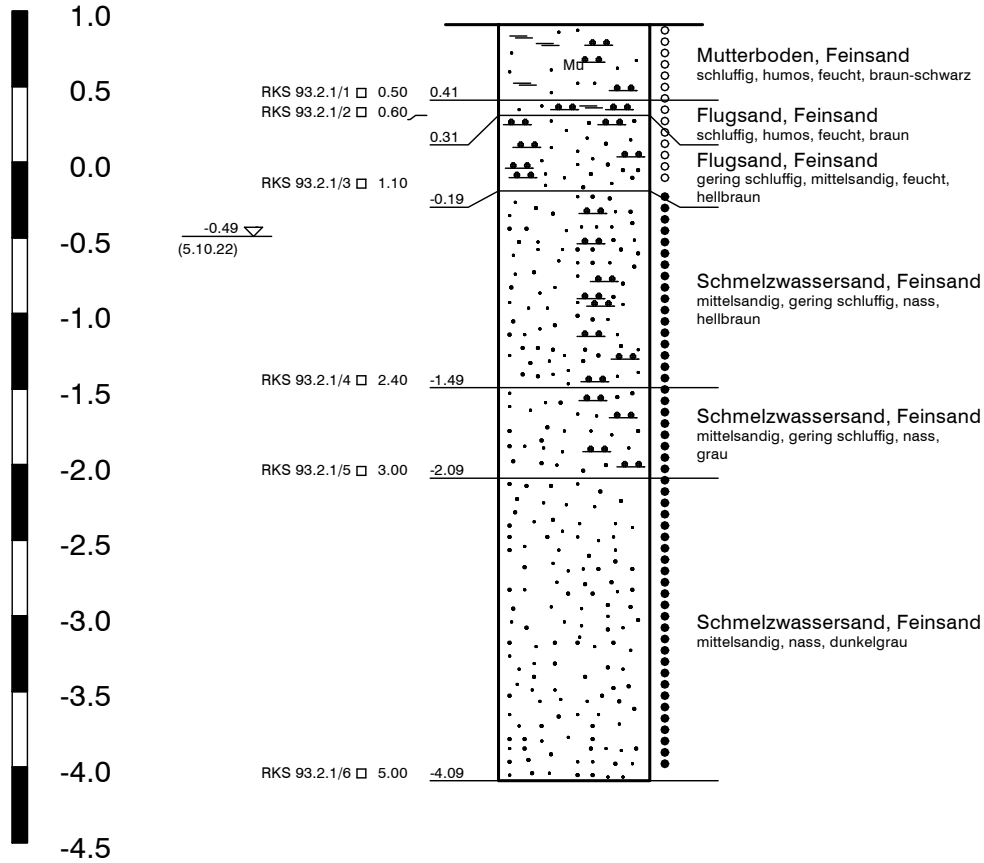
m NHN



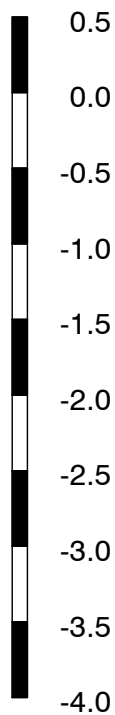
RKS 93.2.1

0,91 m NHN

m NHN

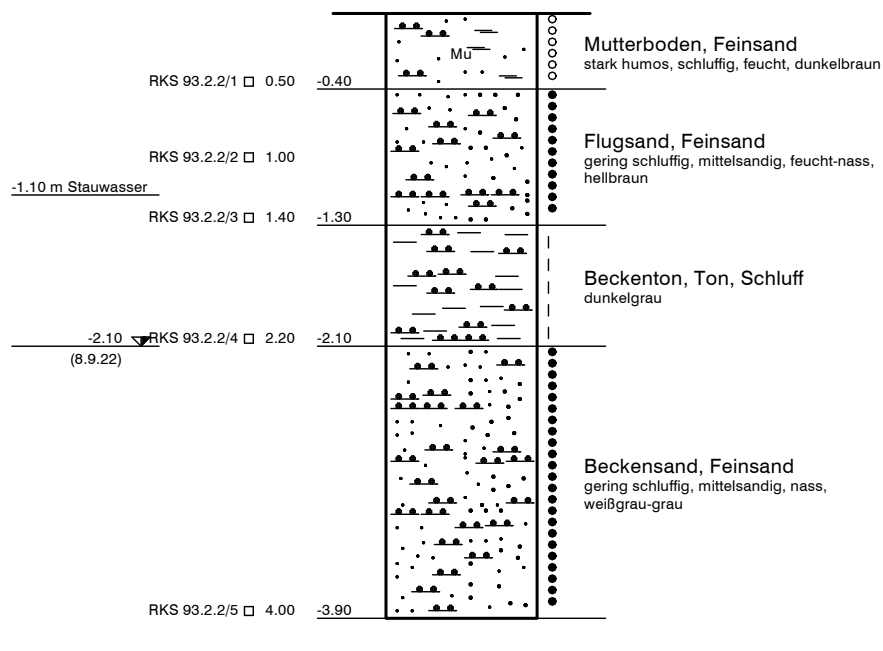


m NHN



RKS 93.2.2

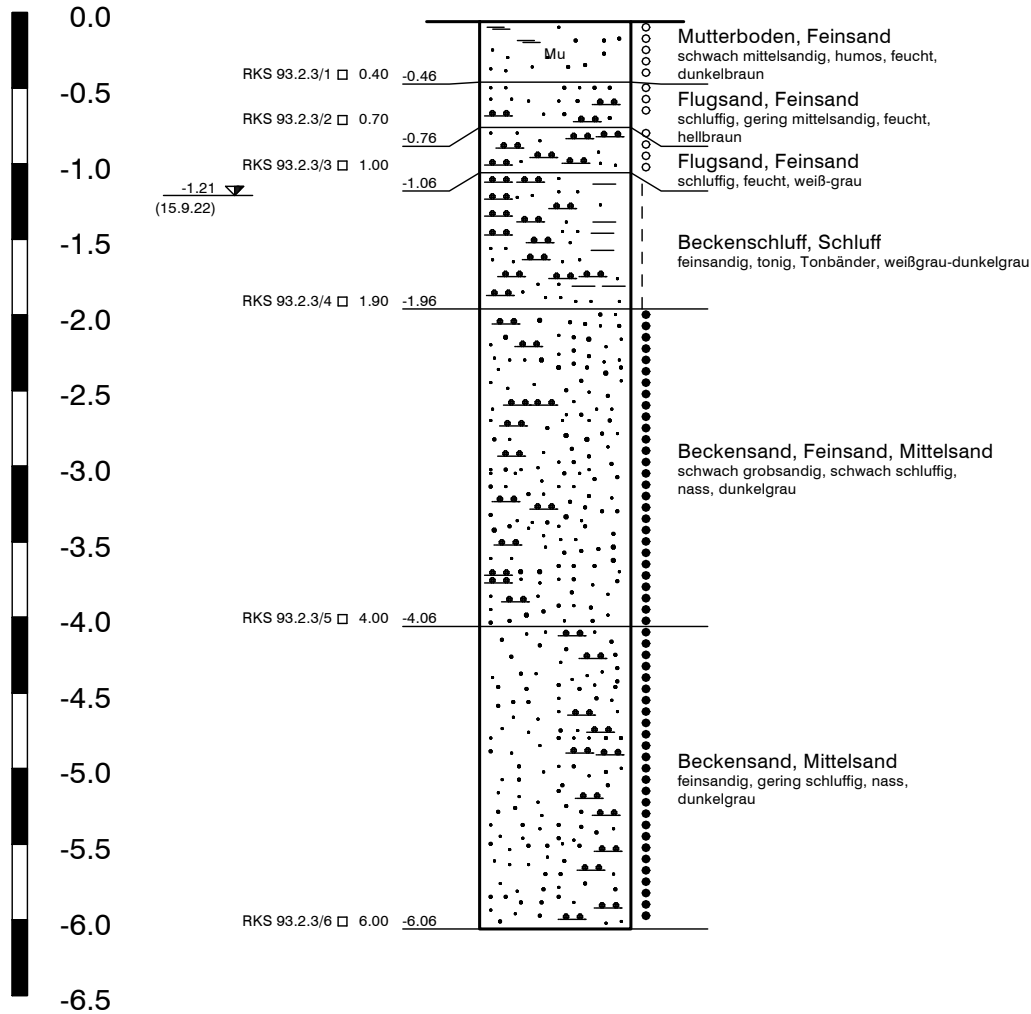
0,10 m NHN



RKS 93.2.3

-0,06 m NHN

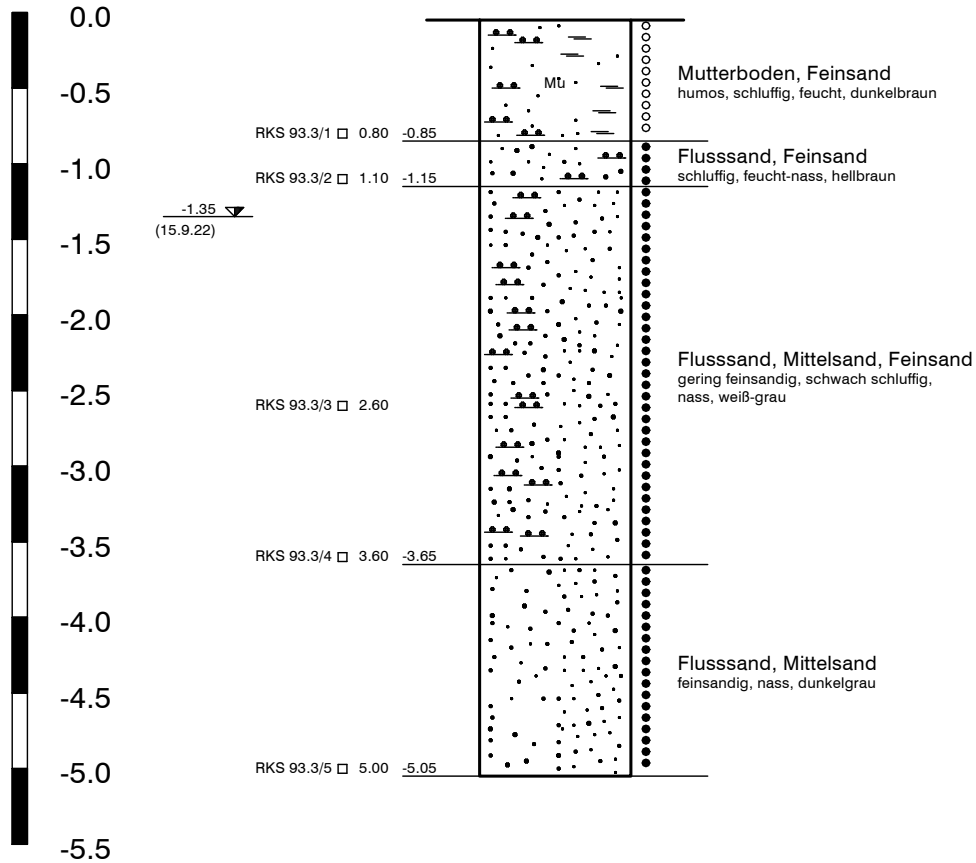
m NHN



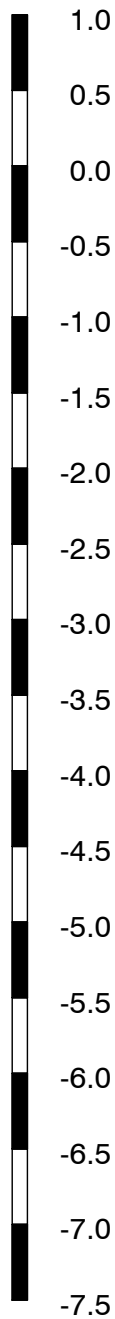
RKS 93.3

-0,05 m NHN

m NHN

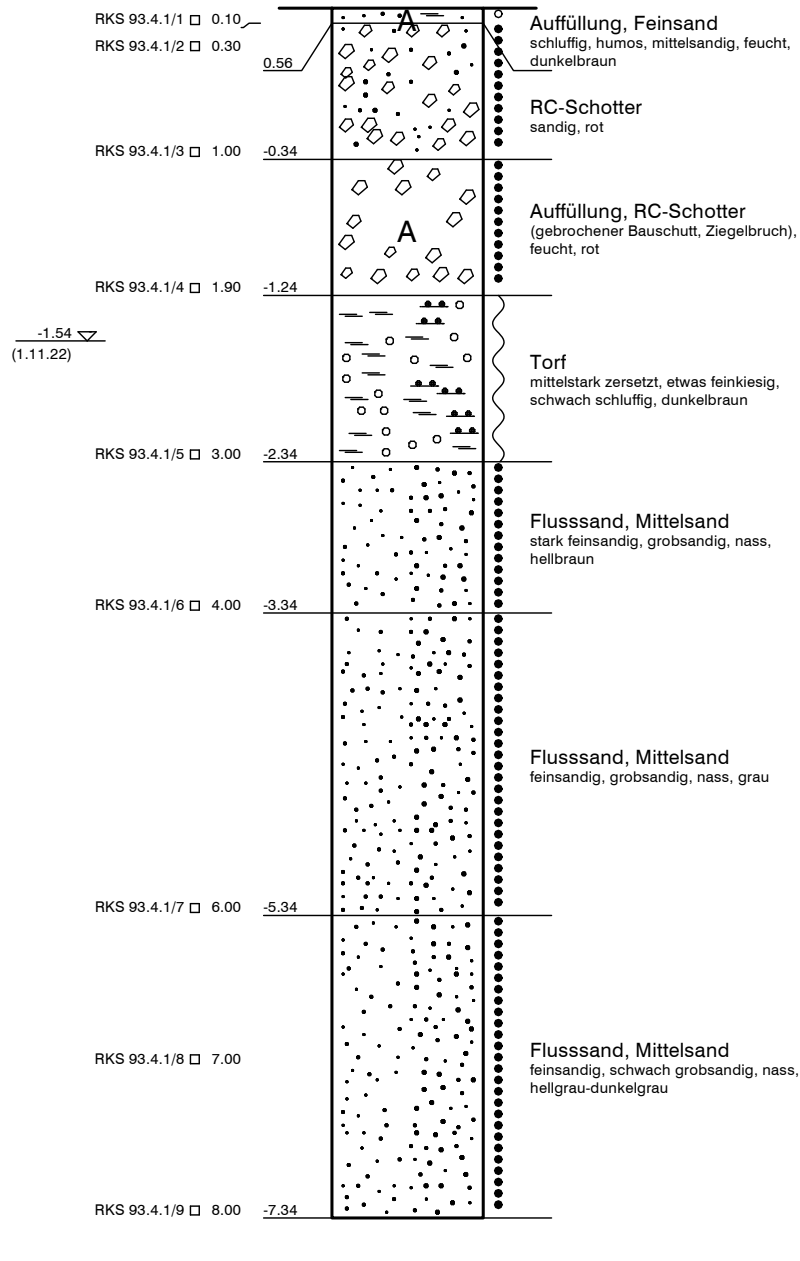


m NHN



RKS 93.4.1

0,66 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: 01.11.2022

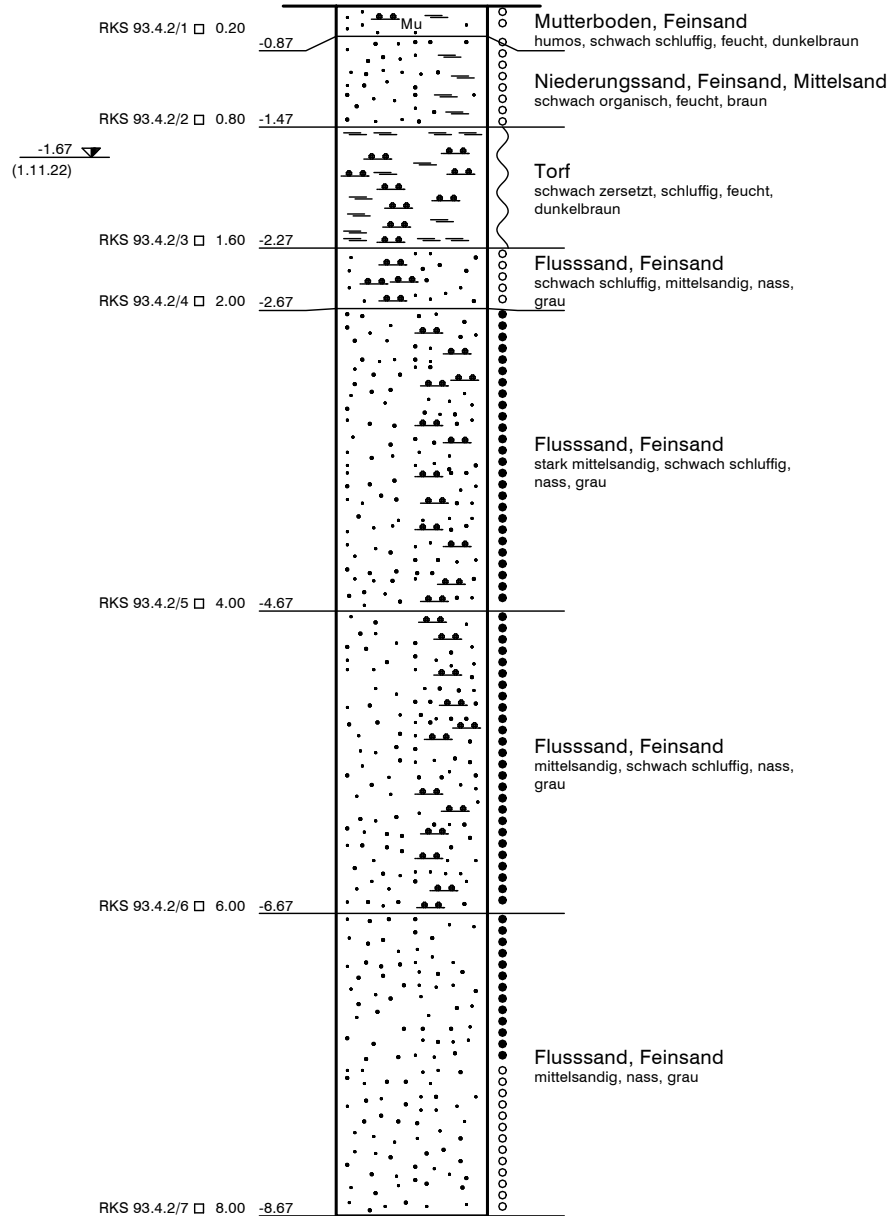
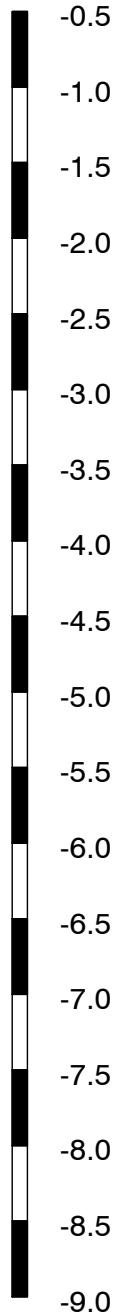
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 93.4.2

-0,67 m NHN

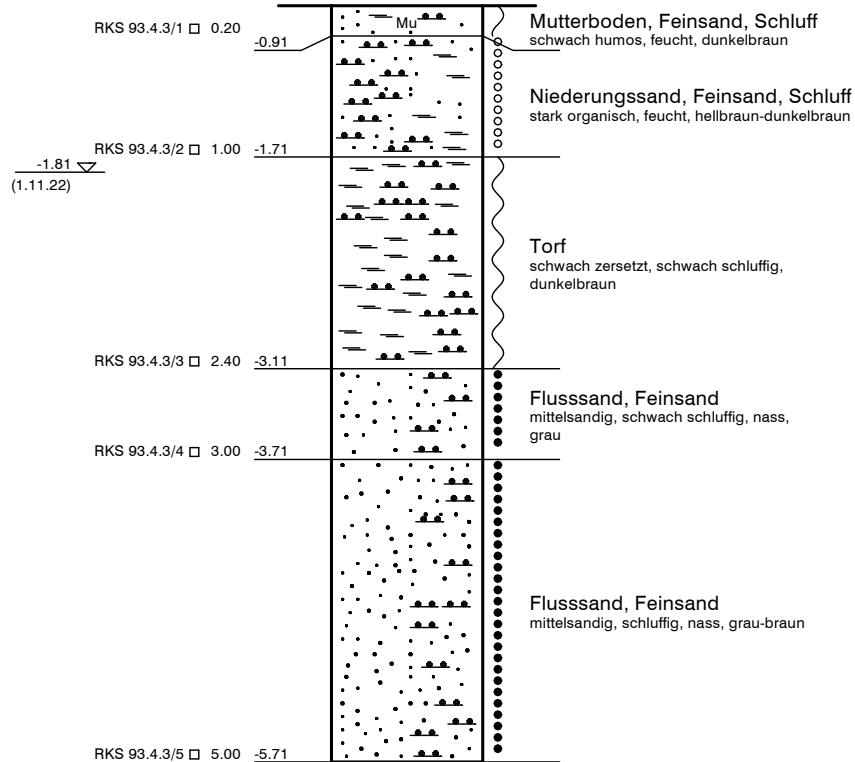
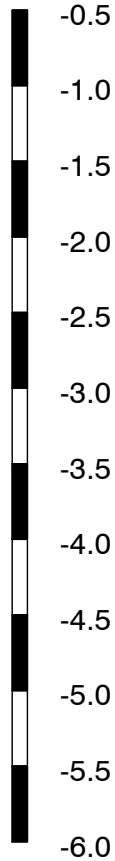
m NHN



RKS 93.4.3

-0,71 m NHN

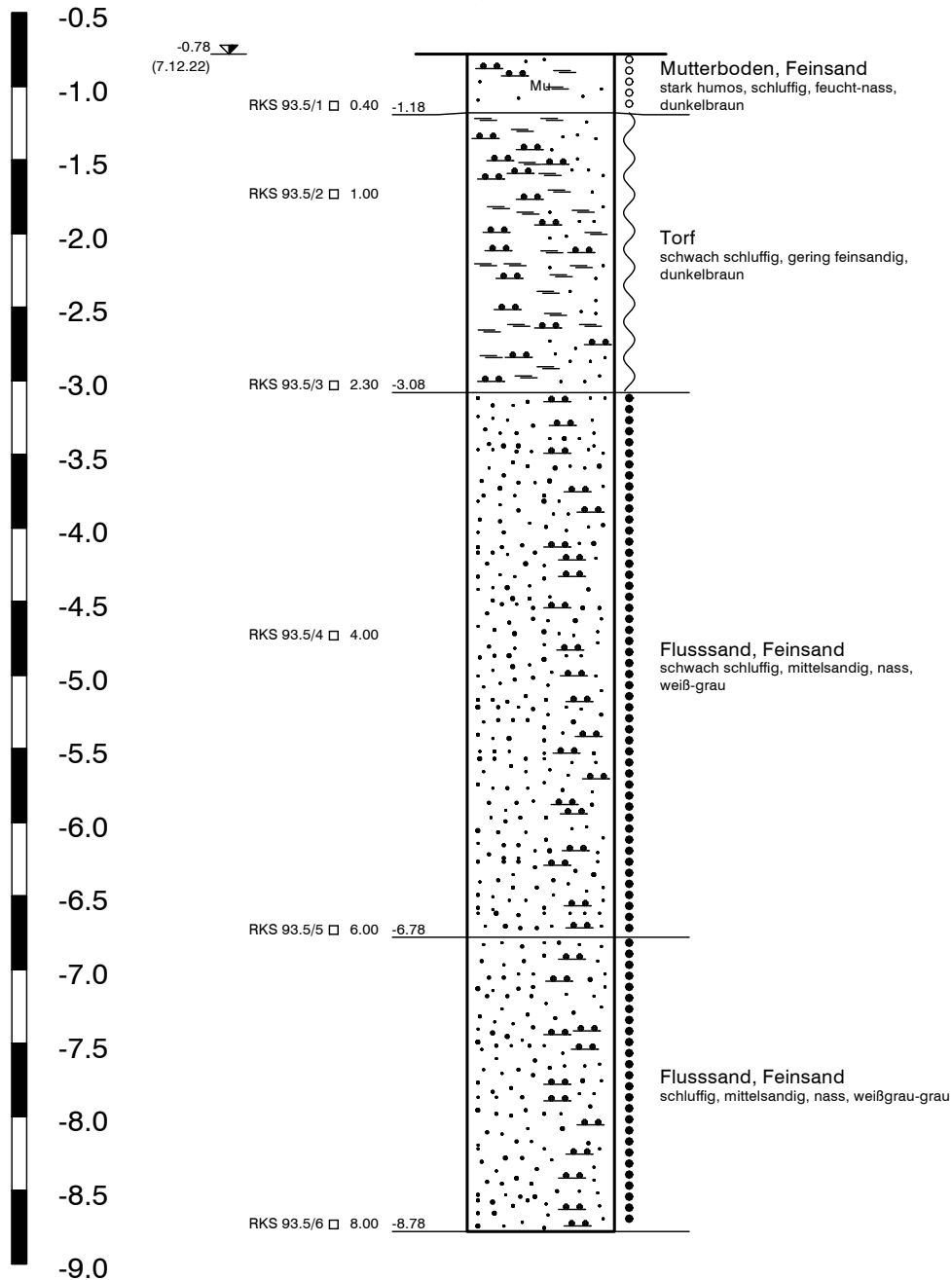
m NHN



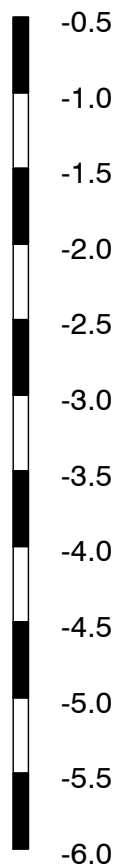
RKS 93.5

-0,78 m NHN

m NHN

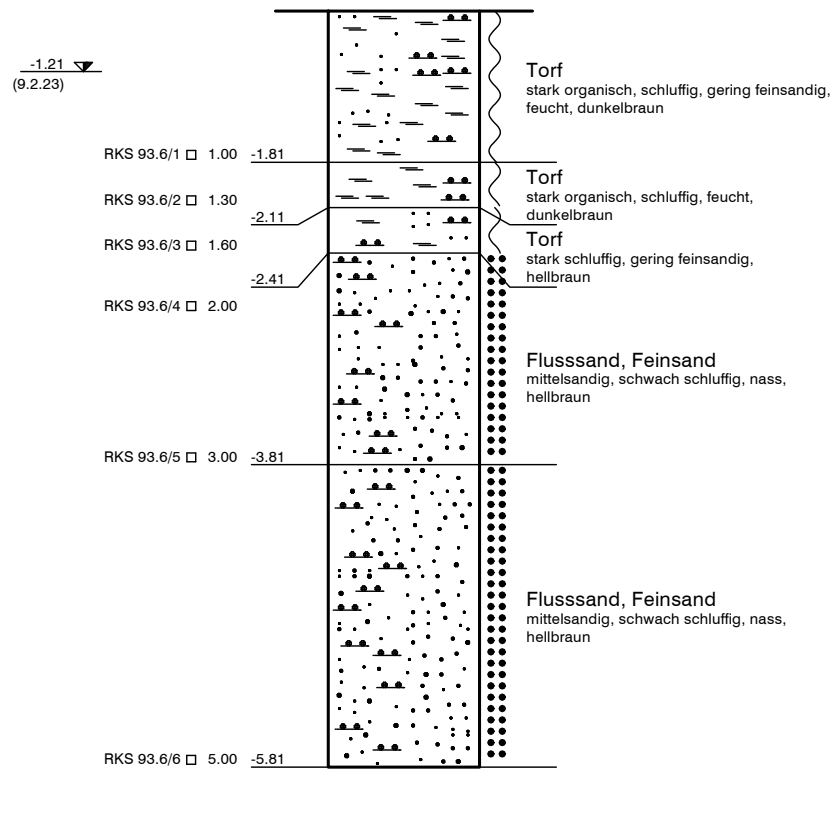


m NHN



RKS 93.6

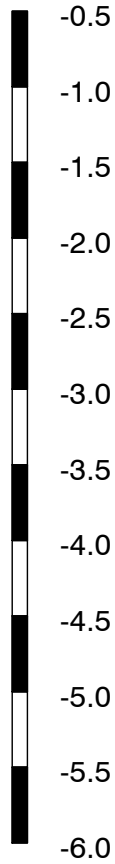
-0,81 m NHN



RKS 93.7

-0,62 m NHN

m NHN



-1.82 ▽
(9.2.23)

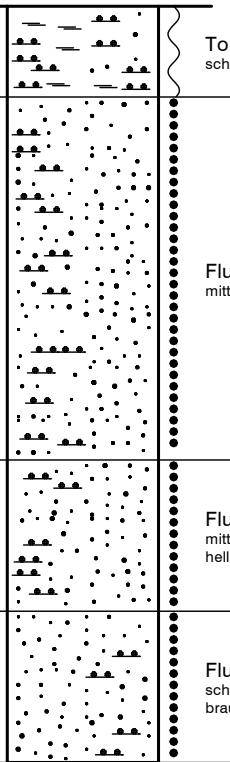
RKS 93.7/1 □ 0.60 -1.22

RKS 93.7/2 □ 2.00

RKS 93.7/3 □ 3.00 -3.62

RKS 93.7/4 □ 4.00 -4.62

RKS 93.7/5 □ 5.00 -5.62



Torf
schluffig, stark sandig, feucht, dunkelbraun

Flusssand, Feinsand
mittelsandig, schluffig, nass, hellbraun

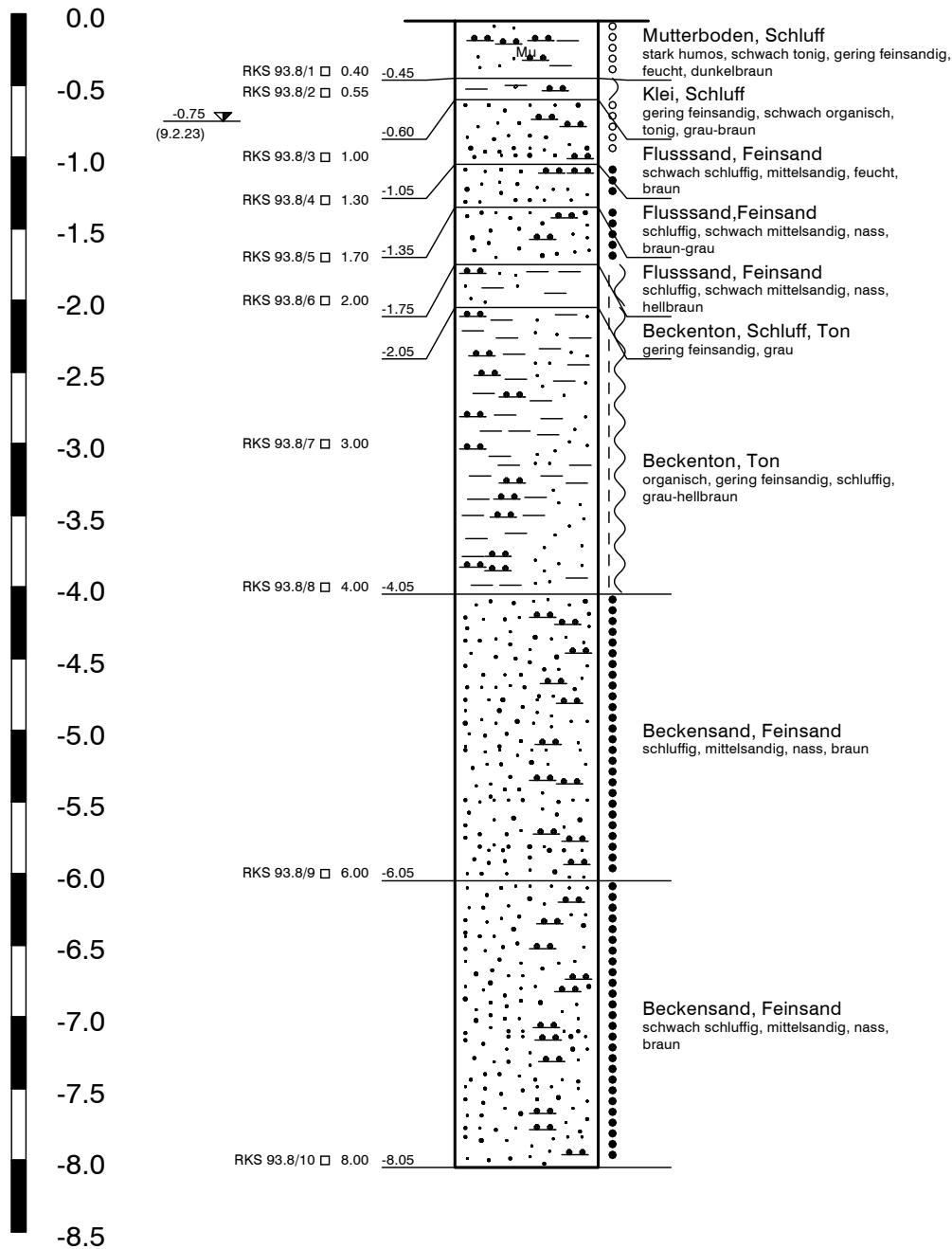
Flusssand, Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig, nass,
hellbraun

Flusssand, Feinsand
schwach schluffig, mittelsandig, nass,
braun

RKS 93.8

-0,05 m NHN

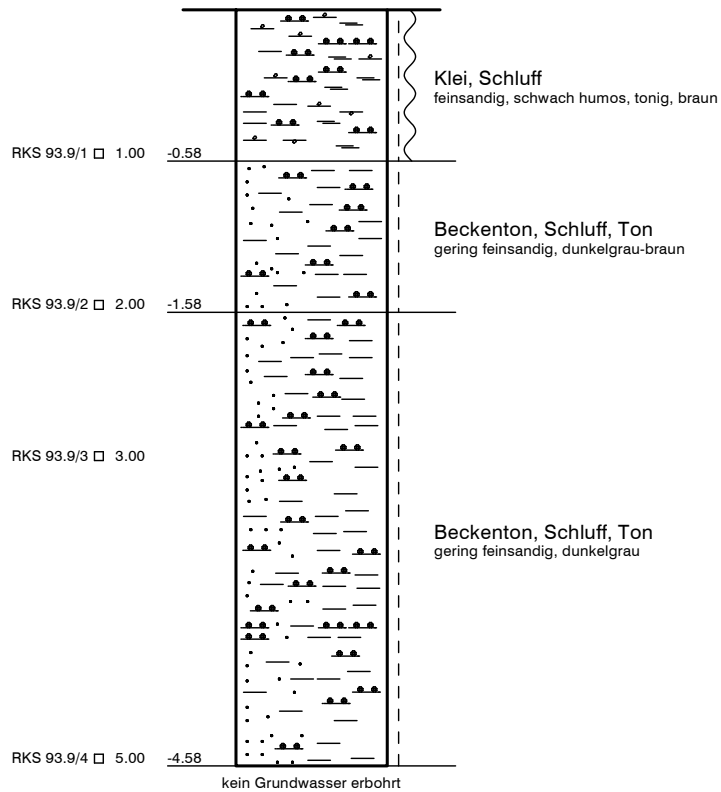
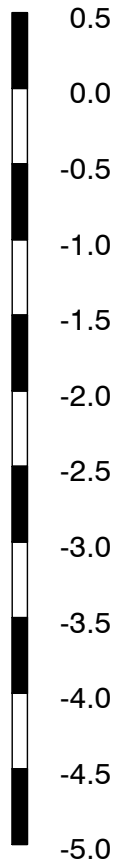
m NHN



RKS 93.9

0,42 m NHN

m NHN

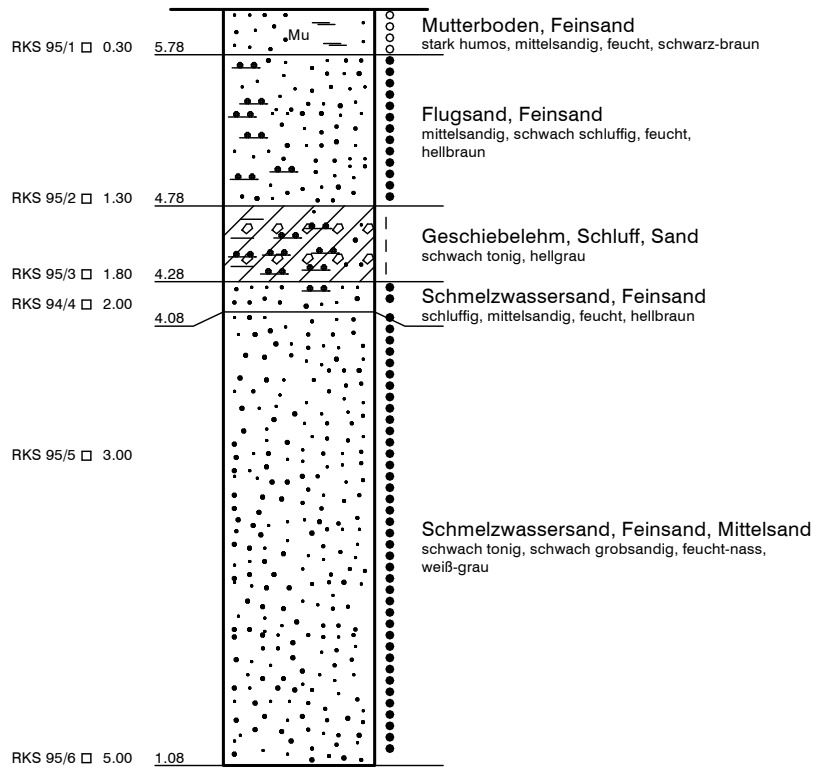


m NHN



RKS 95

6,08 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: 02.02.2023

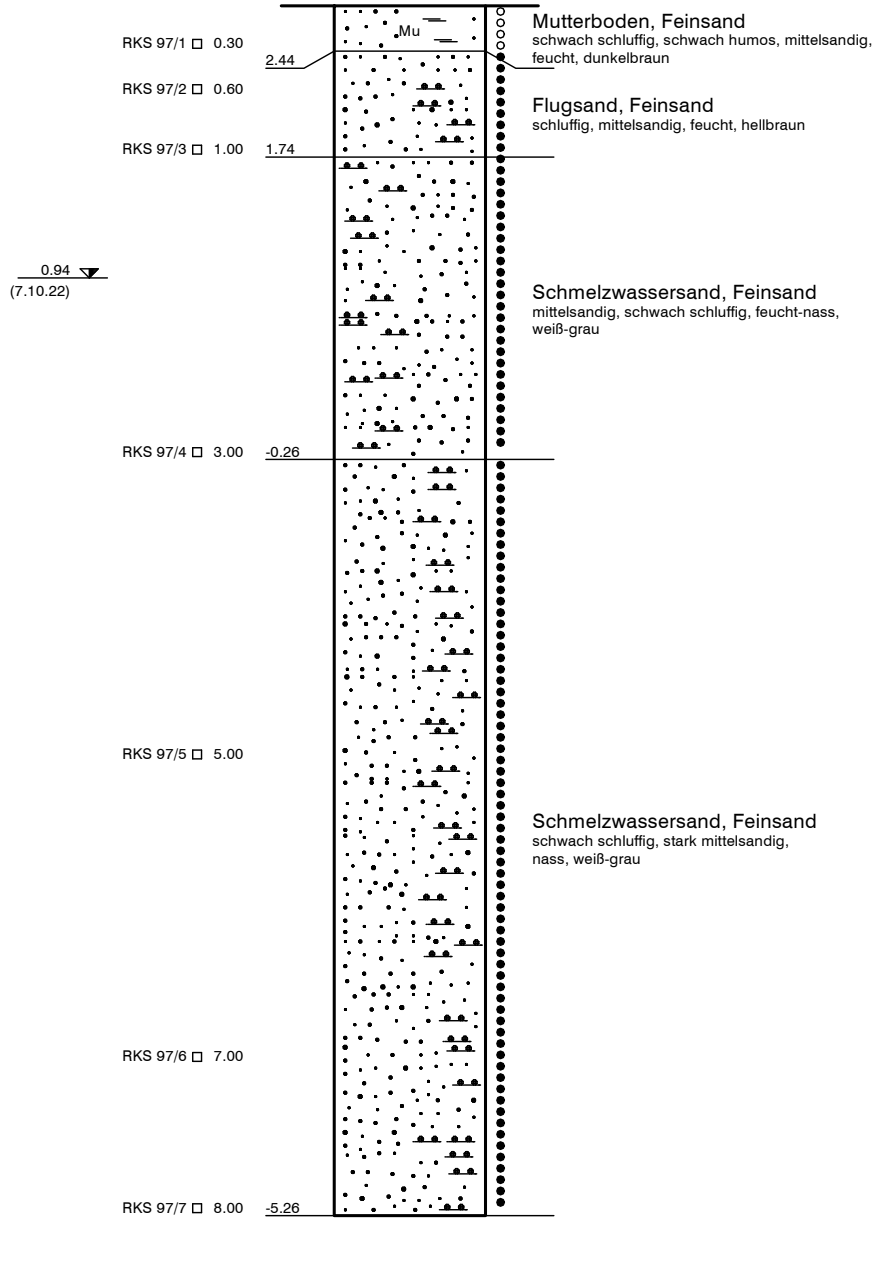
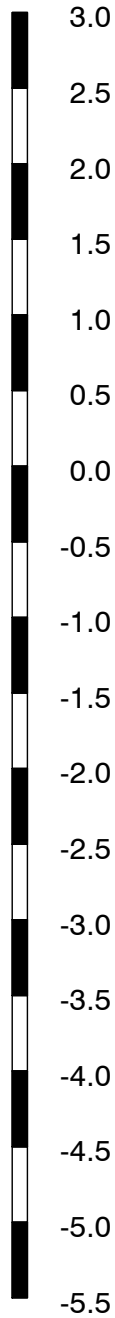
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 97

2,74 m NHN

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: 07.10.2022

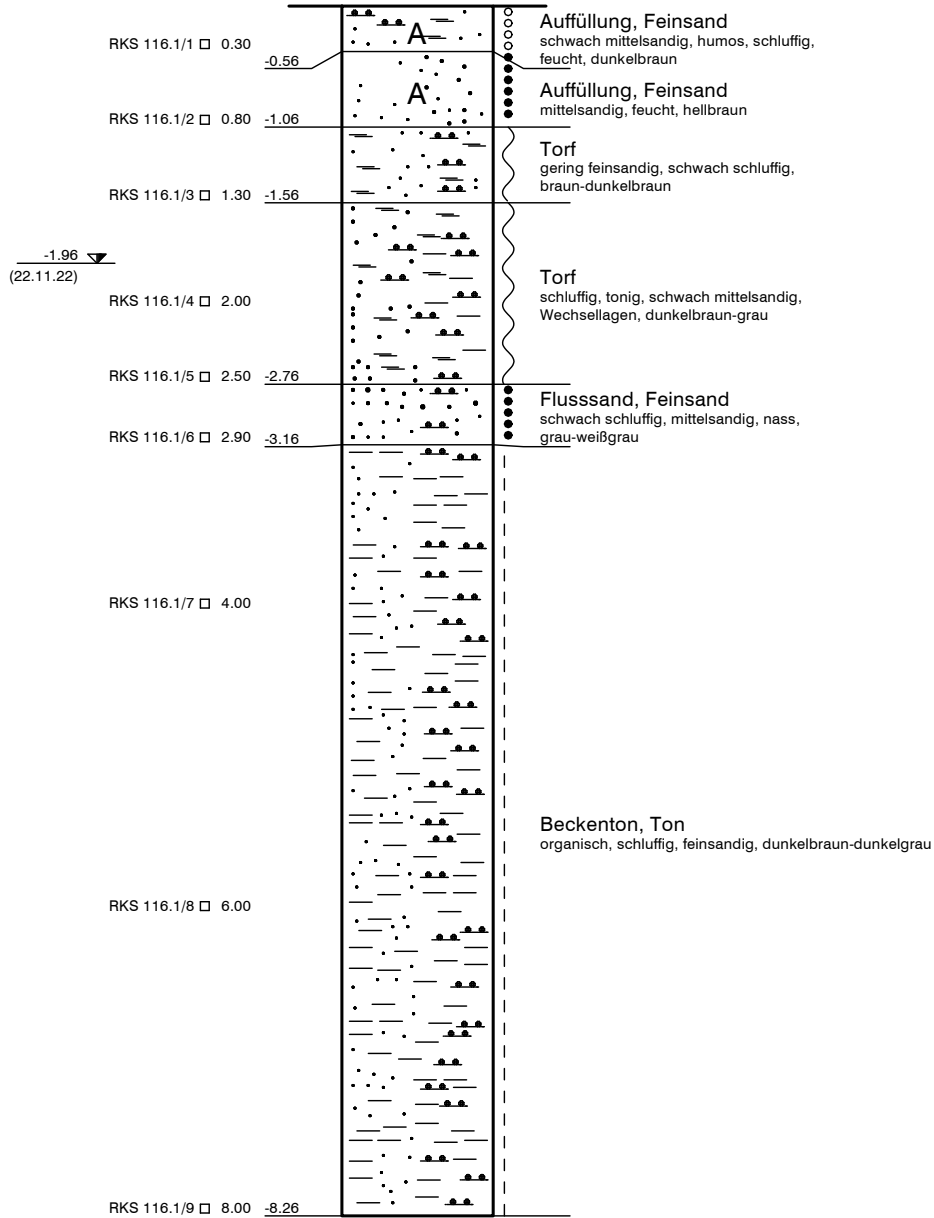
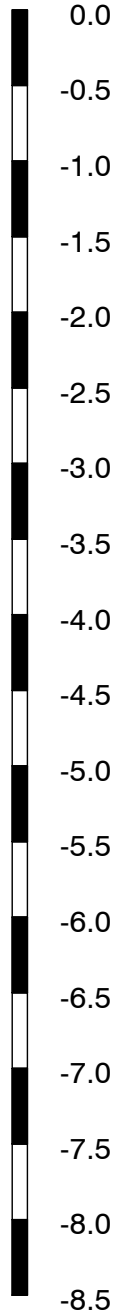
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 116.1

-0,26 m NHN

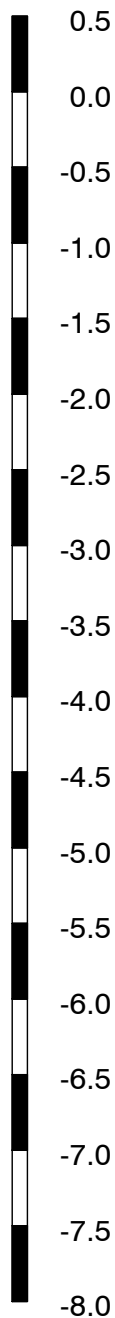
m NHN



RKS 118.1

0,23 m NHN

m NHN



-1.47
(20.12.22)

RKS 118.1/1 □ 0.60

RKS 118.1/2 □ 0.80

RKS 118.1/3 □ 2.00

RKS 118.1/4 □ 4.00

RKS 118.1/5 □ 6.60

RKS 118.1/6 □ 8.00

-0.37

-0.57

-3.77

-6.37

-7.77

Klei, Schluff
humos, gering feinsandig, tonig, dunkelgrau-dunkelbraun

Klei, Schluff, Feinsand
organisch, feucht, dunkelbraun

Flusssand, Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig, nass,
hellbraun

Flusssand, Feinsand
schwach schluffig, mittelsandig, nass,
weiß-grau

Beckenton, Schluff, Ton
dunkelgrau

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 20.12.2022

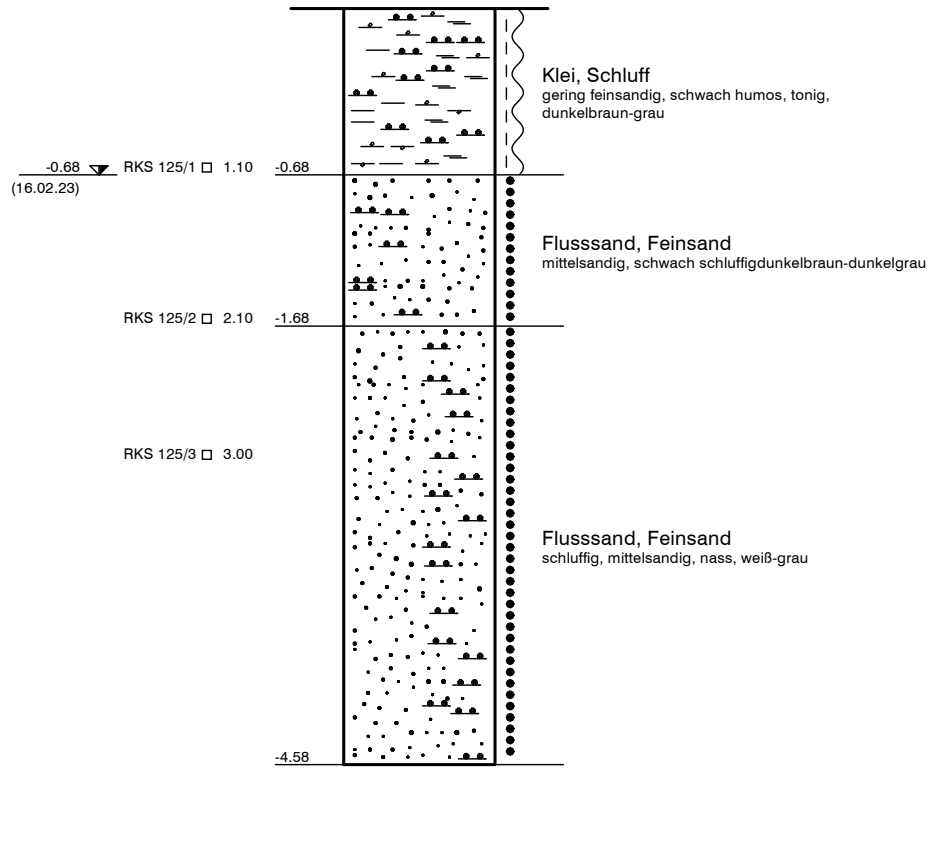
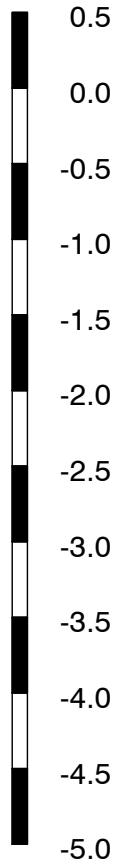
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

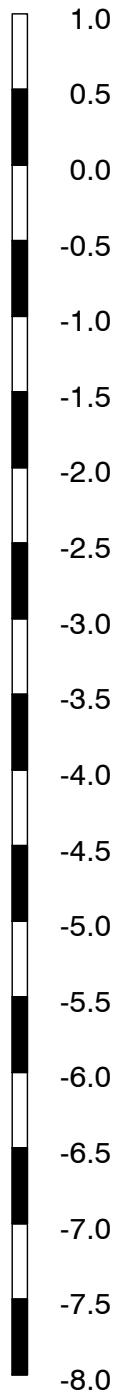
RKS 125

0,42 m NHN

m NHN

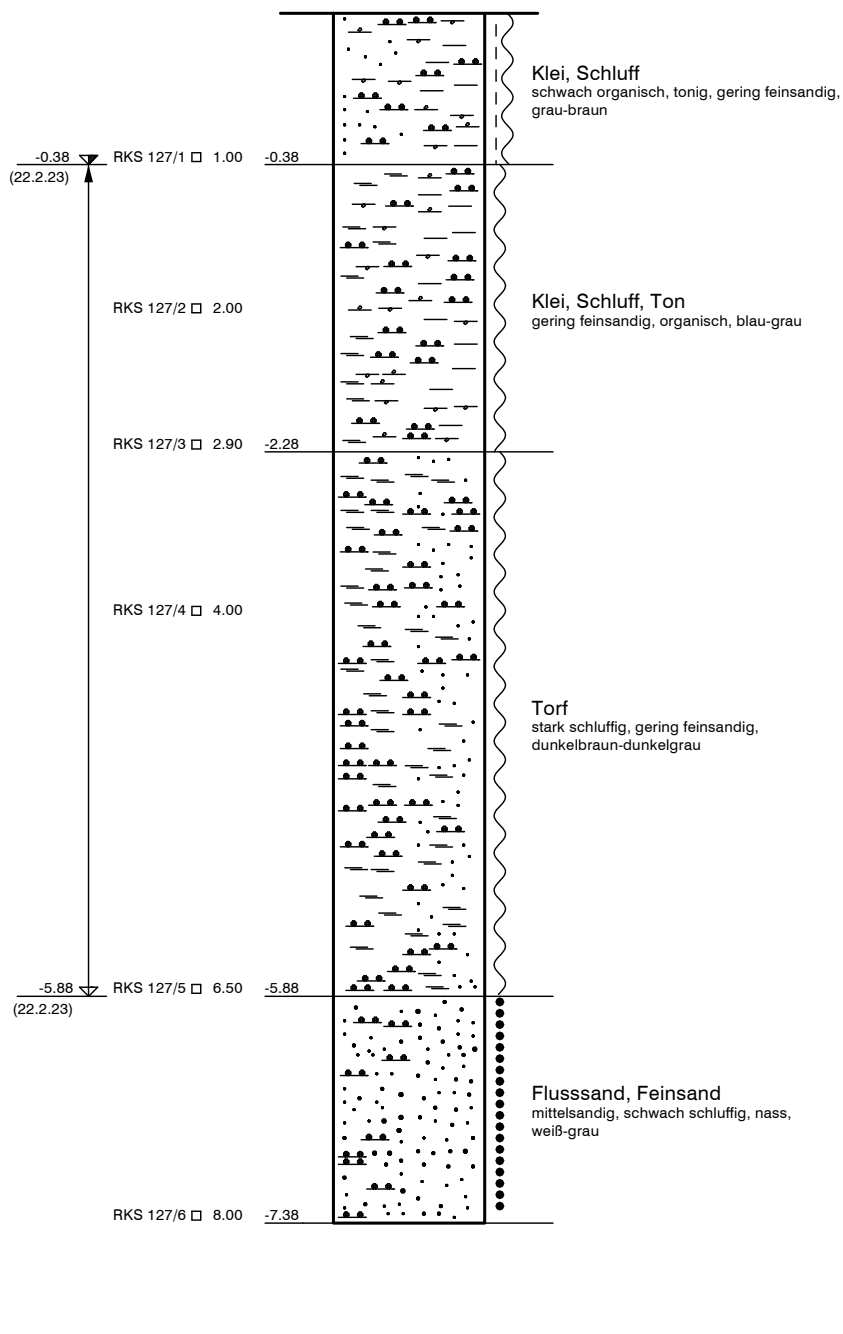


m NHN



RKS 127

0,62 m NHN



Anhang 2

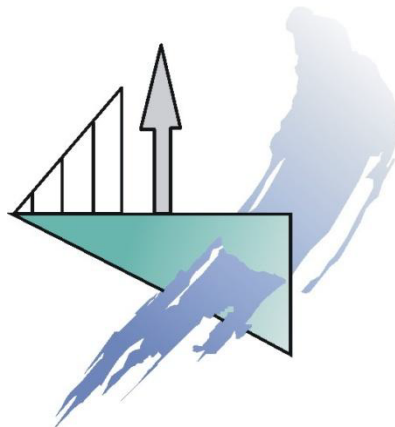
Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.2

Rammdiagramme der

schweren Rammsondierungen gemäß

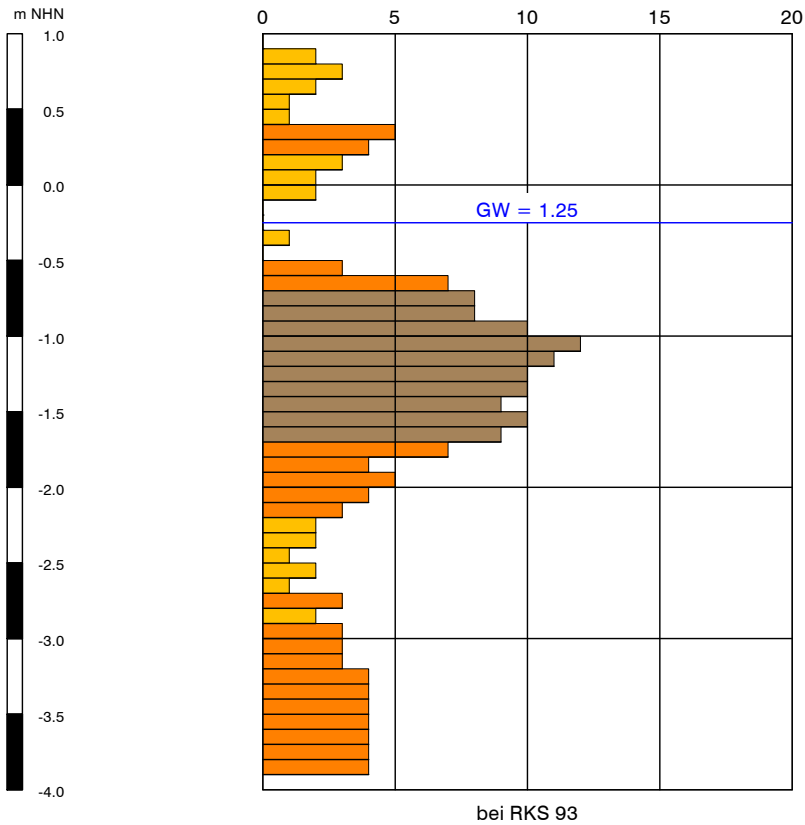
DIN EN ISO 22476-2



DPH 93

1,00 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

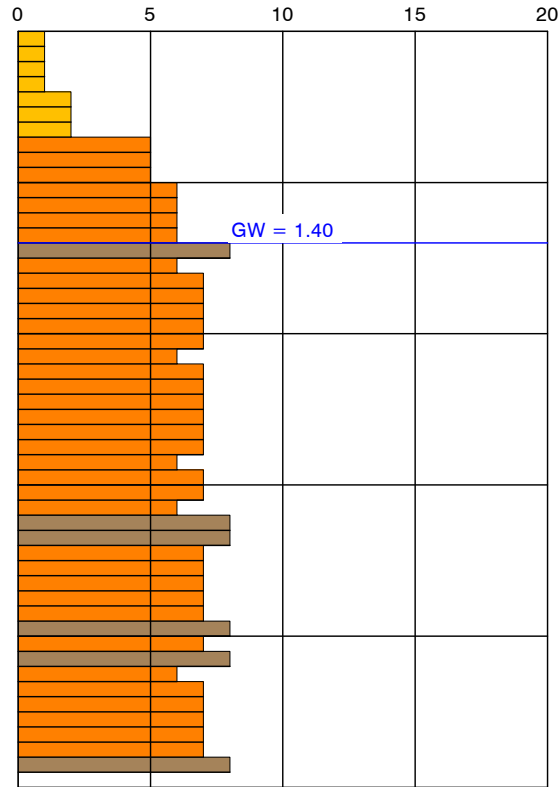
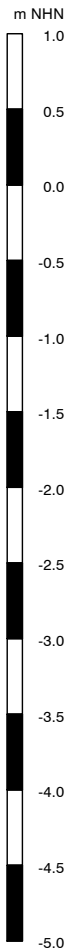


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	2
0.30	3
0.40	2
0.50	1
0.60	1
0.70	5
0.80	4
0.90	3
1.00	2
1.10	2
1.20	0
1.30	0
1.40	1
1.50	0
1.60	3
1.70	7
1.80	8
1.90	8
2.00	10
2.10	12
2.20	11
2.30	10
2.40	10
2.50	9
2.60	10
2.70	9
2.80	7
2.90	4
3.00	5
3.10	4
3.20	3
3.30	2
3.40	2
3.50	1
3.60	2
3.70	1
3.80	3
3.90	2
4.00	3
4.10	3
4.20	3
4.30	4
4.40	4
4.50	4
4.60	4
4.70	4
4.80	4
4.90	4

DPH 93.2.1

0,91 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



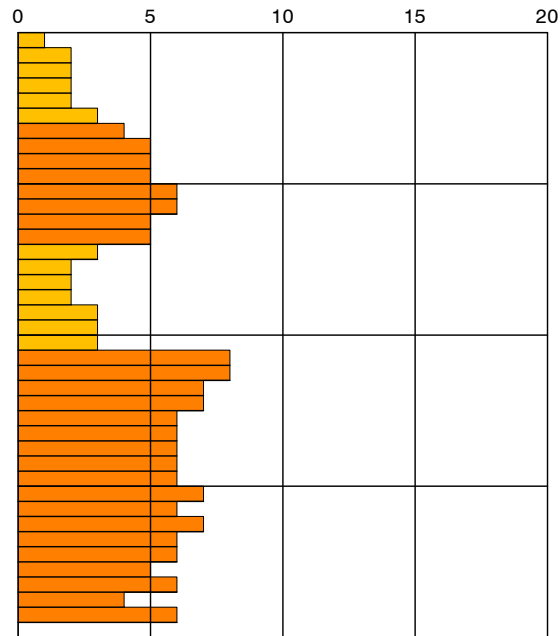
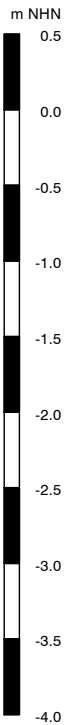
bei RKS 93.2.1

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

DPH 93.2.2

0,10 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



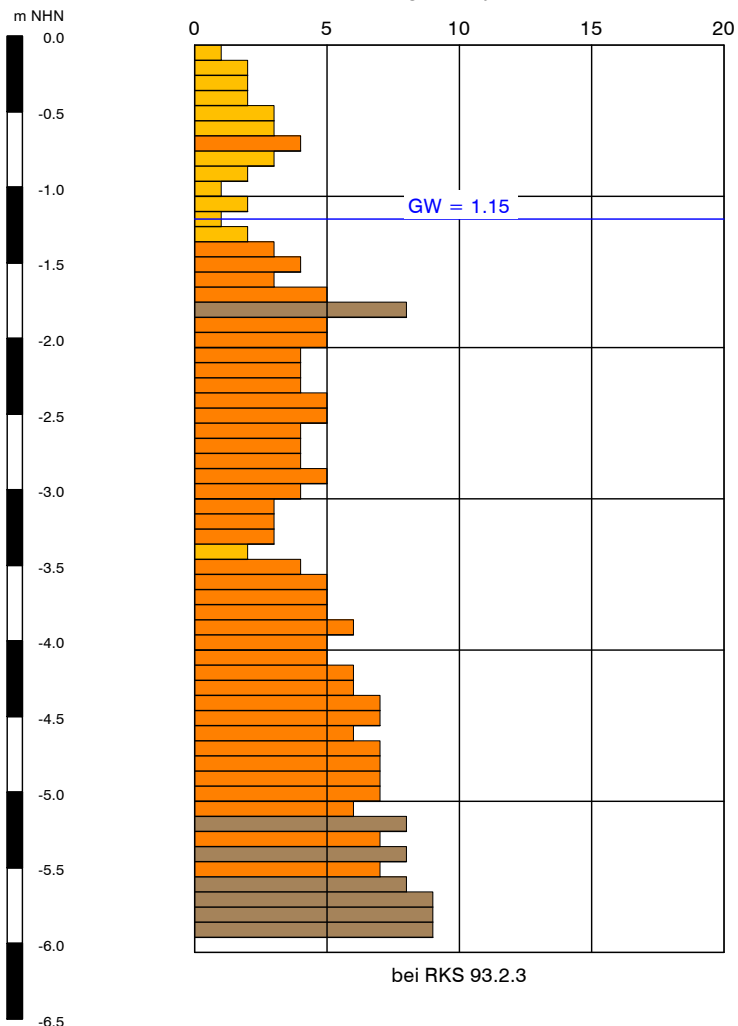
bei RKS 93.2.2

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

DPH 93.2.3

-0,06 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

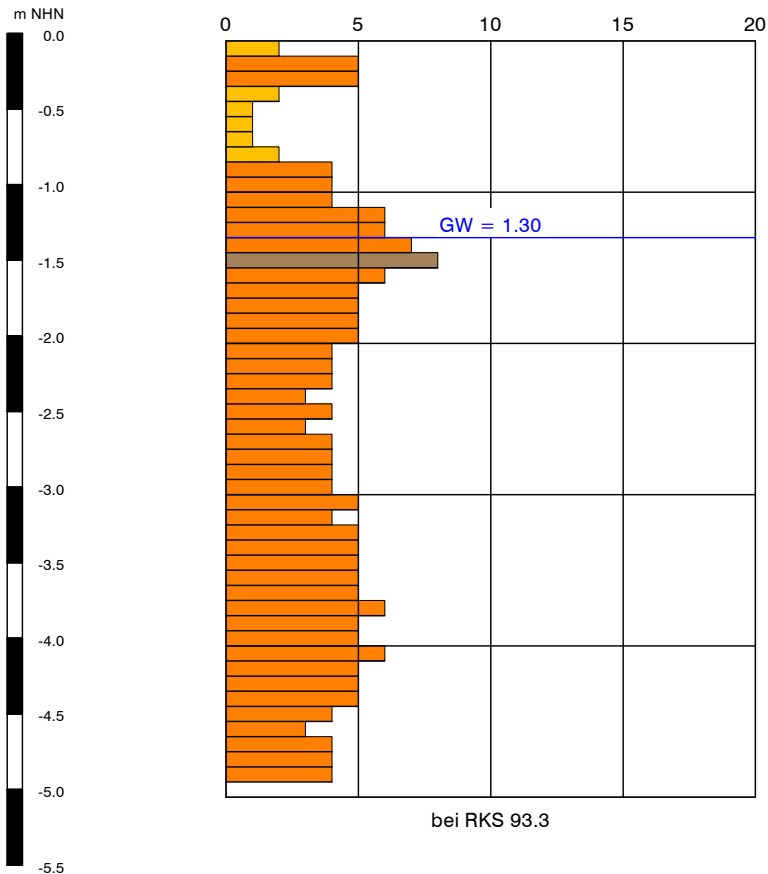


Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.10	6
0.20	2	5.20	8
0.30	2	5.30	7
0.40	2	5.40	8
0.50	3	5.50	7
0.60	3	5.60	8
0.70	4	5.70	9
0.80	3	5.80	9
0.90	2	5.90	9
1.00	1		
1.10	2		
1.20	1		
1.30	2		
1.40	3		
1.50	4		
1.60	3		
1.70	5		
1.80	8		
1.90	5		
2.00	5		
2.10	4		
2.20	4		
2.30	4		
2.40	5		
2.50	5		
2.60	4		
2.70	4		
2.80	4		
2.90	5		
3.00	4		
3.10	3		
3.20	3		
3.30	3		
3.40	2		
3.50	4		
3.60	5		
3.70	5		
3.80	5		
3.90	6		
4.00	5		
4.10	5		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	7		
4.50	7		
4.60	6		
4.70	7		
4.80	7		
4.90	7		
5.00	7		

DPH 93.3

-0,05 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

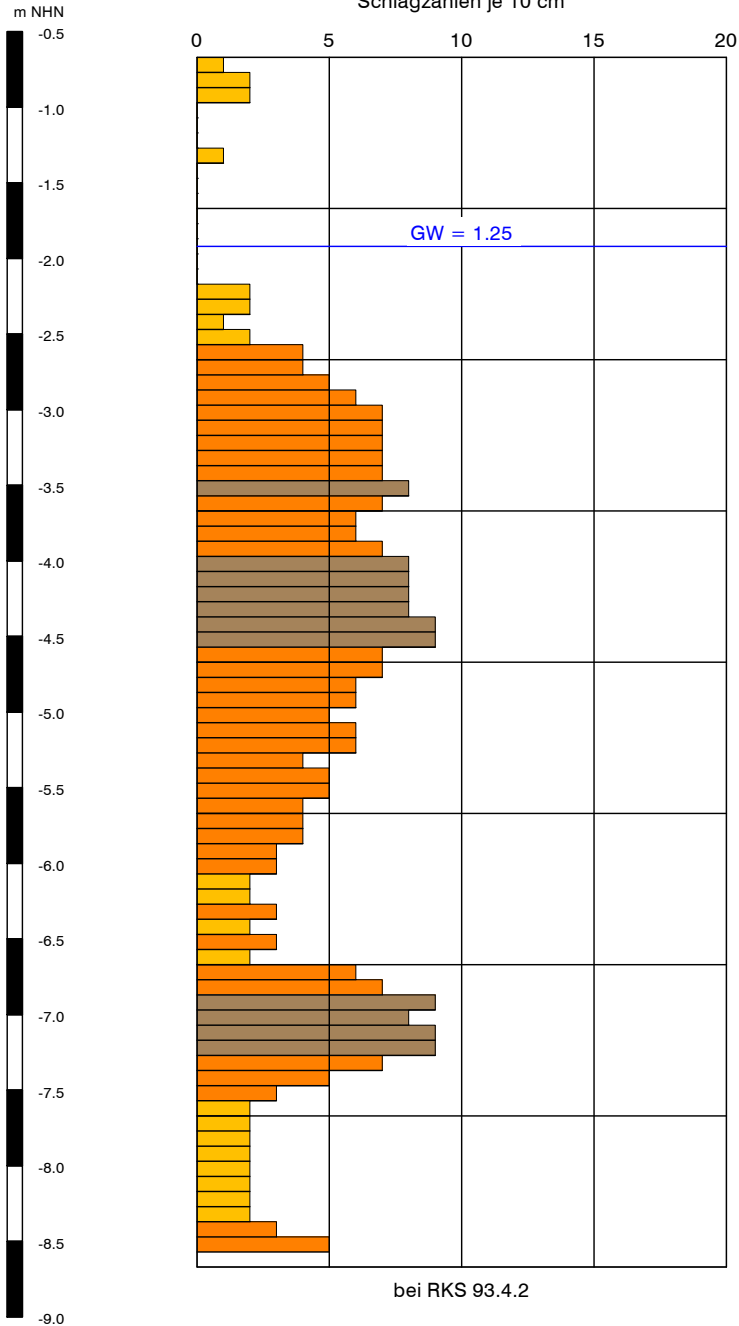


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	5
0.30	5
0.40	2
0.50	1
0.60	1
0.70	1
0.80	2
0.90	4
1.00	4
1.10	4
1.20	6
1.30	6
1.40	7
1.50	8
1.60	6
1.70	5
1.80	5
1.90	5
2.00	5
2.10	4
2.20	4
2.30	4
2.40	3
2.50	4
2.60	3
2.70	4
2.80	4
2.90	4
3.00	4
3.10	5
3.20	4
3.30	5
3.40	5
3.50	5
3.60	5
3.70	5
3.80	6
3.90	5
4.00	5
4.10	6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

DPH 93.4.2

-0,67 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.10	4
0.20	2	5.20	4
0.30	2	5.30	3
0.40	0	5.40	3
0.50	0	5.50	2
0.60	0	5.60	2
0.70	1	5.70	3
0.80	0	5.80	2
0.90	0	5.90	3
1.00	0	6.00	2
1.10	0	6.10	6
1.20	0	6.20	7
1.30	0	6.30	9
1.40	0	6.40	8
1.50	0	6.50	9
1.60	2	6.60	9
1.70	2	6.70	7
1.80	1	6.80	5
1.90	2	6.90	3
2.00	4	7.00	2
2.10	4	7.10	2
2.20	5	7.20	2
2.30	6	7.30	2
2.40	7	7.40	2
2.50	7	7.50	2
2.60	7	7.60	2
2.70	7	7.70	2
2.80	7	7.80	3
2.90	8	7.90	5
3.00	7		
3.10	6		
3.20	6		
3.30	7		
3.40	8		
3.50	8		
3.60	8		
3.70	8		
3.80	9		
3.90	9		
4.00	7		
4.10	7		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	5		
4.50	6		
4.60	6		
4.70	4		
4.80	5		
4.90	5		
5.00	4		

DPH 93.6

-0,81 m NHN

m NHN

-0.5

-1.0

-1.5

-2.0

-2.5

-3.0

-3.5

-4.0

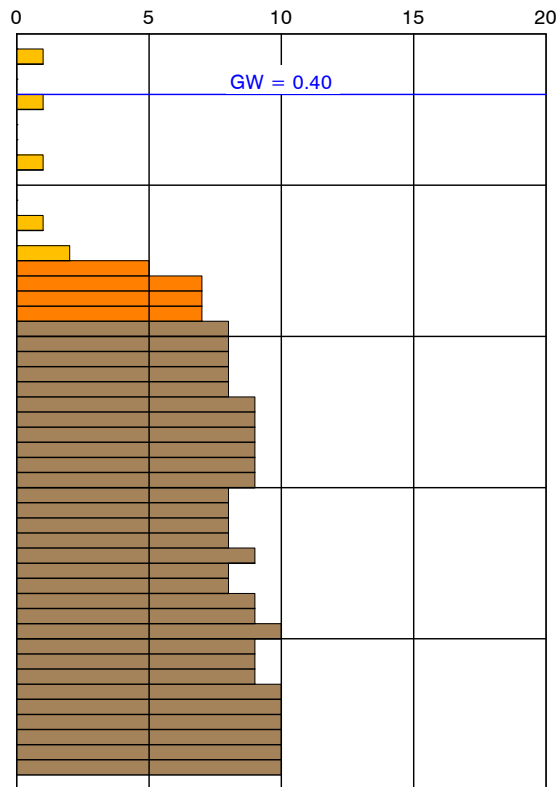
-4.5

-5.0

-5.5

-6.0

Schlagzahlen je 10 cm



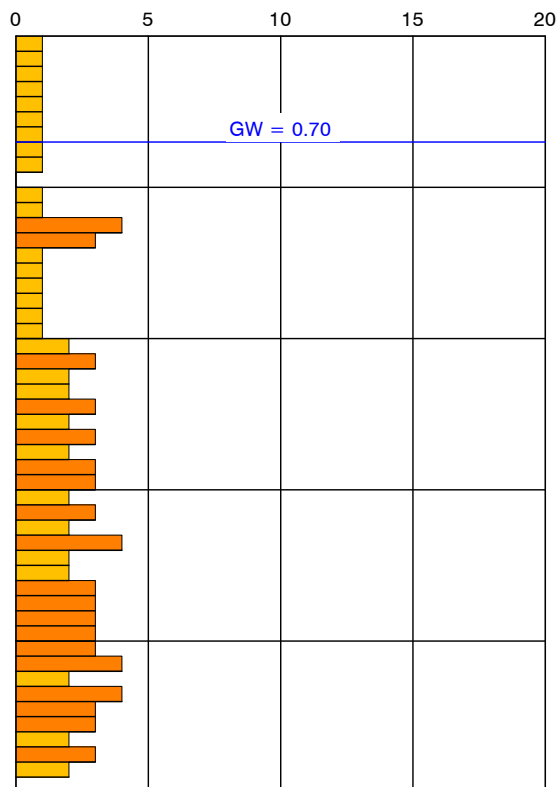
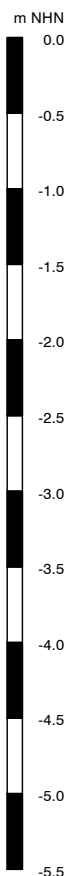
bei RKS 93.6

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

DPH 93.8

-0,05 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



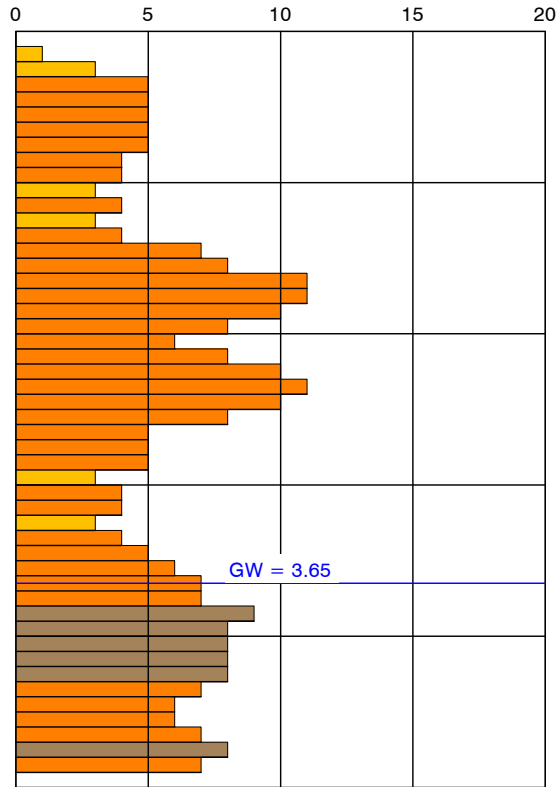
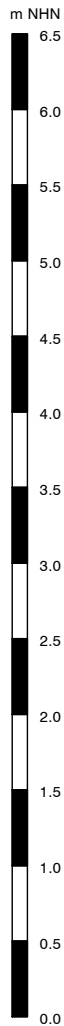
bei RKS 93.8

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

DPH 95

6,08 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



bei RKS 95

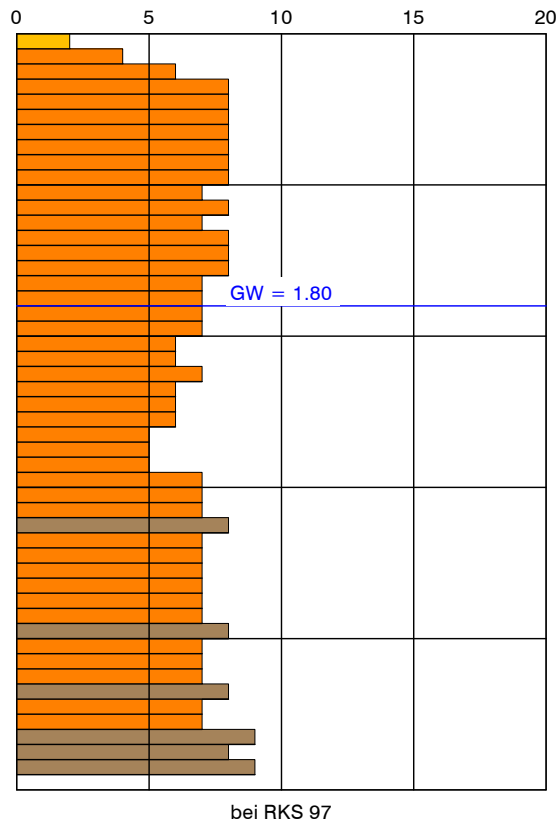
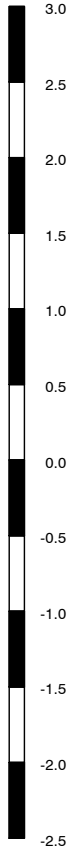
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	1
0.30	3
0.40	5
0.50	5
0.60	5
0.70	5
0.80	5
0.90	4
1.00	4
1.10	3
1.20	4
1.30	3
1.40	4
1.50	7
1.60	8
1.70	11
1.80	11
1.90	10
2.00	8
2.10	6
2.20	8
2.30	10
2.40	11
2.50	10
2.60	8
2.70	5
2.80	5
2.90	5
3.00	3
3.10	4
3.20	4
3.30	3
3.40	4
3.50	5
3.60	6
3.70	7
3.80	7
3.90	9
4.00	8
4.10	8
4.20	8
4.30	8
4.40	7
4.50	6
4.60	6
4.70	7
4.80	8
4.90	7

DPH 97

2,74 m NHN

m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



bei RKS 97

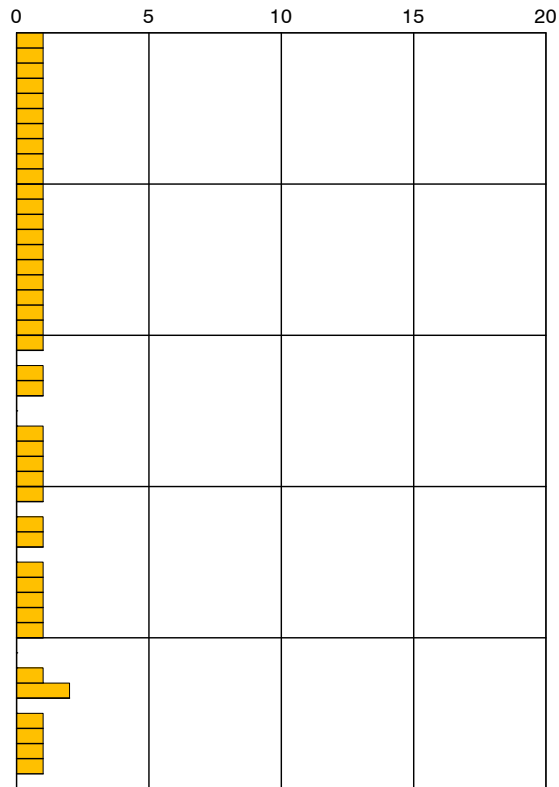
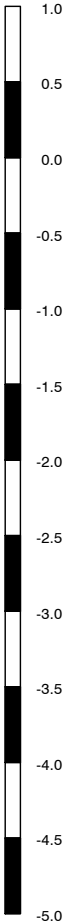
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	4
0.30	6
0.40	8
0.50	8
0.60	8
0.70	8
0.80	8
0.90	8
1.00	8
1.10	7
1.20	8
1.30	7
1.40	8
1.50	8
1.60	8
1.70	7
1.80	7
1.90	7
2.00	7
2.10	6
2.20	6
2.30	7
2.40	6
2.50	6
2.60	6
2.70	5
2.80	5
2.90	5
3.00	7
3.10	7
3.20	7
3.30	8
3.40	7
3.50	7
3.60	7
3.70	7
3.80	7
3.90	7
4.00	8
4.10	7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

DPH 127

0,62 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

m NHN



bei RKS 127

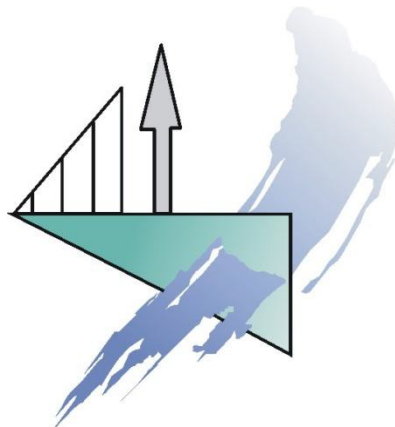
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	1
0.50	1
0.60	1
0.70	1
0.80	1
0.90	1
1.00	1
1.10	1
1.20	1
1.30	1
1.40	1
1.50	1
1.60	1
1.70	1
1.80	1
1.90	1
2.00	1
2.10	1
2.20	0
2.30	1
2.40	1
2.50	0
2.60	0
2.70	1
2.80	1
2.90	1
3.00	1
3.10	1
3.20	0
3.30	1
3.40	1
3.50	0
3.60	1
3.70	1
3.80	1
3.90	1
4.00	1
4.10	0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

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.3

Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstellen

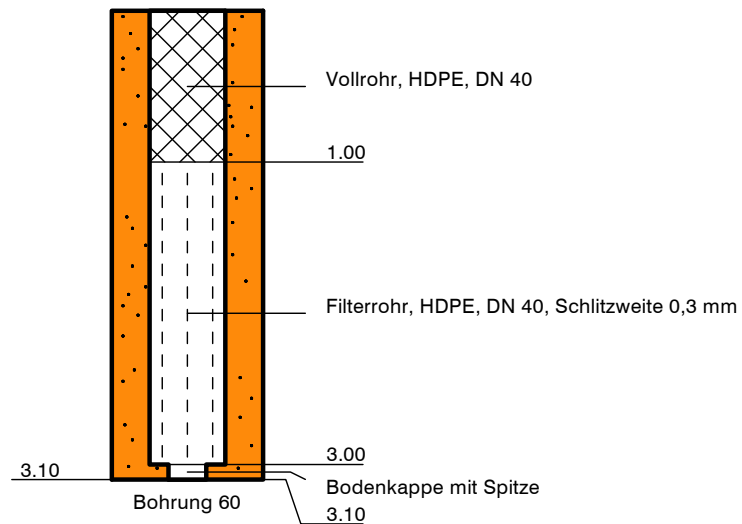
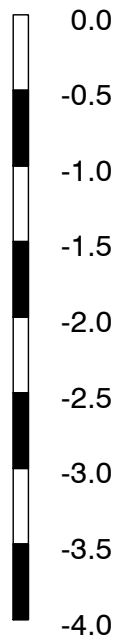


RP 93.2.3

-0,06 m NHN (POK)

-0,06 m NHN (GOK)

m NHN

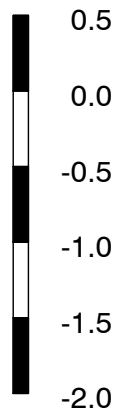


RP 93.8

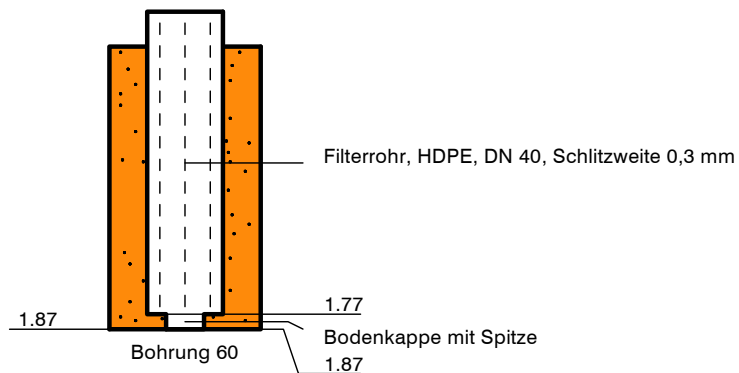
0,18 m NHN (POK)

-0,05 m NHN (GOK)

m NHN



-1,22 m NHN (9.2.23)

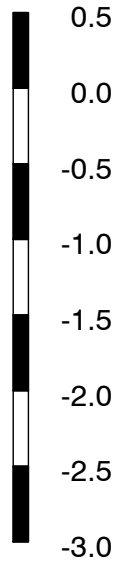


RP 118,1

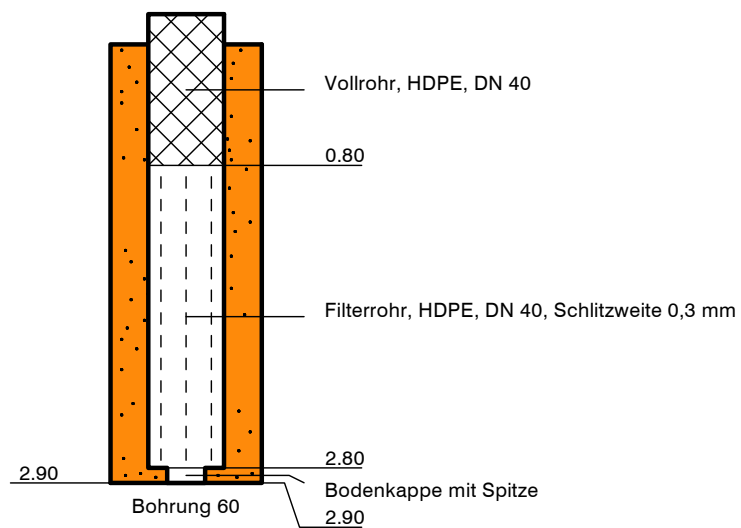
0,43 m NHN (POK)

0,23 m NHN (GOK)

m NHN



-1,51 m NHN (20.12.22)

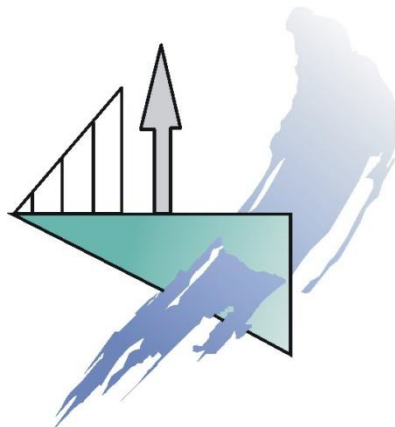


Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.1

Kornverteilungen

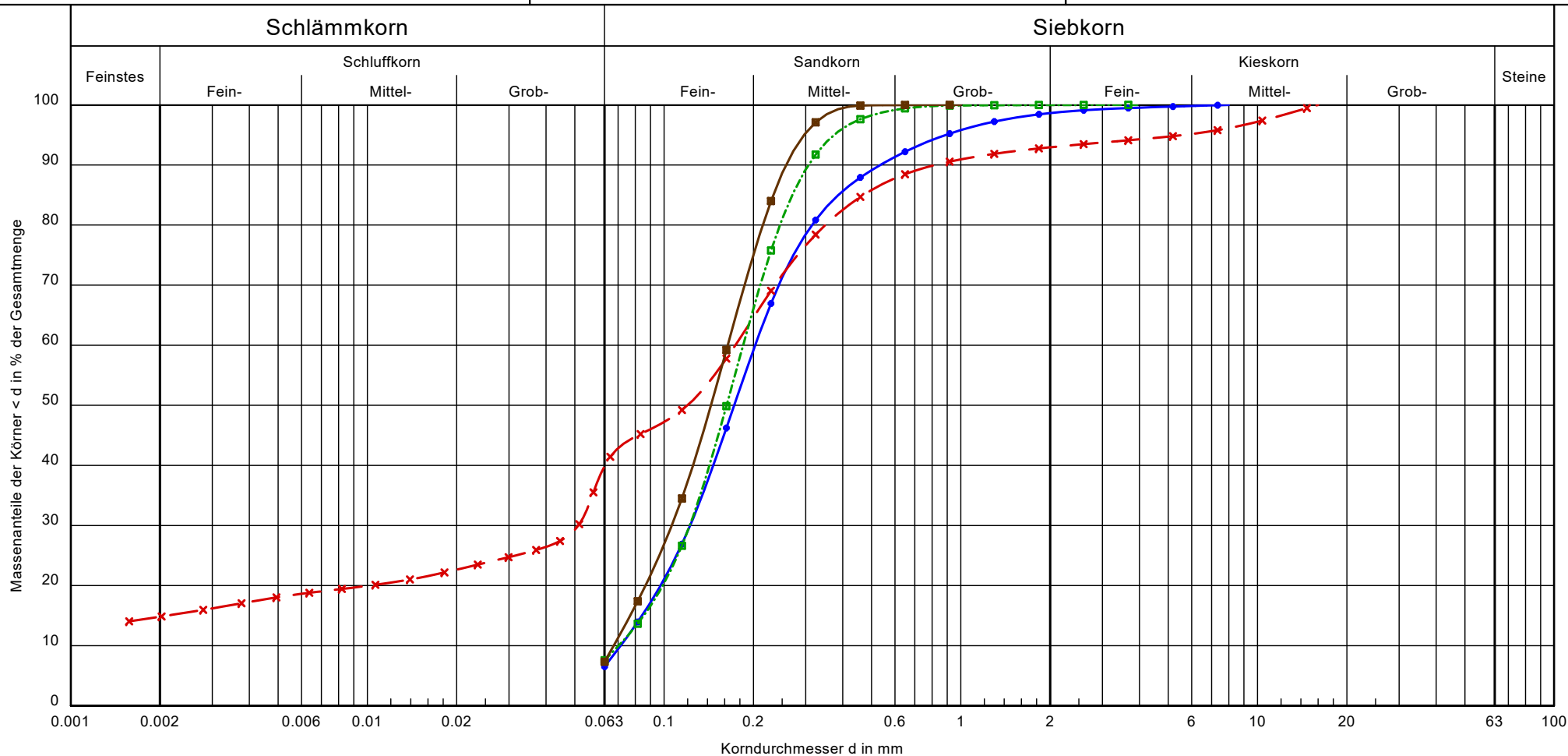






Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke



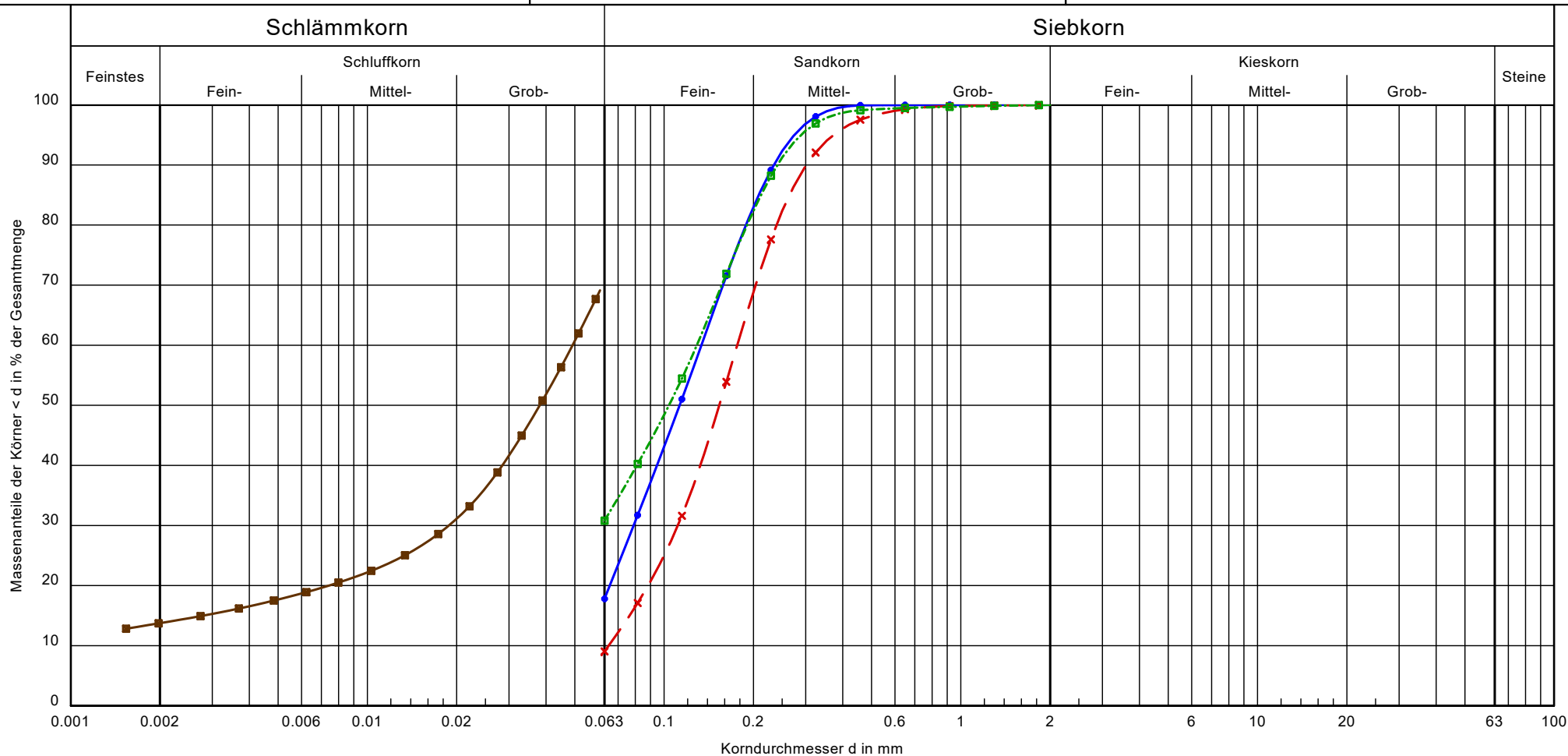
Probenbezeichnung:	RKS 95/5	RKS 92/4	RKS 97/5	RKS 91/4	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	2,0-3,0m	1,6-3,7m	3,0-5,0m	2,0-3,0m		
Bodenart:	fS, ms, u', gs'	S, u, t', g'	fS, ms, u'	fS, ms, u'		
Bodengruppe:	SU	SU*	SU	SU		
k (m/s) (Hazen):	$5.9 \cdot 10^{-5}$	-	$5.7 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$		
U/Cc	2.8/1.0	-/-	2.6/1.1	2.4/1.0		
Signatur:						
Kornkennzahl	0190	1351	0190	0190		
Anteile:	- /6.5/92.1/1.4	14.8/25.0/53.1/7.1	- /7.6/92.4/0.0	- /7.3/92.7/ -		

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke



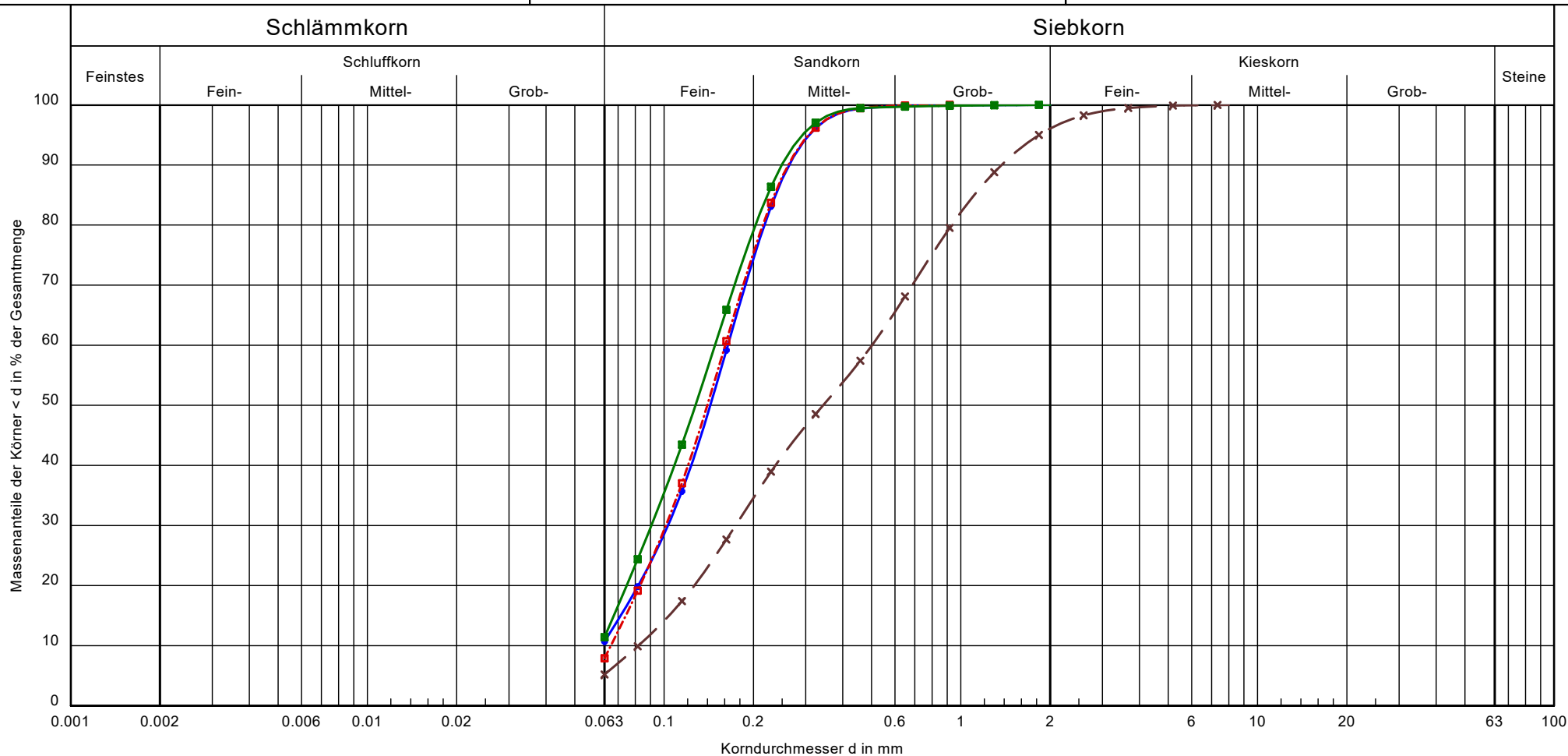
Probenbezeichnung:	RKS 91/6	RKS 93/4	RKS 93.1/5	RKS 93.1/7	Bemerkungen: Nassabtrennungen	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	5,0-7,0m	1,5-3,6m	1,6-3,0m	5,3-6,6m		
Bodenart:	fS, u, ms	fS, ms, u'	fS, u, ms	U, t'		
Bodengruppe:	SU*	SU	SU*			
k (m/s) (Hazen):	~3,5x10 ⁻⁵	4,9x10 ⁻⁵	~1,0x10 ⁻⁵			
U/Cc	-/-	2.7/1.1	-/-	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	0280	0190	0370	1900		
Anteile:	- /17.8/82.2/ -	- /9.0/91.0/ -	- /30.8/69.2/ -	13.8/86.2/ - / -		





Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke



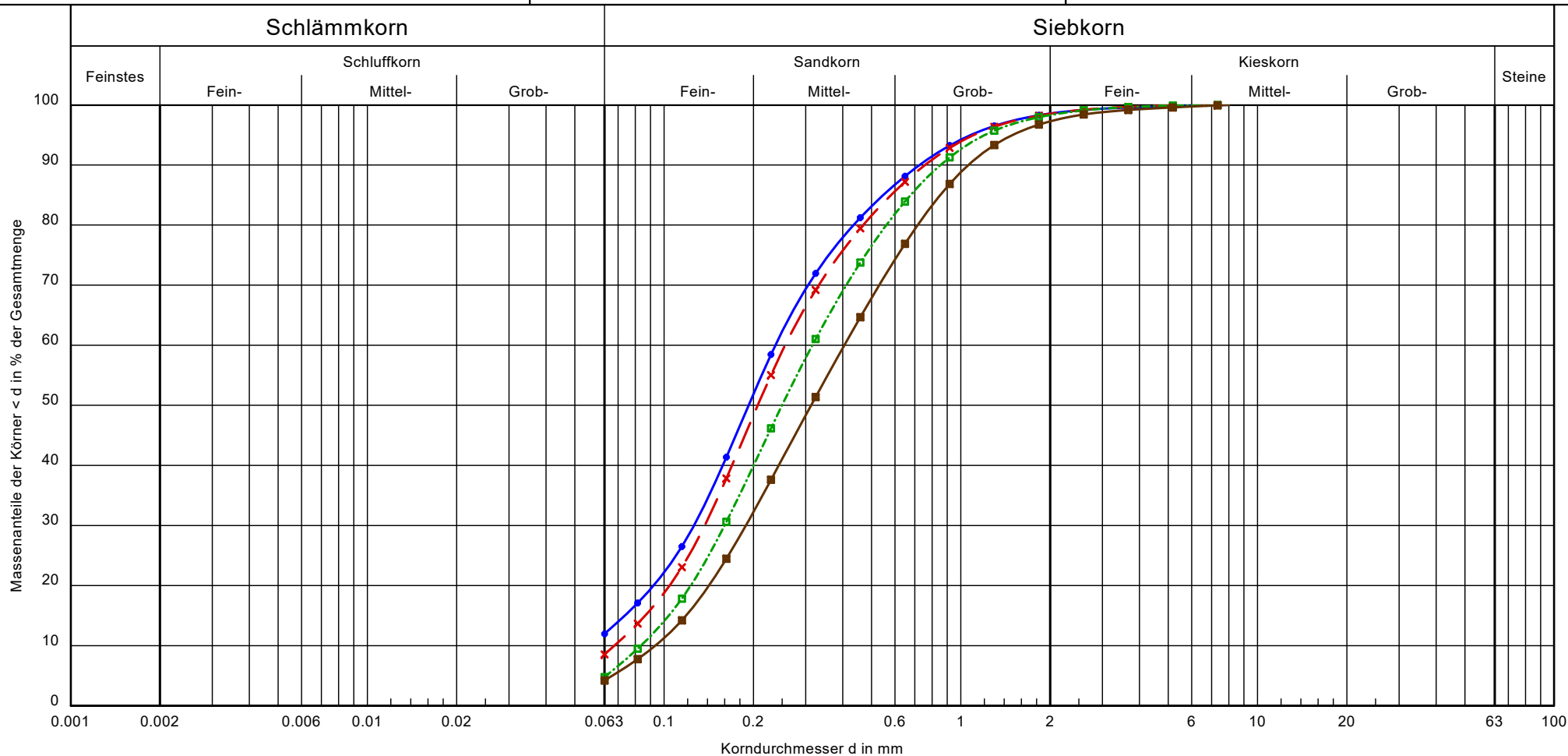
Probenbezeichnung:	RKS 93.2/6	RKS 93.2/7	RKS 93.2.1/4	RKS 93.2.2/5	Bemerkungen: Nassabtrennungen bei RKS 93.2/6 und 93.2.2/5	3 Anhang: 06-5765 Projekt-Nr.:
Tiefe:	1,7-3,0m	3,0-3,6m	1,1-2,0m	2,2-4,0m		
Bodenart:	fS, ms, u'	S, u'	fS, ms, u'	fS, ms, u'		
Bodengruppe:	SU	SU	SU	SU		
k (m/s) (Hazen):	~4,2x10 ⁻⁵	7,8x10 ⁻⁵	5,1x10 ⁻⁵	~4,2x10 ⁻⁵		
U/Cc	-/-	6.1/0.7	2.4/1.0	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	0190	0190	0190	0190		
Anteile:	- /10.7/89.3/ -	- /5.2/90.8/3.9	- /7.9/92.1/ -	- /11.4/88.6/ -		





Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke

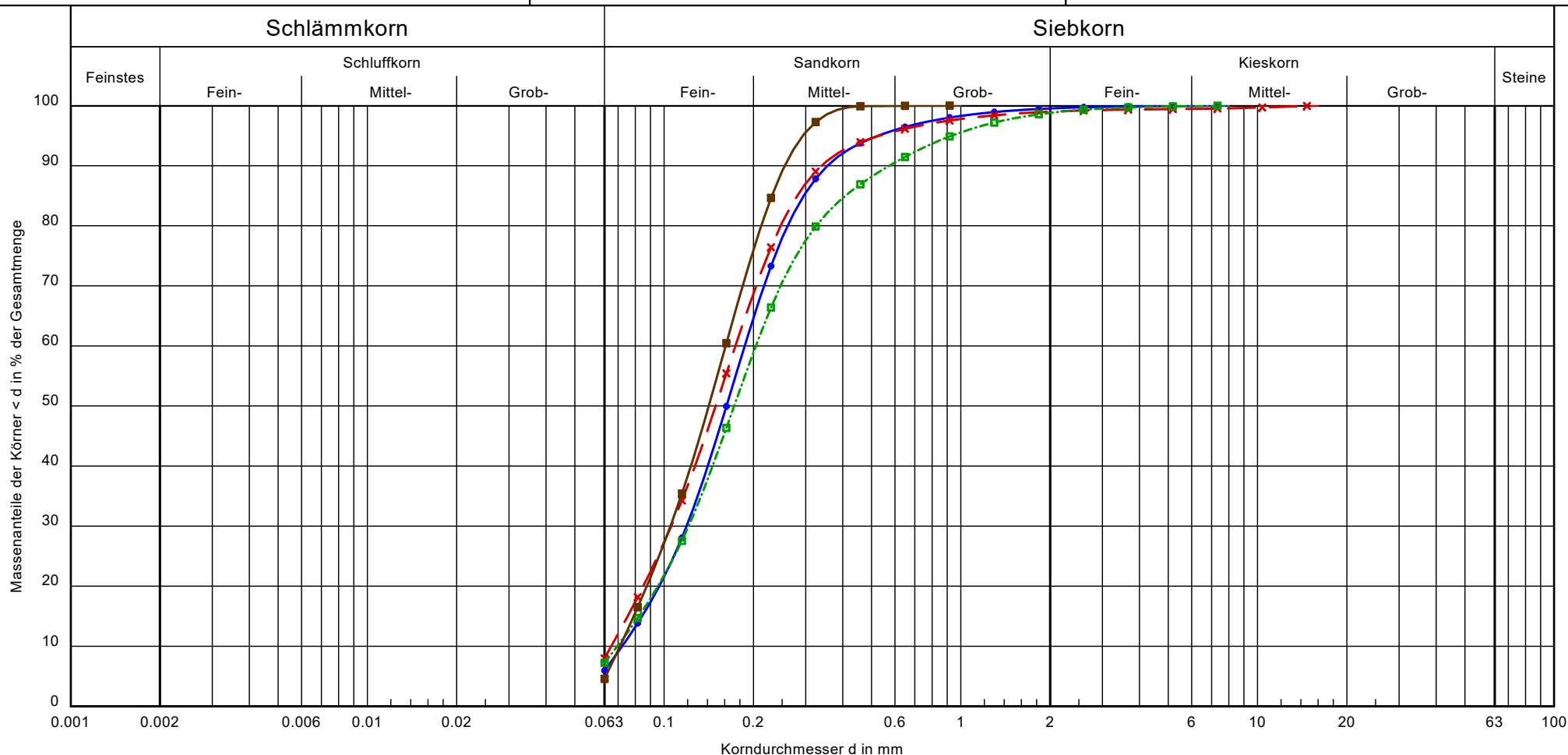






Probenbezeichnung:	RKS 93.2.3/5	RKS 93.3/3	RKS 93.4.1/6	RKS 93.4.1/7	Bemerkungen: Nassabtrennung bei RKS 93.2.3/5	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	1,9-4,0m	1,1-2,6m	3,0-4,0m	4,0-6,0m		
Bodenart:	S _i u'	S _i u'	mS _i fs _i gs	mS _i fs _i gs		
Bodengruppe:	SU	SU	SE	SE		
k (m/s) (Hazen):	~3,5x10 ⁻⁵	5,4x10 ⁻⁵	8,1x10 ⁻⁵	1,0x10 ⁻⁴		
U/Cc	-/-	3.8/1.1	3.8/1.0	4.3/0.9		
Signatur:						
Kornkennzahl	0190	0190	0090	0090		
Anteile:	- /12 0/86 6/1 4	- /8 5/90 0/1 5	- /4 8/93 5/1 7	- /4 2/93 1/2 7		

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
 7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke



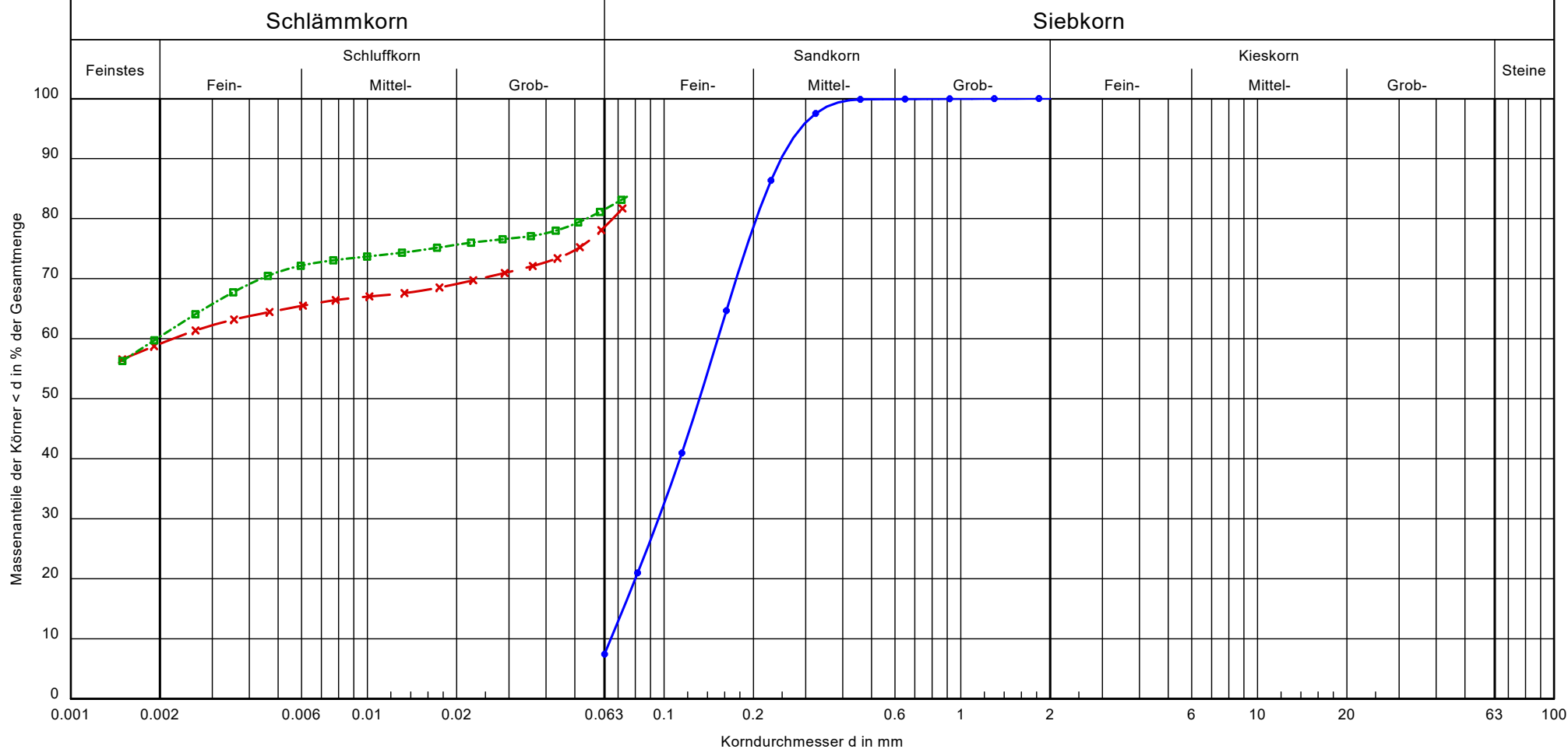
Probenbezeichnung:	RKS 93.4.2/5	RKS 93.4.2/6	RKS 93.4.3/5	RKS 93.5/5	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	2,0-4,0m	4,0-6,0m	3,0-5,0m	4,0-6,0m		
Bodenart:	fS, ms, u'	fS, ms, u'	fS, ms, u', gs'	fS, ms		
Bodengruppe:	SU	SU	SU	SE		
k (m/s) (Hazen):	$6.0 \cdot 10^{-5}$	$5.1 \cdot 10^{-5}$	$5.6 \cdot 10^{-5}$	$5.8 \cdot 10^{-5}$		
U/Cc	2.6/1.0	2.6/1.0	2.9/1.0	2.3/1.0		
Signatur:						
Kornkennzahl	0190	0190	0190	00100		
Anteile:	- /6 0/93 6/0 5	- /8 0/91 0/1 0	- /7 3/91 5/1 2	- /4 6/95 4/ -		

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke

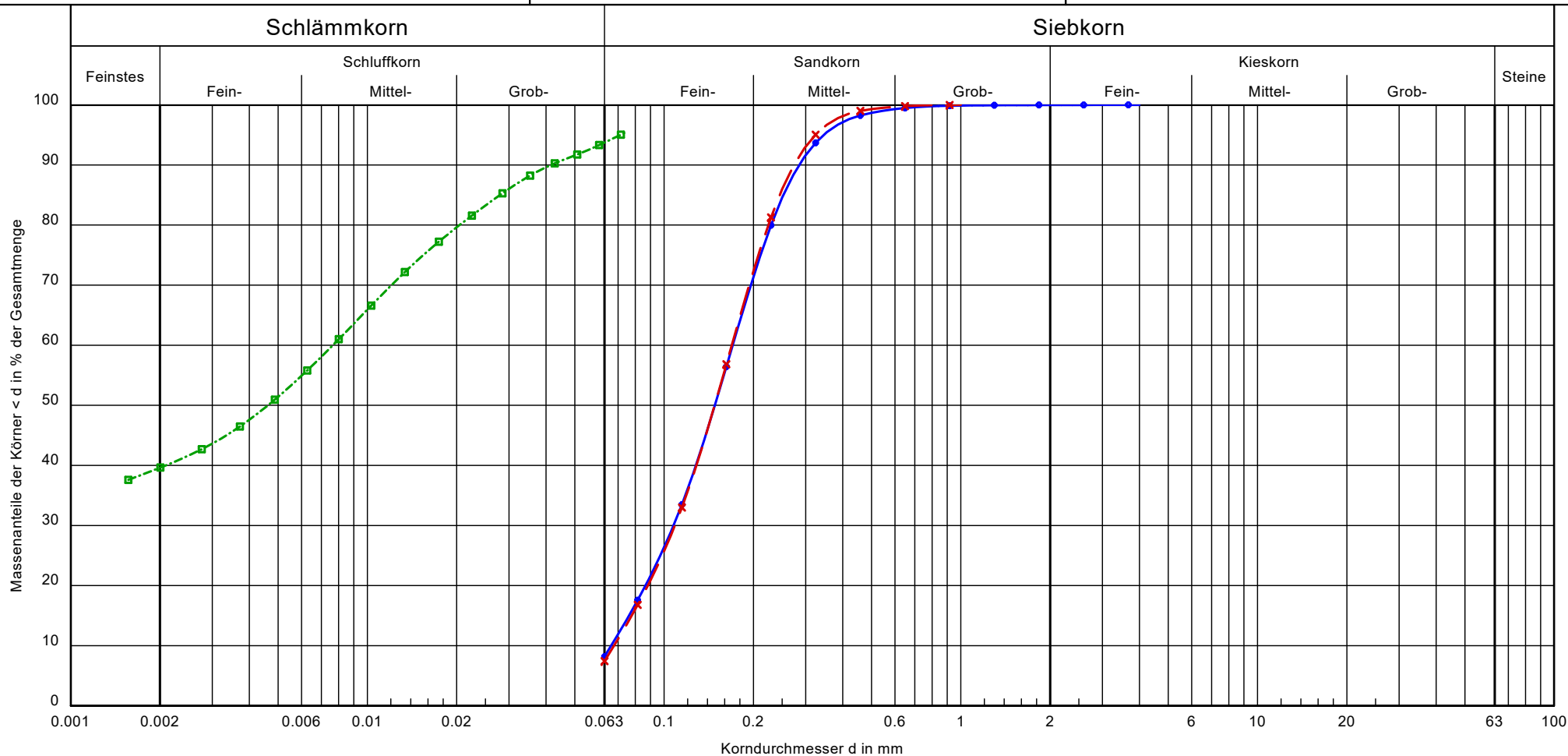





Probenbezeichnung:	RKS 93.6/4	RKS 93.8/8	RKS 116.1/8	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	1,6-2,6m	3,0-4,0m	4,0-6,0m		
Bodenart:	fS, ms, u'	T, u, fs	T, u, fs		
Bodengruppe:	SU				
k (m/s) (Hazen):	5.1 · 10 ⁻⁵	-	-		
U/Cc	2.3/0.9	-/-	-/-		
Signatur:					
Kornkennzahl	0190	6220	6220		
Anteile:	- /7 5/92 5/ -	59 1/19 5/21 4/ -	60 3/21 2/18 5/ -		

Körnungslinie

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
 7. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765
 Probe entnommen am: 08.09.22-22.02.23
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.22-03.23 / Reinke

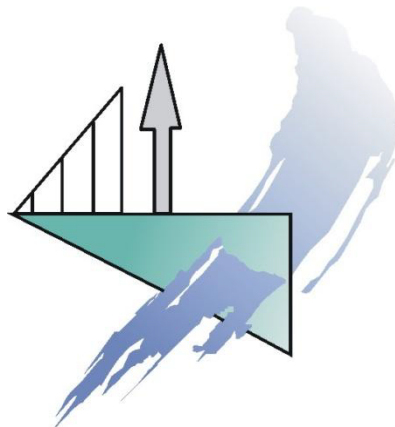


Probenbezeichnung:	RKS 118.1/5	RKS 125/3	RKS 127/2	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	4,0-6,6m	2,1-3,0m	1,0-2,0m		
Bodenart:	fS, ms, u'	fS, ms, u'	U, f, fs'		
Bodengruppe:	SU	SU			
k (m/s) (Hazen):	5.1 · 10 ⁻⁵	5.3 · 10 ⁻⁵	-		
U/Cc	2.6/1.0	2.5/1.0	-/-		
Signatur:					
Kornkennzahl	0190	0190	4510		
Anteile:	- /8 2/91 8/0 0	- /7 4/92 6/ -	39 6/54 1/6 3/ -		

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.2 Wassergehalte





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

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765
Datum: 09.22-03.23
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 08.09.22-22.02.23

Bezeichnung der Probe	RKS 92/4 1,6-3,7m		RKS 93.1/7 5,3-6,6m	
Behälter Nr.	77	1	601	109
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	21,406	21,797	21,740	21,393
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	18,812	19,175	17,503	17,075
Behälter m_B [g]	1,193	1,188	1,181	1,188
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,594	2,622	4,237	4,318
Trockene Probe m_d [g]	17,619	17,987	16,322	15,887
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100$ %	14,723	14,577	25,959	27,179
	14,650		26,569	



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

BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

Bestimmung des **Wassergehaltes**

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Datum: 09.22-03.23

Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 08.09.22-22.02.23

Bezeichnung der Probe	RKS 93.8/8 3,0-4,0m		RKS 116.1/8 4,0-6,0m	
Behälter Nr.	37	18	6	19
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	22,530	22,895	45,804	50,063
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	17,725	17,904	40,452	45,008
Behälter m_B [g]	1,199	1,189	20,019	23,915
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	4,805	4,991	5,352	5,055
Trockene Probe m_d [g]	16,526	16,715	20,433	21,093
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	29,075	29,859	26,193	23,965
	29,467		25,079	

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Art der Entnahme: gestört

Datum: 09.22-03.23

Entnahme am: 08.09.22-22.02.23

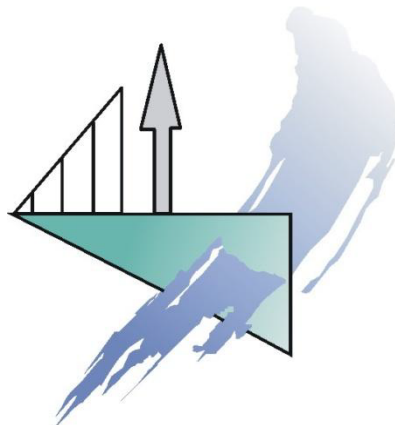
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 127/2 1,0-2,0m			
Behälter Nr.	603	44		
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	22,935	22,758		
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	15,400	15,143		
Behälter m_B [g]	1,190	1,189		
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	7,535	7,615		
Trockene Probe m_d [g]	14,210	13,954		
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	53,026	54,572		
	53,799			

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

Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang:

3

Projekt-Nr.: 06-3477

Datum: 15.09.2016

Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme:

gestört

Entnahme am:

22.08.2016

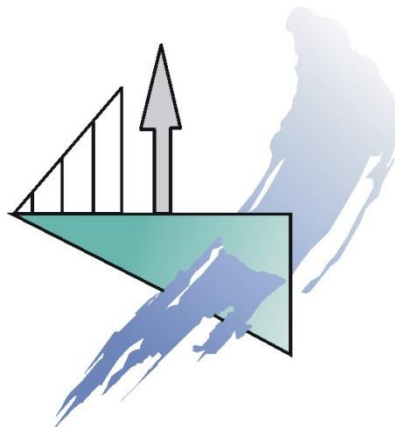
Bezeichnung der Probe	RKS 116.1/8 4,0-6,0m			
Behälter Nr.	6	19		
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	40,452	45,008		
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	38,006	42,104		
Behälter m_B [g]	20,019	23,915		
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	2,446	2,904		
Trockene Probe m_d [g]	20,433	21,093		
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	11,97	13,77		
	12,87			
Tongehalt	58%			
Korrekturfaktor	-5,8			
Glühverlust %	7,07			

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

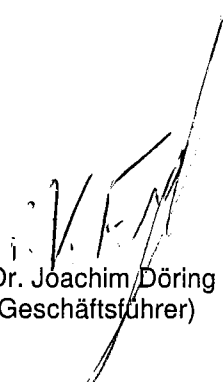
7. Oktober 2022

PRÜFBERICHT 290922054

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
Probenahme: durch Auftraggeber am 15.09.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 28.09.2022
Probeneingang: 28.09.2022
Prüfzeitraum: 29.09.2022 – 07.10.2022
Probennummer: 159996 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -
Sonstiges:
Analysenbefunde: Seite 3 - 4
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.


Dr. Jens Krause
(stellv. 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
	Mangan	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523: 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	kalklös. Kohlensäure	DIN 38404-C10: 2012-12
	Kalzium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Hydrogenkarbonat	DIN 38405-D5: 1985-01

Labornummer		159996	
Probenbezeichnung		RP 93.2.3	
Dimension		[µg/L]	
Eisen		4.000	
Eisen (II)		1.100	
Phosphor		< 50	
Ammonium-N		2.300	
Nitrit		< 50	
Chlorid		19.000	
Sulfat		4.000	
Nitrat		< 1.000	
CSB [mg/L O ₂]		3.900	
Huminsäuren [mg/L]		2,3	
Nges		18.000	
AOX		29	
Kohlenwasserstoffe (GC)		< 100	
Mangan		260	

Labornummer	159996			
Probenbezeichnung	RP 93.2.3	Angriffsgrad		
Entnahmetiefe	-			
Dimension	[mg/L]	[mg/L]		
pH-Wert bei 20 °C	6,5	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5
kalklösende Kohlensäure	3,1	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	3,0	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Sulfat	4,0	200 - 600	> 600 - 3.000	> 3.000 - 6000
Magnesium	31	300 - 1.000	> 1.000 - 3.000	> 3.000
Angriffsgrad n. DIN 4030	*	XA1 schwach angreifend	XA2 mäßig angreifend	XA3 stark angreifend

*die Analysenwerte liegen jeweils unterhalb der Grenzwerte für den Angriffsgrad: XA1 schwach angreifend

Labornummer		159996	
Probenbezeichnung		RP 93.2.3	
Entnahmetiefe		-	
Dimension		[mg/L]	
pH-Wert bei 20 °C		6,5	
Säurekapazität [mmol/L]		0,18	
Chlorid		19	
Sulfat		4,0	
Kalzium		3,6	

Bewertung

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

Im Unterwasserbereich ist für die Probe **RP 93.2.3** (Labornummer 159996) eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben.

An der Wasser/Luft-Grenze ist für die Probe **RP 93.2.3** (Labornummer 159996) eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben.

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

2. Januar 2023

PRÜFBERICHT 231222005

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
Probenahme: durch Auftraggeber am 20.12.2022
Probentransport: durch Auftraggeber am 22.12.2022
Probeneingang: 22.12.2022
Prüfzeitraum: 23.12.2022 – 02.01.2023
Probennummer: 180477 / 22
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -

Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Mgr. Ing. Wojciech Sikorski
(Projektleiter)

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		180477	
Probenbezeichnung		GW 118.1	
Dimension		[µg/L]	
Eisen		2.100	
Eisen (II)		1.000	
Phosphor		75	
Ammonium-N		13	
Nitrit		50	
Chlorid		18.000	
Sulfat		22.000	
Nitrat		11.000	
CSB [mg/L O ₂]		< 15	
Huminsäuren [mg/L]		25	
Nges		3.400	
AOX		27	
Kohlenwasserstoffe (GC)		< 100	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

24. Februar 2023

PRÜFBERICHT 170223045

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer
Probenahme: durch Auftraggeber am 09.02.2023
Probentransport: durch Auftraggeber am 17.02.2023
Probeneingang: 17.02.2023
Prüfzeitraum: 17.02.2023 – 24.02.2023
Probennummer: 108857 / 23
Probenmaterial: Wasser
Verpackung: diverse Gefäße
Bemerkungen: -
Sonstiges:
Analysenbefunde: Seite 3
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise
Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Dr. Farzin Mostaghimi
(Projektleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

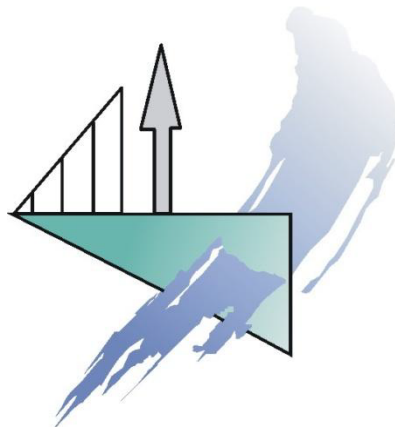
Messverfahren:	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05
	Phosphor	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
	Nitrit	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Nitrat (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		108857	
Probenbezeichnung		RP 93.8	
Dimension		[µg/L]	
Eisen		23.000	
Eisen (II)		6.600	
Phosphor		140	
Ammonium-N		2.100	
Nitrit		< 50	
Chlorid		85.000	
Sulfat		860.000	
Nitrat		4.100	
CSB [mg/L O ₂]		320	
Huminsäuren [mg/L]		1.500	
Nges		93.000	
AOX		870	
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; 7. 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 [-]:

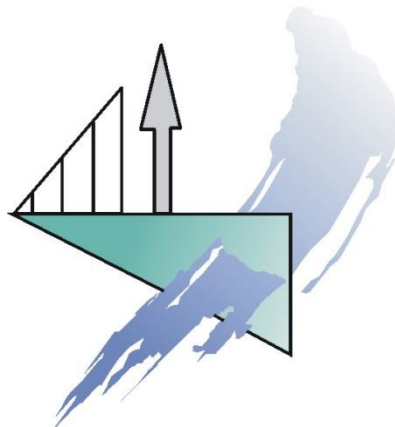
Bodenart	Lagerungs- dichte	Bodenkenn- ziffer B_k	Bodenart	Konsistenz	Bodenkenn- ziffer B_k
nicht bindige Böden	sehr dicht	1,5	bindige Böden	fest	2
	dicht	2		steif	3
	locker	3		weich	4
	sehr locker	4		breiig	6
<i>Berechnung</i>				Sand mitteldicht	bindige Böden weich
Bodenkennziffer B_k				2,5	4
Bohrdurchmesser 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