

# **Geotechnisches Streckengutachten**

zum

Neubau einer Gasanbindung

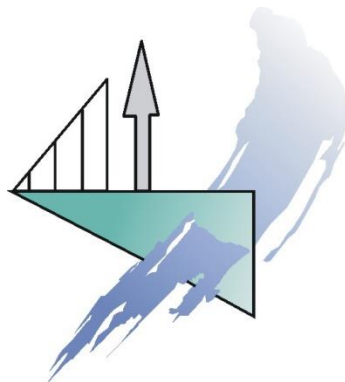
Wilhelmshaven – Leer (GWL)



**Baulos 1 Sande - Westerstede**

**2. Abschnitt – Stationierungs-km 10,280 bis 22,410**

**Landkreis Friesland**



**RPGeolabor und Umweltservice GmbH**

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Projektnummer: 06-5765

Datum: 26.10.2022

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

© 2022 RP Geolabor und Umweltservice GmbH

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

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

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

---

## INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS .....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	I
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
5.3   Homogenbereiche .....	14
6    GEOTECHNISCHE KLASSIFIZIERUNG DER SCHICHTEN UND ZUORDNUNG VON BODENKENNWERTEN .....	19
7    HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG .....	21
7.1   Ergebnisse der Grundwasseranalysen.....	23
8    BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG.....	25
8.1   Empfehlungen für die Gründung der Gashochdruckleitung .....	26
8.2   Verfüllung des Rohrgrabens .....	28
9    EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE UNTERQUERUNGEN.....	30
9.1   Offene Bauweise .....	30
9.2   Grabenlose Bauweise .....	32
10   UMGANG MIT SULFATSAUREN UND POTENZIELL SULFATSAUREN BÖDEN .....	34
11   VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN.....	36

## 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 2. Abschnitt .....	12
Tabelle 5	Geologische Verhältnisse im Bereich des 2. Abschnittes .....	14
Tabelle 6	Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge .....	20
Tabelle 7	Zusammenfassende Ergebnisse der chemischen Grundwasseruntersuchungen im 2. Abschnitt, Landkreis Friesland .....	24
Tabelle 8	Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen .....	34

---

## **ANHANGSVERZEICHNIS**

### **1 Karten und Streckenbänder**

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

### **2 Ergebnisse der Feldarbeiten**

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

### **3 Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**

- 3.1 Kornverteilungen
- 3.2 Wassergehalte
- 3.3 Glühverluste

### **4 Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen**

- 4.1 Analysenberichte der Grundwasseruntersuchungen
- 4.2 Analysenberichte der Bodensuchungen

### **5 Setzungsberechnungen gem. DB Ril 836**

### **6 Glossar sowie Regelwerke und Normen (Auswahl)**

---

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

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

---

## **1     UNTERSUCHUNGSANLASS UND AUFGABENSTELLUNG**

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

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

Ziel der Untersuchungen ist:

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

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

---

Für die Baugrunderkundung wird die Leitungstrasse in sieben Abschnitte (Abschnitt 1 bis 7) unterteilt. Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung ist der 2. Abschnitt zwischen Stationierungs-km 10,280 und km 22,410.

## **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:

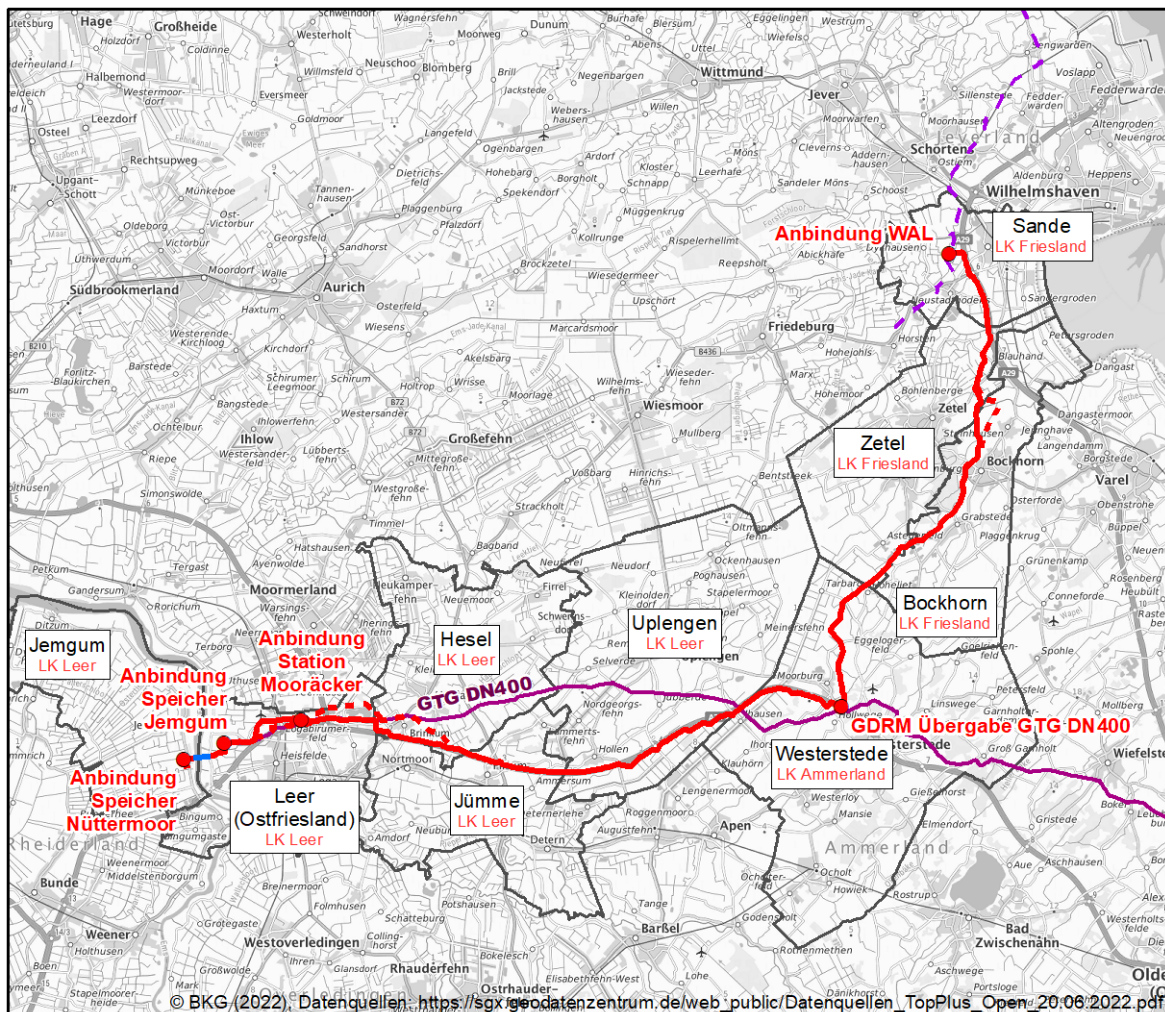
- Topographische Karten von Niedersachsen TK 25, DGK5, ALK,
- Geologische Karte von Niedersachsen GK 25 (Kartenserver NIBIS),
- Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS).



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

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

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

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

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

Der hier ausgewertete 2. Abschnitt weist eine Länge von 12,130 km (Stationierungs-km 10,280 bis 22,410) auf und tangiert die Gemeinden Bockhorn und Zetel im Landkreis Friesland.

Gemäß der vorläufigen Planung werden im Rahmen des 2. Abschnittes ca. 13 grabenlose und 9 offene (Düker) Querungen ausgeführt.

---

## **4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

### **4.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse**

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

Entsprechend der Planung sollte in dem hier betrachteten 2. Abschnitt der Baugrund an 30 Positionen (28 bis 57) aufgeschlossen werden. Aufgrund einer fehlenden Zutritts-erlaubnis konnte der Aufschluss an der Position 50 nicht ausgeführt werden.

Die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im 2. Abschnitt wurden im Zeitraum vom 01.06. bis 24.06.2022 durch die RP Geolabor und Umweltservice GmbH sowie durch die unterbeauftragte Firma GEOtec GmbH aus Neuss ausgeführt.

Zur näheren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden auf der Strecke von km 10,280 bis km 22,410 insgesamt 29 Kleinrammbohrungen (RKS) bis in eine Tiefe von 5,0 und 8,0 m u. GOK niedergebracht. Zur qualitativen Bewertung der Lagerungsdichten anstehender sandiger Schichtglieder und unterstützender Einschätzung der Konsistenzen wurden die Bohraufschlüsse an acht Positionen durch leichte (DPL) bzw. schwere (DPH) Rammsondierungen mit einer Tiefe von 5 m ergänzt.

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

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

Nichtbindige Böden					
Über Grundwasser					
Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahlen N10 DPH	Schlagzahlen N10 DPL	bezogene Lagerungsdichte $I_D$ [%]	Verdichtungsgrad	Zuordnung
SE ( $C_u \leq 3$ )	< 4	< 10	15 – 35	$D_{pr} \leq 95 \%$	locker
	4 - 11	10 - 33	35 – 65	$D_{pr} \geq 95 \%$	mitteldicht
	> 11	> 33	65 – 85	$D_{pr} \geq 98 \%$	dicht
Im Grundwasser					
Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahl N10 DPH	Schlagzahlen N10 DPL	bezogene Lagerungsdichte $I_D$ [%]	Verdichtungsgrad	Zuordnung
SE ( $C_u \leq 3$ )	< 3	< 4	15 – 35	$D_{pr} \leq 95 \%$	locker
	3 – 8	4 – 25	35 – 65	$D_{pr} \geq 95 \%$	mitteldicht
	> 8	> 25	65 – 85	$D_{pr} \geq 98 \%$	dicht
Bindige Böden					
Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahlen N10 DPH	Schlagzahlen N10 DPL	undrainierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	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 14 Positionen zu einfachen temporären Grundwassermessstelle (Rammpegel; RP) mittels Einbringens von Rammfiltern (DN 40 bzw. DN 35) im Bereich der oberflächennahen Schichten ausgebaut. Die Ausbauzeichnungen der temporären Grundwassermessstellen sind gemäß DIN 4023 im Anhang 2.3 angelegt.

Aus 10 der 14 erstellten, temporären Messstellen konnte jeweils eine Grundwasserprobe zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Friesland entnommen werden. In vier der Rammpegel wurde keine gewinnbare Menge an Grundwasser erfasst. Die Ergebnisse der Wasseruntersuchungen sind in Kapitel 7.1 erläutert und als Laborprotokolle im Anhang 4.1 zusammengestellt.

Die jeweiligen Aufschlusspositionen wurden mittels GPS-Empfänger durch die Berichtersteller nach Lage (ETRS-Koordinaten) und Höhe (m NHN) vermessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in 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]		Rammsondier- ung/Tiefe [m u. GOK]		Rammpegel Ausbau [m]		GW-Probe	Höhe [m NHN]
28	10,370	RKS 28	8			RP 28	3	kein Wasser	1,17
29	10,620	RKS 29	5	DPH 29	5	RP 29	3	GW 29	0,86
30	11,043	RKS 30	5						1,02
31	11,346	RKS 31	5						0,59
32	11,704	RKS 32	8	DPH 32	5				0,30
33	11,877	RKS 33	5						0,99
34	12,225	RKS 34	5						1,98
35	12,790	RKS 35	5	DPH 35	5				1,95
36	13,192	RKS 36	8			RP 36	3	GW 36	2,65
37	13,424	RKS 37	5						2,78
38	13,890	RKS 38	8	DPL 38	5	RP 38	7	kein Wasser	4,92
39	14,578	RKS 39	5			RP 39	5	kein Wasser	3,24
40	14,718	RKS 40	5						4,13
41	15,289	RKS 41	5	DPL 41	5	RP 41	4	GW 41	4,45
42	15,525	RKS 42	5						3,80
43	16,106	RKS 43	5			RP 43	5	GW 43	5,36
44	16,511	RKS 44	5						6,36
45	17,030	RKS 45	5						9,09
46	17,297	RKS 46	5						8,20
47	17,757	RKS 47	5	DPH 47	5				9,70
48	18,099	RKS 48	5			RP 48	3	GW 48	10,68
49	18,676	RKS 49	5			RP 49	5	GW 49	11,52
51	19,010	RKS 51	5			RP 51	4	GW 51	11,54
52	19,465	RKS 52	5			RP 52	3	kein Wasser	12,42
53	20,060	RKS 53	5	DPH 53	5	RP 53	3	GW 53	12,00
54	20,356	RKS 54	5						13,36
55	20,678	RKS 55	5			RP 55	3	GW 55	13,87
56	20,835	RKS 56	5	DPH 56	5				13,56
57	21,458	RKS 57	5			RP 57	3	GW 57	13,67

## 4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

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

Tabelle 3      Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen

Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Korn- verteilung	Wassergehalt	Glühverlust
RKS 28/3	2,0-3,0	X	X	X
RKS 29/3	1,4-3,0	X		
RKS 30/3	1,0-2,8	X	X	X
RKS 32/5	4,0-6,0	X	X	
RKS 35/3	1,6-3,0	X	X	X
RKS 36/4	1,5-2,5	X	X	
RKS 36/6	4,5-5,5	X	X	
RKS 38/7	5,5-6,5	X	X	X
RKS 41/2	0,8-1,8	X	X	X
RKS 45/3	1,0-1,8	X	X	X
RKS 46/2	0,5-1,4	X	X	
RKS 46/3	1,4-3,0	X		
RKS 47/3	1,0-2,0	X		
RKS 49/3	1,6-2,6	X		
RKS 52/3	1,5-2,5	X		
RKS 55/4	1,0-2,0	X		
RKS 57/4	1,3-1,8	X	X	

---

### **4.3 Chemische Bodenuntersuchungen**

Nach den vorliegenden Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) ist in dem Trassenabschnitt mit jungen See- und Flussmarschen (Klei und Torf; Stationierungs-km 10,280 bis 11,700) mit potenziell sulfatsauren Böden (nachfolgend PASS, potencial acid sulfate soils) zu rechnen.

Zur Verifizierung der Daten aus dem NIBIS-Kartenserver wurde exemplarisch an zwei Bodenproben aus dem kritischen Abschnitt eine Bestimmung der Säureneutralisierungskapazität, des Säurebildungspotentials und der Netto-Säureneutralisierungskapazität sowie die Bestimmung des pH-Wertes, der elektrischen Leitfähigkeit sowie Chlorid und Sulfat im Eluat durchgeführt. (vgl. Tabelle 9 im Kapitel 10).

Die chemischen Untersuchungen wurden durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen ausgeführt. Die Untersuchungsergebnisse sind in Kapitel 10 erläutert und als Laborprotokolle im Anhang 4.2 zusammengestellt.

---

## **5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE**

### **5.1 Regionalgeologischer Überblick und erfasster Baugrundaufbau**

Der im Rahmen des hier vorgelegten Streckengutachtens untersuchte 2. Abschnitt verläuft von Norden nach Süden, weist eine Länge von 12,130 km (Stationierungs-km 10,280 bis 22,410) auf und tangiert die Gemeinden Bockhorn und Zetel im Landkreis Friesland. Der Untersuchungsabschnitt beginnt ca. 2,0 km östlich von Zetel und endet an der Landkreisgrenze Friesland / Ammerland.

Der nördliche Teil des 2. Abschnittes liegt bis ca. km 11,750 naturräumlich im Randbereich der Nordseemarsch. Das Gelände ist dort flach ausgebildet und weist eine Höhe zwischen 0,3 m NHN und 1,17 m NHN auf. Die Nordseemarsch 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, organische Ablagerungen (Torf) ab. Die Mächtigkeit der holozänen Marschablagerungen liegt in dem erfassten Randbereich (km 10.280 bis km 11,750) zwischen 0,7 und 3,0 m. Darunter stehen dort Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit und Beckenablagerungen der ausgehenden Elster-Kaltzeit an.

Ab ca. km 11,750 bis zum Endpunkt des 2. Abschnittes (km 22,410) und darüber hinaus wird die geplante Transportleitung naturräumlich im Bereich der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest verlegt. Bei der Geest handelt es sich gegenüber der Marsch morphologisch um höher gelegene, trockene Landschaft, die geologisch durch glaziale Ablagerungen des Pleistozäns geprägt ist.

Ab dem Marschrand bei km 11,750 steigt die Geländehöhe von ca. 1,0 m NHN kontinuierlich auf ca. 14,0 m NHN am Endpunkt des 2. Abschnittes bei km 22,410 an.

Bis ca. km 17,150 wurden auf der Geest ausschließlich bindige (Beckenschluff /-ton) Beckenablagerungen der ausgehenden Elster-Kaltzeit bis zur max. Erkundungstiefe von 8,0 m u. GOK angetroffen. Im weiteren Trassenverlauf der der aufgeschlossener Baugrund durch rollige Schmelzwasser- und Beckensande dominiert.



---

Diese Sandablagerungen werden partiell durch eine gering mächtige Geschiebelehmdecke der Elster-Kaltzeit überlagert. Weichselzeitliche Bildungen wurden lediglich lokal in Form von dünnen Flugsanddecken oberflächennah angetroffen. Ablagerungen des Holozäns treten auf der Geest ebenfalls nur lokal als Hochmoortorfe bzw. fluviatil gebildete, organische Niederungssande auf.

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 2. Abschnitt

Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer (GWL)									
Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 28	RKS 29	RKS 30	RKS 31	RKS 32	RKS 33	RKS 34
			km 10,370	km 10,620	km 11,043	km 11,346	km 11,704	km 11,877	km 12,225
Oberböden	Oberboden	OU, OH	***	0,4	***	0,4	0,3	0,4	***
holozäne Ablagerungen	Torf	H	-	1,0	-	0,7	1,0	-	-
	Klei <sup>*1</sup>	UM, TM, TA, OU	3,0	-	2,8	-	2,5	-	-
pleistozäne Ablagerungen	Schmelzwassersand	SU	-	3,0	-	-	-	-	-
	Beckenschluff	UL, UM	>8,0	-	-	-	6,0	>5,0	2,6
	Beckensand	SU, SU*	-	>5,0	-	4,5	-	-	3,0
	Beckenton	TM, TA	-	-	>5,0	>5,0	>8,0	-	>5,0

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]						
			RKS 35	RKS 36	RKS 37	RKS 38	RKS 39	RKS 40	RKS 41
			km 12,790	km 13,192	km 13,424	km 13,890	km 14,578	km 14,718	km 15,289
Auffüllungen /Oberböden	Auffüllungen	A [OH, SU, UM]	-	-	-	-	2,1	1,5	0,8
	Oberboden	OU, OT	***	0,5	***	0,7	-	-	-
pleistozäne Ablagerungen	Beckenschluff /-ton	UL, UM, TM, TA	>5,0	>8,0	>5,0	>8,0	>5,0	>5,0	>5,0

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

\*1 Innerhalb des Kleis können geringmächtige Torflagen eingeschaltet sein

Fortsetzung Tabelle 4

Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer (GWL)										
Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]							
			RKS 42	RKS 43	RKS 44	RKS 45	RKS 46	RKS 47	RKS 48	RKS 49
			km 15,525	km 16,106	km 16,511	km 17,030	km 17,297	km 17,950	km 18,099	km 18,676
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllungen	A [UL, UM]	-	1,8	-	-	-	-	-	-
	Oberboden	OU, OH	***	-	***	0,4	***	0,3	0,3	0,6
holozäne Ablagerungen	Torf	H	-	-	-	-	0,5	-	-	-
	Niederungssand	OH	-	-	-	-	1,4	-	-	-
pleistozäne Ablagerungen	Schmelzwassersand	SE, SU	-	-	-	-	-	2,0	3,0	>5,0
	Beckenschluff /-ton	UL, UM, TM, TA	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	-	2,4,0	-	-
	Beckensand	SU, SU*	-	-	-	-	>5,0	>5,0	>5,0	-

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkanten [m u. GOK]							
			RKS 51	RKS 52	RKS 53	RKS 54	RKS 55	RKS 56	RKS 57	
			km 19,010	km 19,465	km 20,060	km 20,356	km 20,678	km 20,835	km 21,458	
Auffüllungen / Oberböden	Auffüllungen	A [SE]	-	0,5	-	-	-	-	-	
	Oberboden	OH	0,3	-	0,3	0,6	0,5	0,4	0,5	
holozäne Ablagerungen	Torf	H	-	-	-	-	-	-	0,8	
pleistozäne Ablagerungen	Flugsand	SU	-	-	0,7	-	0,7	-	-	
	Geschiebelehm	SU*, ST*, UL	-	-	1,0	-	1,0	0,6	1,8	
	Schmelzwassersand	SE, SU	2,4	>5,0	-	2,7	3,6	3,0	2,4	
	Geschiebelehm	SU*, ST*, UL	-	-	-	-	4,6	-		
	Beckensand	SU, SU*	>5,0	-	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	

\*\*\* Im Bereich von Grünlandflächen ist der Oberboden nur ca. 0,1 m mächtig und in den Bohrungen von unterlagerndem Beckenschluff /-ton kaum zu unterscheiden

### 5.3 Homogenbereiche

Nachfolgend werden die geologischen Verhältnisse entlang des 1. 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 2. Abschnittes

Homogenbereiche	Aufschlüsse (RKS)	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
<b>Y</b> (künstliche Auffüllungen)	39-41, 43, 52	0,5 – 2,1	0,5 – 2,1
<b>O</b> (Oberböden)	28-38, 42, 44-51, 53-57	0,1 – 0,7	0,1 – 0,7
<b>T</b> (Torf/Niederungssand)	29, 31, 32, 46, 57	0,7 – 1,4	0,3 – 1,4
<b>K</b> (Klei)	28, 30, 32	2,5 – 3,0	1,5 – 3,0
<b>S</b> (Flugsande, Schmelzwassersande, Beckensande)	29, 31, 34, 46-57	3,0 - >5,0	0,4 – >4,7
<b>GL</b> (Geschiebelehm)	53, 55-57	0,6 - 4,6	0,2 – 1,3
<b>BT</b> (Beckenton, Beckenschluff)	28, 30-45, 47	2,4 - >8,0	0,4 - >7,5

#### Homogenbereich Y – Künstliche Auffüllungen

Künstliche Schüttungen wurden in fünf Aufschlüssen im Nahbereich der Straßen und Wege in einer Mächtigkeit zwischen 0,5 und 2,1 m angetroffen. In den Bohrungen RKS 40, RKS 41 und RKS 52 bestehen diese aus schwach schluffigen und teils bauschutthaltigen Sanden, die oberflächennah schwach humos ausgeprägt sind. In der Bohrung RKS 39 setzt sich die 2,1 m starke Auffüllung neben den Sanden auch aus bindigen Umlagerungen örtlicher Herkunft (Beckenton) zusammen. In der RKS 43 besteht die 1,8 m mächtige Schüttung durchgehend aus bindigen Umlagerungen. Die kohäsiven Auffüllungen sind aufgrund der z.T. ungünstigen Konsistenz als wenig bis mäßig tragfähig einzuordnen. Die aufgetragten Sandschichten sind locker bis mitteldicht gelagert und als mäßig bis guttragfähig einzustufen.

### **Homogenbereich O – Mutterböden**

An den Untersuchungspunkten ohne künstliche Schüttungen steht an der Geländeoberkante eine Oberbodenschicht an, die unmittelbar aus den unterlagernden Ablagerungen hervorgegangen bzw. im Bereich der oberflächennahen Torfe (RKS 29, RKS 31, RKS 32 und RKS 57) künstlich hergestellt worden ist (Sanddeckkultur). Im Verbreitungsgebiet von oberflächennahen Klei- bzw. bindigen Beckenablagerungen ist der Oberboden im Bereich von Grünflächen nur ca. 0,1 m mächtig und in der Sonde von den unterlagernden bindigen Schichten kaum zu unterscheiden. Auf den Ackerflächen bzw. im Bereich sandiger Untergründe weist der Oberboden dagegen eine Mächtigkeit zwischen 0,3 und 0,7 m auf. Entsprechend dem Ausgangsmaterial handelt es sich bei den Oberböden einerseits um humose, sandige und tonige Schluffe mit bindigen Eigenschaften und andererseits um rollige, humose und schluffige Sande.

#### Hinweis:

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

### **Homogenbereich T – Torf/Niederungssand**

Im Bereich der Marsch (km 10,280 bis km 11,750) wurden Niedermoortorfe in den Aufschlüssen RKS 28, RKS 31 und RKS 32 direkt unter dem Oberboden bis max. 1,0 m u. GOK angetroffen. Auf der Geest wurden zudem Hochmoortorfe unter dem Mutterboden in den Bohrungen RKS 46 und RKS 57 bis 0,5 bzw. 0,8 m u. GOK erfasst. In der RKS 46 schließt sich unter der gering mächtigen Torfschicht ein organischer und schluffiger Niederungssand bis 1,4 m u. GOK an. Dieser wurde im Holozän in einem Fließgewässer abgelagert. Aufgrund der organischen Ausprägung und der ungünstigen Lagerungsdichte sind die Niederungssande als wenig bis mäßig tragfähig einzuordnen. Die Mächtigkeit der im 2. Abschnitt nur lokal angeroffenen organischen Sedimente variiert zwischen 0,3 und 1,4 m.

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 K – „Klei“**

Holozäne Kleiablagerungen wurden entlang des 2. Abschnittes lediglich im Norden, im Ausläufer der Nordseemarsch (km 10,280 bis km 11,750), in den Bohrungen RKS 28, RKS 30 und RKS 32 angetroffen. 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 tonigen und schwach feinsandigen Schluffen der Bodengruppe UM bis TM zusammen. Die mittels Glühverlust bestimmten organischen Anteile liegen bei 4,8% bzw. 1,0 M-% (schwach organisch). Der in zwei Proben gemessene Wassergehalt liegt bei ca. 37%. Auf der Basis von Knetversuchen kann dem Klei eine mittlere Plastizität sowie eine weiche bzw. weich-steife Konsistenz zugeordnet werden.

Die Unterkante der am Rand der Marsch nicht durchgehenden Kleidecke liegt in den drei Aufschlüssen zwischen 2,5 und 3,0 m u. GOK.

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

### **Homogenbereich S – Sande**

Entlang des untersuchten Abschnittes wurden Sandablagerungen in Form von Flugsanden 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 wurden Flugsande der Weichsel-Kaltzeit lediglich in den Bohrungen RKS 53 und RKS 55 erfasst. Diese stehen dort direkt unter dem Mutterboden an und weisen eine Mächtigkeit von 0,4 bzw. 0,2 m auf. Die Unterkante der äolischen Sedimente wurde bei 0,7 m u. GOK durchfahren. Bei den Flugsanden handelt es sich um mittelsandige Feinsande der Bodengruppe SE mit einer mitteldichten Lagerung.

Im nördlichen Teil des 2. Abschnittes, im Bereich der Marsch, wurden Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit lediglich in der Bohrung RKS 29 (km 10,620) unter dem Niedermoortorf zwischen 1,0 und 3,0 m u. GOK erfasst. Auf der Geest, im Streckenabschnitt zwischen ca. km 17,600 und km 22,410 wurden Schmelzwassersande direkt unter dem Mutterboden bzw. unter dem Geschiebelehm ab einer Tiefe zwischen 0,3 und 1,8 m u. GOK erbohrt.

---

---

Die Unterkante der Sandschicht steht dort zwischen 2,0 und >5,0 m u. GOK an. Gemäß den ausgeführten Siebanalysen setzen sich die Schmelzwassersande aus schwach schluffigen, schwach grobsandigen und mittelsandigen bis stark mittelsandigen Feinsanden der Bodengruppe SE und SU zusammen. Entsprechend dem Rammwiderstand kann den Schmelzwassersanden eine mitteldichte Lagerung zugeordnet werden.

An der Basis der Schmelzwassersande bzw. innerhalb der bindigen Beckenablagerungen wurden im Norden bis ca. km 12,250 sowie im Süden ab ca. km 17,150 Beckensande der Elster-Kaltzeit erbohrt. Dies bestehen aus schluffigen und mittelsandigen Feinsanden der Bodengruppe SU\*. Die Beckensande weisen Lagenstärken zwischen 0,4 und >4,0 m und eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf.

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

### **Homogenbereich GL –Geschiebelehm**

Im südlichen Teil des 2. Abschnittes ab ca. km 20,000 bis km 22,410 wurde unter dem Mutterboden bzw. unter der Flugsanddecke eine stark ausgedünnte, bindige Grundmoräne der Saale-Kaltzeit (Geschiebelehm) erfasst. Der Geschiebelehm weist dort eine Lagenstärke zwischen 0,2 und 1,0 m auf und wurde zwischen 0,6 und 1,8 m GOK durchfahren. In der Bohrung RKS 55 (km 20,678) wurde abweichend eine zweite Geschiebelehmschicht zwischen 3,6 und 4,6 m u. GOK angetroffen. Gemäß der Sieb-Schlämmanalyse ist der Geschiebelehm als ein schwach toniger Sand-Schluff-Gemisch der Bodengruppe SU\* und UL ausgebildet. Anhand von Knetversuchen kann dem Geschiebelehm eine geringe Plastizität und eine steife Konsistenz zugewiesen werden. Aufgrund der Ablagerung der Grundmoräne unter dem vorrückenden Inlandeis ist sie stark konsolidiert und als mäßig bis gut tragfähig einzustufen. Ferner weist der Geschiebelehm ein geringes Quellpotential auf und ist nur eingeschränkt verdichtungsfähig.

### **Homogenbereich BT – Beckenton /-schluff**

Die kohäsiven Beckenschluffe und Beckentone der Elster-Kaltzeit (Lauenburger Schichten) wurden sowohl in der Marsch als auch auf der Geest erfasst. In der Marsch (bis ca. km 11,750) stehen diese unter den Torf- und Kleischichten und z.T. unter den Schmelzwasser- und Beckensanden ab einer Tiefe zwischen 2,8 und >5,0 m an. Auf der Geest besteht der erfasste Baugrund bis km 17,150 fast ausschließlich aus bindigen Lauenburger Schichten. Im weiteren Verlauf des 2. Abschnittes (km 17,150 bis km 22,410) wurden keine Beckenschluffe und Tone mehr erfasst. Gemäß den ausgeführten Sieb- und Schlämmanalysen setzen sich die feinkörnigen Beckensedimente aus schwach feinsandigen, tonigen bis stark tonigen Schluffen bzw. aus Schluff-Tone-Gemischen zusammen. Die tonigen Schichten (Tonanteil bis 30 M-%) werden hier als Beckenschluffe und die stark tonigen Horizonte (Tonanteil >30 M-%) bzw. Schluff-Ton-Gemische als Beckentone bezeichnet. Die Schluffe und Tone bilden z. T. eine rasch wechselnde Abfolge. Ferner sind innerhalb der Tonhorizonte dünne Schlufflagen und umgekehrt in den Schluffhorizonten dünne Tonlagen anzutreffen. Eine sensorische Unterscheidung zwischen Beckenton und Beckenschluff ist dabei nicht immer möglich. Aufgrund der ähnlichen bodenmechanischen Eigenschaften werden die kohäsiven Beckenablagerung in dem Homogenbereich BT zusammengefasst. Entsprechend der Glühverlustbestimmung weist der Beckenton /-schluff einen organischen Anteil zwischen 0,6 und max. 6,9 M-% auf. Der Wassergehalt wurde zwischen 24 und 39 M-% ermittelt. Anhand von Knetversuchen kann dem Beckenschluff eine geringe bis mittlere und dem Beckenton ein mittlere bis ausgeprägte Plastizität (Bodengruppe UL, UM, bzw. TM, TA) sowie abhängig vom Wassergehalt eine weiche, weich-steife sowie vorwiegend eine steife Konsistenz zugeordnet werden. Infolge der Eislast in der Saale-Kaltzeit ist von einer hohen Konsolidierung der bindigen Beckenablagerungen auszugehen. Der Konsolidierungsgrad bedingt eine mäßige und bei steifer Konsistenz eine mäßige bis gute Tragfähigkeit der kohäsiven Sedimente. Ferner weist der Beckenschluff /-ton erfahrungsgemäß ein geringes Quellpotential und eine geringe Verdichtungswilligkeit auf.



---

## **6 GEOTECHNISCHE KLASSIFIZIERUNG DER SCHICHTEN UND ZUORDNUNG VON BODENKENNWERTEN**

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

Tabelle 6      Abgeschätzte charakteristische, bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene Schichtenfolge

Homogenbereiche	Y	K	T
Bezeichnung der Kennwerte	Auffüllungen	Klei	Torf
Benennung nach DIN 4022	S, U, T, h	U, t-t*, fs', o'	H, fs, u, t
Bodengruppe nach DIN 18196	A, [SE, SU, GW, SU*, OH]	UM, TM	HN
Bodenklasse nach DIN 18300	3-4	4	3
Bodenklasse nach DIN 18319	---	LBM 1	LO
erdfeuchte Wichte $\gamma_k$	---	17-18 kN/m <sup>3</sup>	11-13 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$	---	7-8 kN/m <sup>3</sup>	1-3 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi'_k$	---	20-25°	17,5-22,5°
Kohäsion $c'_k$	---	5-10 kN/m <sup>2</sup>	2- 5 kN/m <sup>2</sup>
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	---	2-4 MN/m	0,5-2,0 MN/m
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	---	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	---	weich, weich-steif	weich
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	---	V 3	V 3
undrÄnierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	---	20-50 kN/m <sup>2</sup>	10-30 kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$	---	1*10 <sup>-9</sup> - 1*10 <sup>-8</sup> m/s	ca. 1*10 <sup>-6</sup> m/s

Homogenbereiche	S	GL	BT
Bezeichnung der Kennwerte	Sande	Geschiebelehm	Beckenschluff /- ton
Benennung nach DIN 4022	fS+mS, u'-u, gs'	S+U, t', g'	U+T, o', fs'
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, SU*	SU*, UL	UL, UM, TM, TA
Bodenklasse nach DIN 18300	3	4	4
Bodenklasse nach DIN 18319	LNE 1 – LNE 3	LNE 2	LBM 1 - LBM 2
erdfeuchte Wichte $\gamma_k$	17-19 kN/m <sup>3</sup>	20 kN/m <sup>3</sup>	19-20kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$	9-11 kN/m <sup>3</sup>	10 kN/m <sup>3</sup>	9-10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi'_k$	31-35°	28-30°	17,5-25°
Kohäsion $c'_k$	0 kN/m <sup>2</sup>	4-6 kN/m <sup>2</sup>	10-25 kN/m <sup>2</sup>
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	20 -80 MN/m	15-25 MN/m	10-20 MN/m <sup>2</sup>
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB	F1, F3	F3	F3
Lagerungsdichte/Konsistenz	locker, mitteldicht, dicht	steif	weich, weich-steif, steif
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 1 – V 2	V 2	V 3
undrÄnierte Scherfestigkeit $C_{u,k}$	0 kN/m <sup>2</sup>	60-120 kN/m <sup>2</sup>	30-100 kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$	5*10 <sup>-6</sup> – 9*10 <sup>-4</sup> m/s	1*10 <sup>-7</sup> m/s	ca. 1*10 <sup>-9</sup> m/s

---

## 7 HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN UND BAUWASSERHALTUNG

Im nördlichen Teil des 2. Abschnittes wird der oberflächennahe Schichtenaufbau bis ca. km 11,750 (Marschgebiet) überwiegend durch Torfe und bindige Kleiablagerungen des Holozäns gebildet. Diese reichen dort bis in eine Tiefe zwischen 1,0 und max. 3,0 m u. GOK. Die bindigen und organischen Schichten enthalten nur wenig freies Grundwasser in Form von Bodenfeuchte und Schichtenwasser. Darunter schließen sich dort bindige Beckenschluffe/ -tone (Lauenburger Schichten) an, die lokal durch rollige Schmelzwasser- und Beckensande mit einer Schichtstärke von 3,8 bis > 4,0 m überlagert werden. Die Lauenburger Schichten weisen nur eine sehr geringe Durchlässigkeit auf und fungieren als Grundwasserhemmer. Die lokal über den kohäsiven Beckenablagerungen anstehenden, wassergesättigten Schmelzwasser- und Beckensande bilden in diesem Bereich lokal begrenzte und isolierte Porengrundwasserkörper.

Ab km 11,750 bis ca. km 17,150 wurden unter den Oberböden und Auffüllungen durchgehend sehr gering durchlässige Beckenschluffe /-tone erfasst. Mit Ausnahme von temporären, oberflächennahen Stau- und Schichtenwasserbildungen ist in diesem Streckenabschnitt kein Grundwasser zu erwarten.

Auf der Strecke zwischen km 17,150 und dem Ende des 2. Abschnittes wird der Baugrund in der Gründungstiefe der Transportleitung (1,8 bis 5,0 m u. GOK) durch rollige, wassergesättigte Schmelzwasser- und Beckensande dominiert. Lokal wird diese Sandfolge durch bindige Geschiebelehmungen unterbrochen. Die Grundwasseroberfläche wurde dort zwischen 0,75 und max. 2,7 m u. GOK erfasst.

Die oberirdischen Abflussverhältnisse werden im 2. Abschnitt durch die folgenden Fließgewässer geprägt: „Zeteler Tief“, „Wopperkamper Bäke“, „Brunnerbäke“ und den „Grabsteder Graben“ geprägt.

### Stau- und Schichtenwasser

Mit Ausnahme der Strecke zwischen km 17,150 und km 19,750 wurden oberflächennah bindige bzw. organische, gering durchlässige Ablagerungen der Küstenmarsch (Klei und Torf) bzw. des Pleistozäns (Beckenschluff /-ton und Geschiebelehm) erfasst. Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurde dort kein Stauwasser angetroffen.

---

Nach längeren Niederschlägen ist in diesen Bereichen jedoch mit der Ausbildung eines oberflächlichen Stauwasserhorizontes auszugehen. Vereinzelt sandige Zwischenlagen innerhalb des bindigen Klei- und der Beckenablagerungen führen Schichtenwässer, die teilweise leicht gespannt auftreten können. Obwohl die Aufschlüsse RKS 28, RKS 30, RKS 32, RKS 36, RKS 41 und RKS 43 durchgehend in bindigen Ablagerungen (Klei und Beckenschluff /-ton) durchgeführt wurden, wurden dort in den Bohrlöchern Grundwasserstände zwischen 1,3 und 3,95 m u. GOK gelotet. Diese sind aus Sicht der Unterzeichner auf ausgetretene Bodenfeuchtigkeit und einstauendes Schichtenwasser zurückzuführen.

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

#### Hauptgrundwasser (Porengrundwasser)

Porengrundwasser wurde entlang des 2. Abschnitt im Norden, im Bereich der Marsch zwischen km 10,500 und km 11,500 sowie im Süden, auf der Geest ab km 17,150 bis Abschnittsende angetroffen. Der Porengrundwasserleiter besteht sowohl im Norden als auch im Süden aus Schmelzwassersanden der Saale-Kaltzeit sowie aus den unterlagernden Beckensanden der ausgehenden Elster-Kaltzeit. Die Unterkante des Aquifers wurde lediglich in der RKS 31 (km 11,346) bei 4,5 m u. GOK durchfahren.

Aufgrund der Überdeckung mit gering durchlässigen Klei- und Torf- sowie Geschiebelehmablagerungen ist die Oberfläche des Porengrundwasserleiters abschnittsweise gespannt. Der Grundwasserdruckspiegel wurde in den Bohrlöchern zwischen 0,75 und 2,7 m u. GOK (zwischen -1,23 m NHN im Norden und 12,07 m NHN im Süden) 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. Von Beginn des 2. Abschnittes bis ca. km 17,150 wird die Leitung mit Ausnahme der Bereiche km 10,500 – 10,800 und km 11,200 – 11,500 vorwiegend innerhalb bindiger, gering durchlässiger Schichten (Klei und Beckenschluff /-ton) verlegt. Dort ist mit 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.

In den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten kommt die Transportleitung gemäß den ausgeführten Untersuchungen samt Unterquerungen innerhalb wassergesättigter Sande zu liegen:

- km 10,500 bis km 10,800,
- km 11,200 bis km 11,500,
- km 17,150 bis km 22,410.

Dort sind grundsätzlich geschlossene Bauwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

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

### **7.1 Ergebnisse der Grundwasseranalysen**

An 14 Positionen wurden die Rammkernsondierbohrungen (RKS) zu einfachen temporären Grundwassermessstelle (Rammpegel; RP) mittels Einbringens von Rammfiltern (DN 40 bzw. DN 35) im Bereich der oberflächennahen Schichten ausgebaut. Die Ausbauzeichnungen der temporären Grundwassermessstellen sind gemäß DIN 4023 im Anhang 2.3 angelegt.

Aus 10 der 14 erstellten, temporären Messstellen konnte jeweils eine Grundwasserprobe zur chemisch-analytischen Untersuchung auf den Parameterumfang gemäß der Anforderung des Landkreises Friesland hinsichtlich der Einleitung gehoben Grundwassers in eine Vorflut entnommen werden. In vier der Rammpegel wurde kein Grundwasser in ausreichenden Umfang erfasst.

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

Tabelle 7 Zusammenfassende Ergebnisse der chemischen Grundwasseruntersuchungen im 2. Abschnitt, Landkreis Friesland

Parameter	Dimension	GW 29	GW 36	GW 41	GW 43	GW 48
Eisen, gesamt	mg/l	1,2	0,05	0,05	6,4	5,3
Eisen-II		<0,05	0,05	0,05	3,5	3,7
Chlorid		9,1	300	240	55	38
Sulfat		2,3	260	37	320	47
Nitrat		<1	42	<0,1	<0,1	72
Nitrit		<0,05	0,42	0,11	<0,05	<0,05
Ammonium		0,74	0,057	0,18	1,8	0,29
TOC		6,9	690	240	620	42
CSB	mg/l O <sub>2</sub>	170	1.700	4.900	5.900	81

Parameter	Dimension	GW 49	GW 51	GW 53	GW 55	GW 57
Eisen, gesamt	mg/l	0,76	23	22	3,7	18
Eisen-II		0,44	19	6	2,3	16
Chlorid		14	650	69	31	47
Sulfat		79	47	160	12	100
Nitrat		96	18	47	0,11	0,23
Nitrit		<0,05	0,85	0,055	<0,05	<0,05
Ammonium		0,042	0,96	1,6	0,031	3,7
TOC		79	710	34	200	92
CSB	mg/l O <sub>2</sub>	370	1.600	630	120	44

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 Friesland und der zuständigen Siel- und Wasseracht abzustimmen.

---

## **8 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG**

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen liegt der 2. Abschnitt im Norden bis ca. km 11,750 im Randbereich der Nordseemarsch. Die wenig tragfähigen und somit als Auflager für die Transportleitung nicht geeigneten holozänen Weichschichten aus Klei und Torf reichen dort bis in eine Tiefe zwischen 1,0 und max. 3,0 m u. GOK. Darunter folgen dort ausreichend tragfähigen Beckenschluffe /-tone bzw. Schmelzwasser- und Beckensande.

Ab ca. km 11,750 bis zum Endpunkt des 2. Abschnittes (km 22,410) verläuft die geplante Trasse im Bereich der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest. Bis ca. km 17,150 wurden auf der Geest unter den Oberböden und Auffüllungen durchgehend kohäsive Beckenablagerungen der Elster-Kaltzeit aus Beckenschluff /-ton (Lauenburger Schichten) bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m u. GOK erbohrt. Im weiteren Verlauf der Leitungstrasse (km 17,150 bis km 22,410) wird der Baugrund in der relevanten Gründungstiefe von 1,5 bis 5,0 m u. GOK durch Schmelzwasser- und Beckensande geprägt, die lokal durch bindige Geschiebelehme unterbrochen werden.

Die erfassten Sande sind aufgrund der Kornzusammensetzung und der meist günstigen Lagerungsdichte als gut tragfähig einzustufen und stellen einen ausreichend tragfähigen Baugrund für die geplante Gasleitung dar. Den kohäsiven Schichtgliedern aus Beckenschluffen /-tonen sowie aus Geschiebelehmen werden mäßige bis gute Tragfähigkeitseigenschaften zugeordnet. Unter der Maßgabe des Einziehens einer gering mächtigen Bettungsschicht sind diese Schichten für die Gründung der Rohrleitung geeignet.

Aufgrund der z.T. großen Abständen zwischen den Untersuchungspunkten wurden die Schichtverläufe zwischen den Ansatzpunkten interpoliert und sind somit mit Unsicherheiten behaftet. Die nachfolgend aufgeführten und im Streckenband (s. Anhang 1.3) angegebenen Streckenabschnitte sind lediglich als Orientierungswerte zu betrachten. Die empfohlenen Maßnahmen sind den tatsächlich vorgefundenen Baugrundverhältnissen anzupassen. Die erforderlichen Bauwasserhaltungsmaßnahmen sind dem Kapitel 7 und den Streckenbändern in den Anhängen 1.3 und 1.4 zu entnehmen.

---

## 8.1 Empfehlungen für die Gründung der Gashochdruckleitung

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

Im Verlaufe des 2. Abschnittes werden seitens der Unterzeichner drei Gründungsvarianten empfohlen:

a) Anstehender Boden ist ausreichend tragfähig und als Bettungsschicht geeignet

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

- km 10,500 bis km 10,800,
- km 11,200 bis km 11,500,
- km 17,150 bis km 22,410.

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 dem Trassenabschnitt zwischen km 11,750 und km 17,150 wurden unter den Oberböden und Auffüllungen durchgehend kohäsive Beckenschluffe /-tone der Elster-Kaltzeit mit einer weich-steifen und steifen Konsistenz bis zur max. Erkundungstiefe von 8,0 m u. GOK erbohrt. Diese Lauenburger Schichten sind vorkonsolidiert, weisen eine mäßige bis gute Eigensteifigkeit auf und sind somit als ausreichend tragfähig einzustufen. Bei der Verlegung der Leitung innerhalb der Beckenschluffe /-tone 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

Am Marschrand in den folgenden Streckenabschnitten sind in der Gründungsebene (1,8 – 2,5 m u. GOK) der Gashochdruckleitung wenig und somit nicht ausreichend tragfähige holozäne Weichschichten aus Klei und Torf zu erwarten:

- km 10,280 bis km 10,500,
- km 10,800 bis km 11,200,
- km 11,500 bis km 11,750.

Diese Weichschichten reichen dort lediglich bis in eine Tiefe zwischen 2,5 und 3,0 m u. GOK. Aufgrund des vertretbaren, zusätzlichen Aufwandes wird empfohlen, die Torf- und Kleiablagerungen dort im Lasteinflussbereich der Leitung vollständig bis auf die Oberkante der Sande bzw. den Beckenschluffe /-tone auszutauschen.

Als Bodenaustauschmaterial (Gründungspolster) ist ein gut verdichtungsfähiger Füllsand der Bodengruppe SE bzw. SW gemäß DIN 18196 einzubauen und lagenweise zu verdichten. Der Verdichtungsgrad der Füllmaterialien sollte mindestens  $D_{pr} \geq 95 \%$  (entspricht einem statischen Verformungsmodul  $E_{v2}$  von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ ) betragen.

---

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 Fluss- und Schmelzwassersande 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 Klei- und 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 2. Abschnittes ca. 13 grabenlose und 9 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 Herstellung der Transportleitung wird eine Vielzahl von Entwässerungsgräben und Verordnungsgewässern der 2. und 3. Ordnung sowie Straßen, Wege, Deiche und Fremdleitungen gekreuzt. Bei den Gewässern und Verkehrsflächen ist eine Überdeckungshöhe (Abstand zwischen Gewässersohle und Rohrscheitel) von 1,5 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 an ca. 9 Standorten ein vorgefertigter Rohrstrang mit beiderseits aufsteigenden Rohrbögen (Düker) unter Einsatz entsprechender Auftriebssicherungsmaßnahmen offen in die zuvor ausgebaggerte Gewässerrinne eingelegt und verfüllt. Die Anlage der Rinnen erfolgt dabei durch offene Baggerungen ggf. mit vorangegangener Spundung des Rohrgrabens im Schutze einer Bauwasserhaltung. Kleinere Gräben oder Bäche werden i.d.R. vor der Dükerabsenkung durch Rohrleitungen überbrückt (verdohlt) oder umgepumpt.

Die Dükersohlen werden zwischen 3,5 und 5,0 m u. GOK zu liegen kommen. Für den 2. Abschnitt werden seitens der Unterzeichner zwei 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 Sande der Bodengruppe SE, SU und SU\* zu erwarten:

- km 10,500 bis km 10,800,
- km 11,200 bis km 11,500,
- km 17,150 bis km 22,410.

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

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

In den übrigen Bereichen der Leitungstrasse (km 10,280 – 10,500; km 10,800 – 11,200; und km 11,750 – 17,150) wurden in der geplanten Gründungstiefe der Düker kohäsive Beckenschluffe /-tone (Lauenburger Schichten) ab spätestens 3,0 m u. GOK erfasst. Die mäßig bis gut und somit ausreichend tragfähigen Beckenschluffe /-tone wurden bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8,0 m nicht durchfahren. Bei der Verlegung der Düker innerhalb Lauenburger Schichten wird generell empfohlen, die Grabensohle tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Sand-/ Kiessandmaterial der Bodengruppe SE/SW gemäß DIN 18196 einzubringen und ordnungsgemäß zu verdichten. Die Mächtigkeit der unteren Bettungsschicht sollte dort ca. 30 cm betragen.

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

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

---

## 9.2 Grabenlose Bauweise

Bei den grabenlosen (geschlossenen) Querungen von Gewässern, Deichen 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 m vorgesehen.

Abhängig von der Stationierung und der Unterquerungstiefe werden bei dem horizontalen Vortriebsverfahren rollige, mitteldicht bis dichte gelagerte Sande sowie bindigen Beckenschluffe /-tone und lokal ggf. Geschiebelehme (km 20,678) mit weichsteifer und steifer Konsistenz 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 Hindernisse in Form von Steinen und Geschieben sind lediglich in den nur lokal anstehenden Geschiebelehmen zu erwarten.

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

#### Setzungsabschätzung nach SCHERLE

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

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

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

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

## 10 UMGANG MIT SULFATSAUREN UND POTENZIELL SULFATSAUREN BÖDEN

Nach den vorliegenden Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) stehen potenziell sulfatsaure bzw. sulfatsaure Böden in Form von jungen Marschablagerungen (Klei und Torf) lediglich im nördlichen Teil des 2. Abschnittes an. Hier ist der Streckenabschnitt zwischen km 10,280 und km 11,750 betroffen.

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. Daher wurden analytische Untersuchungen zur Feststellung des Versauerungspotentials an ausgewählten Proben vorgenommen. Die für eine PASS-Analyse exemplarisch ausgewählten Proben sowie Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Tabelle 8 dargestellt. Die Originalprotokolle des chemischen Laboratoriums finden sich in Anhang 4.2

Tabelle 8 Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen

Probenbezeichnung		RKS 28/2	RKS 32/3
Entnahmetiefe [m u. GOK]		1,0-2,0	1,0-2,5
Parameter	Dimension	Feststoff	
Säureneutralisierungskapazität; $SNK_T$	mmol/kg	200	130
Säurebildungspotential; $SBP_{CRS}$	mmol/kg	13	19
Netto-Säureneutralisierungs-kapazität; $SNK_N$	mmol/kg	+187	+111
		Eluat	
pH-Wert	-	6,6	7,4
elektrische Leitfähigkeit	$\mu S/cm$	119	52
Chlorid	$\mu g/l$	1.200	1.800

Die beiden untersuchten Proben sind als potenziell nicht sulfatsauer einzustufen.



---

### Beurteilung und Folgen für die Bauausführung

Die Bohraufschlüsse und die ausgeführten Analysen geben Auskunft über die lokalen Verhältnisse. Dort konnten jeweils keine sulfatsauren oder potenziell sulfatsauren Böden festgestellt werden. Dennoch verläuft die Trasse im Streckenabschnitt km 10,280 bis km 11,750 durch ein Gebiet, in dem mit Versauerung der Böden zu rechnen ist.

Im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung ist in diesem Bereich besondere Aufmerksamkeit auf mögliches kleinräumiges Auftreten von potenziell sulfatsauren Böden zu legen.

Bei der Bauausführung ist auf eine schichtgerechte Aufnahme und den kurzfristigen Wiedereinbau im Grundwasserschwankungsbereich zu achten.

---

## 11 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN

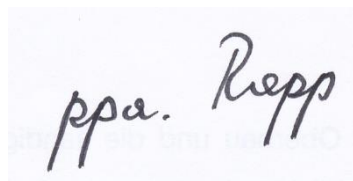
- /1/ NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE  
NIBIS-Kartenserver
- /2/ NIEDERSÄCHSISCHEN VERMESSUNGS- UND KATASTERVERWALTUNG  
Geobasisdaten
- /3/ GEOFAKTEN 24  
Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. Juli 2010
- /4/ GEOFAKTEN 25  
Handlungsempfehlungen zur Bewertung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

Cloppenburg, 26.10.2022

**RP Geolabor und Umweltservice GmbH**

Bearbeiter:  
Dipl.-Geol. Robert Rapp

Prepus

ppa. Rapp

---

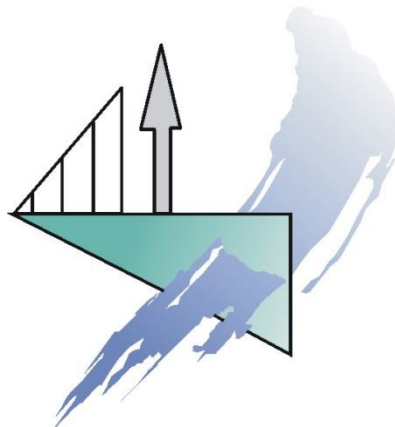
# **Anhang 1**

## Karten und Streckenbänder

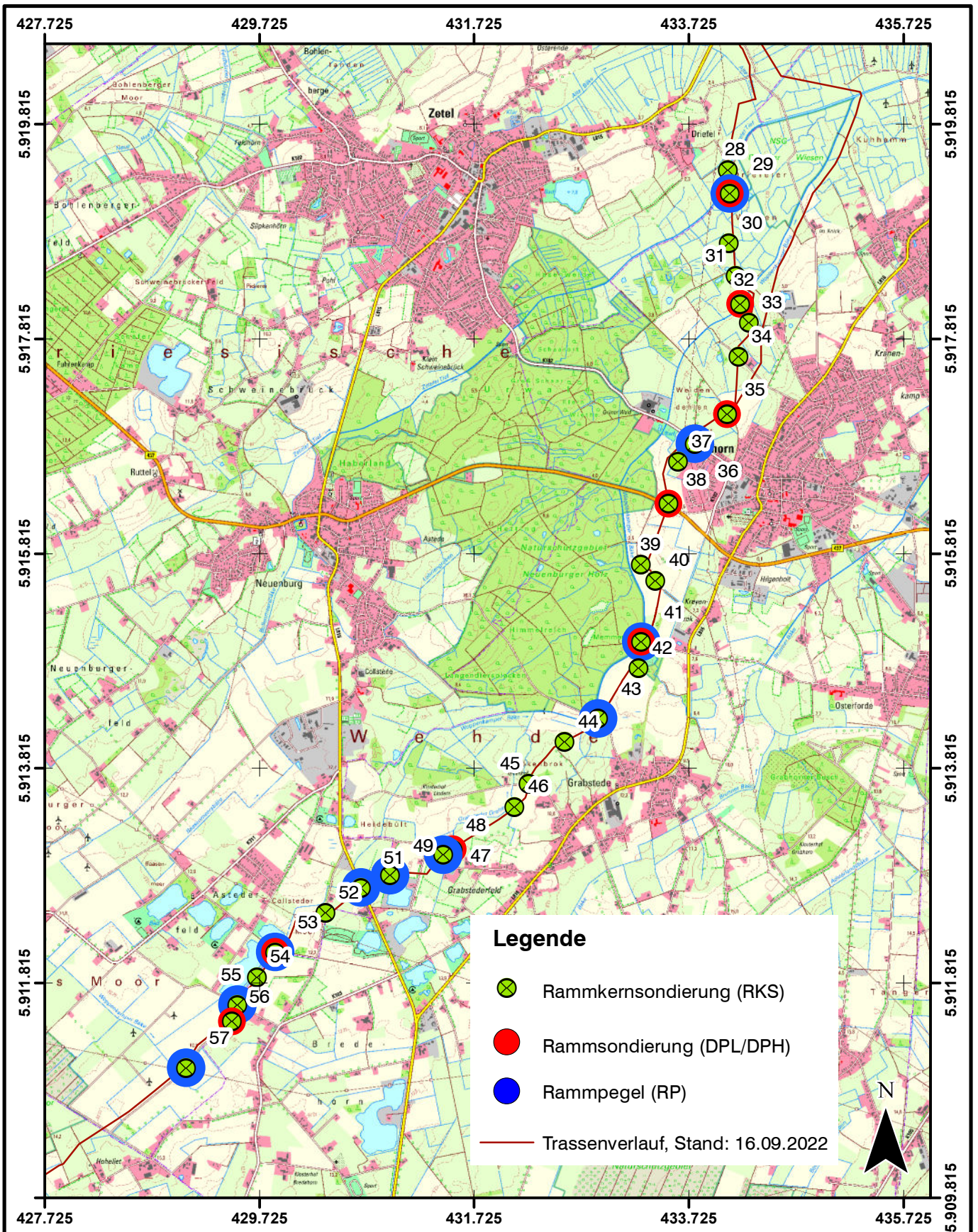
---

### Anhang 1.1

#### Lageplan der Baugrundaufschlüsse (Maßstab 1: 50.000)







## Anhang 1.1

Geotechnisches Streckengutachten

Neubau Gasanbindung

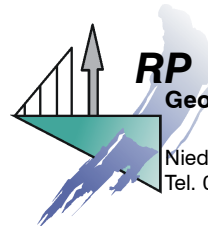
Wilhelmshaven - Leer (GWL)

Baulos 1: Sande - Westerstede, 2. Abschnitt

### Lage der Bohraufschlüsse (Übersicht)

Projektnummer: 06-5765  
Maßstab: 1:50.000

erstellt: 26.10.2022  
Lukas Tönnies



**RP**  
Geolabor und Umweltservice GmbH

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

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

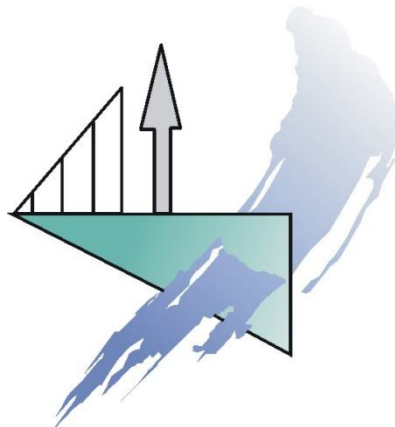


## Anhang 1

### Karten und Streckenbänder

#### Anhang 1.2

#### Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte





Position	Aufschlüsse	UTM Zone 32 N		Höhe [m NHN]
		Rechtswert	Hochwert	
28	RKS 28 + RP 28	434090,30	5919389,10	1,17
29	RKS 29 + DPH 29 + RP 29	434106,36	5919170,84	0,86
30	RKS 30	434095,93	5918707,05	1,02
31	RKS 31	434159,58	5918403,19	0,59
32	RKS 32 + DPH 32	434201,66	5918140,51	0,30
33	RKS 33	434280,95	5917965,93	0,99
34	RKS 34	434183,97	5917651,13	1,98
35	RKS 35 + DPH 35	434080,90	5917113,81	1,95
36	RKS 36 + RP 36	433779,04	5916840,26	2,65
37	RKS 37	433623,53	5916673,36	2,78
38	RKS 38 + DPL 38 + RP 38	433535,32	5916278,82	4,92
39	RKS 39 + RP 39	433276,08	5915713,92	3,24
40	RKS 40	433410,73	5915563,63	4,13
41	RKS 41 + DPL 41 + RP 41	433278,35	5914994,56	4,45
42	RKS 42	433256,19	5914747,16	3,80
43	RKS 43 + RP 43	432879,13	5914279,76	5,36
44	RKS 44	432565,14	5914061,37	6,36
45	RKS 45	432232,28	5913675,21	9,09
46	RKS 46	432101,40	5913456,92	8,20
47	RKS 47 + DPH 47	431524,87	5913061,97	9,70
48	RKS 48 + RP 48	431434,27	5913008,26	10,68
49	RKS 49 + RP 49	430942,16	5912817,03	11,52
51	RKS 51 + RP 51	430668,65	5912704,59	11,54
52	RKS 52 + RP 52	430338,45	5912466,16	12,42
53	RKS 53 + DPH 53 + RP 53	429868,39	5912102,18	12,00
54	RKS 54	429699,57	5911871,58	13,36
55	RKS 55 + RP 55	429519,26	5911613,37	13,87
56	RKS 56 + DPH 56	429466,78	5911458,76	13,56
57	RKS 57 + RP 57	429042,17	5911025,43	13,67

---

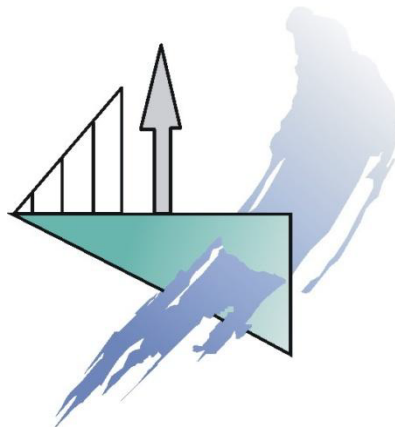
# **Anhang 1**

## Karten und Streckenbänder

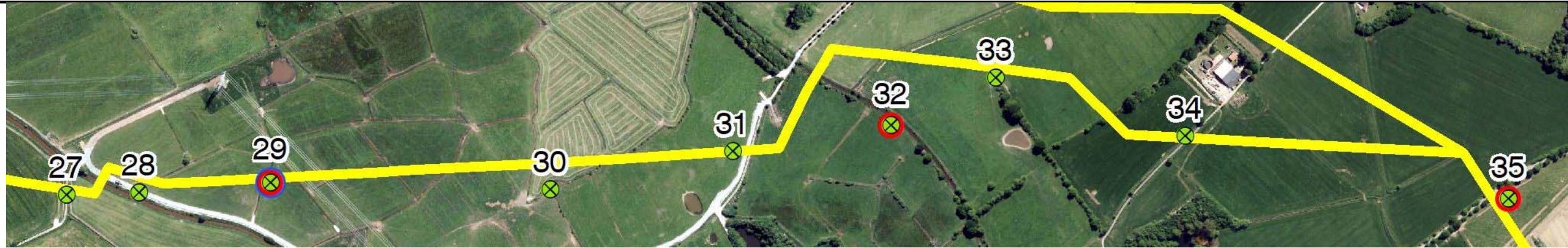
---

### Anhang 1.3

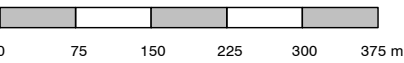
#### Baugrundgeologisches Streckenband



Norden

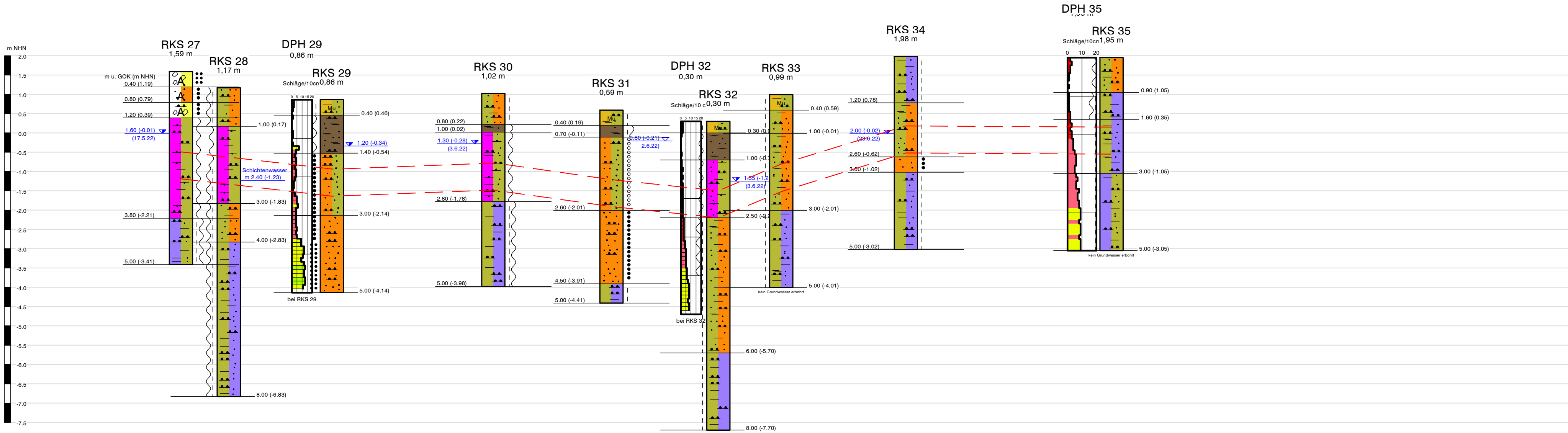


Süden



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

Höhenangaben m GOK (m NHN)



Legende

- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- dicht
- Ton (T)
- Schluff (U)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- STEINE (X)
- Steine (X)
- Torf (H)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Klei (KI)

Stationierungs-km		10,215	10,370	10,620	11,043	11,346	11,704	11,877	12,225	12,790
Homogen- bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Klei	Sand	Klei	Sand	Klei	Beckenschluff/-ton			
	3,5-5,0 m u. GOK	Beckenschluff	Sand	Beckenton	Sand/ Beckenton	Beckenschluff/-ton				
Gründungs- maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	Gründungspolster	keine	Gründungspolster	keine	Gründungspolster	Bettungsschicht			
	3,5-5,0 m u. GOK	Bettungsschicht	keine	Bettungsschicht	Bettungsschicht	Bettungsschicht				
Wasser- haltung	1,8-2,5 m u. GOK	offen	geschlossen	offen	geschlossen	bei Bedarf offene Wasserhaltung				
	3,5-5,0 m u. GOK	offen	geschlossen	offen	geschlossen/offen	bei Bedarf offene Wasserhaltung				



Geolabor und Umweltservice GmbH

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

Bauvorhaben:

Geotechnisches Streckengutachten  
GWL Baulos 1, 2. Abschnitt

Planbezeichnung:

Baugrundgeologisches  
Streckenband Blatt 1

Projekt-Nr. 06-5765

Anhang 1.3

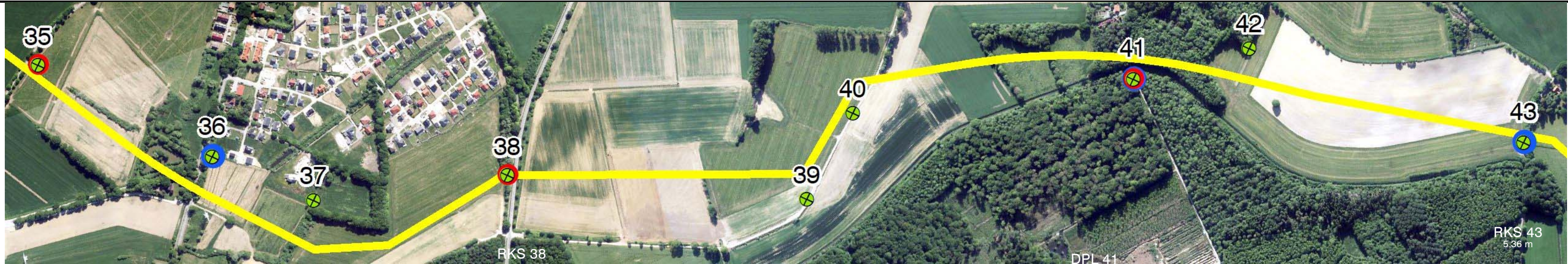
Datum: September 2022

Höhe 1:75, Länge 1:7.500

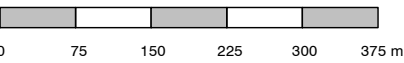
Bearbeiter: Herr Rapp



Nordnordost

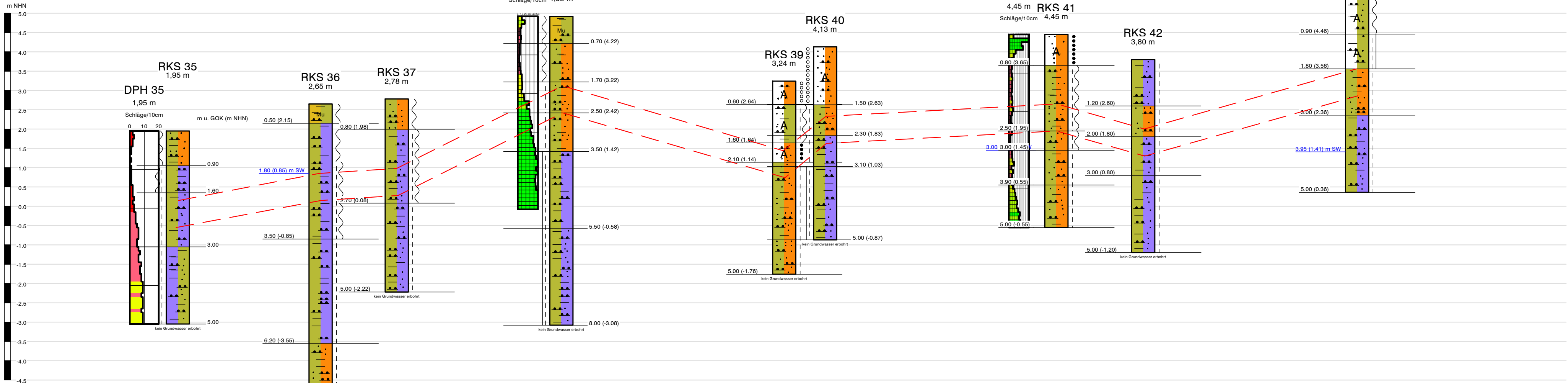


Südsüdwest



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

Höhenangaben m GOK (m NHN)



Legende

- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- Ton (T)
- Schluff (U)
- Sand (S)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Feinsand (FS)

Stationierungs-km		12,790	13,192	13,424	13,890	14,578	14,718	15,289	15,525	16,106
Homogen-bereich	1,8-2,5 m u. GOK									
	3,5-5,0 m u. GOK									
Gründungs-maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK									
	3,5-5,0 m u. GOK									
Wasser-haltung	1,8-2,5 m u. GOK									
	3,5-5,0 m u. GOK									

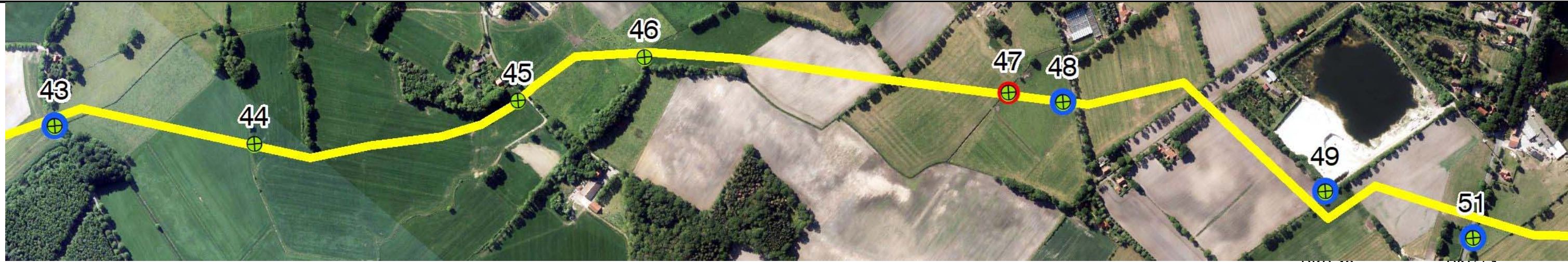
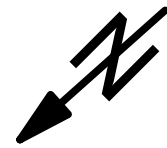


Geolabor und Umweltservice GmbH  
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg  
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

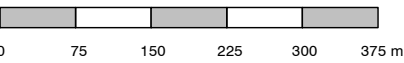
Bauvorhaben: Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 1, 2. Abschnitt  Planbezeichnung: Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 2	Projekt-Nr. 06-5765
	Anhang 1.3
	Datum: Oktober 2022
	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
Bearbeiter: Herr Rapp	



Nordosten



Südwesten

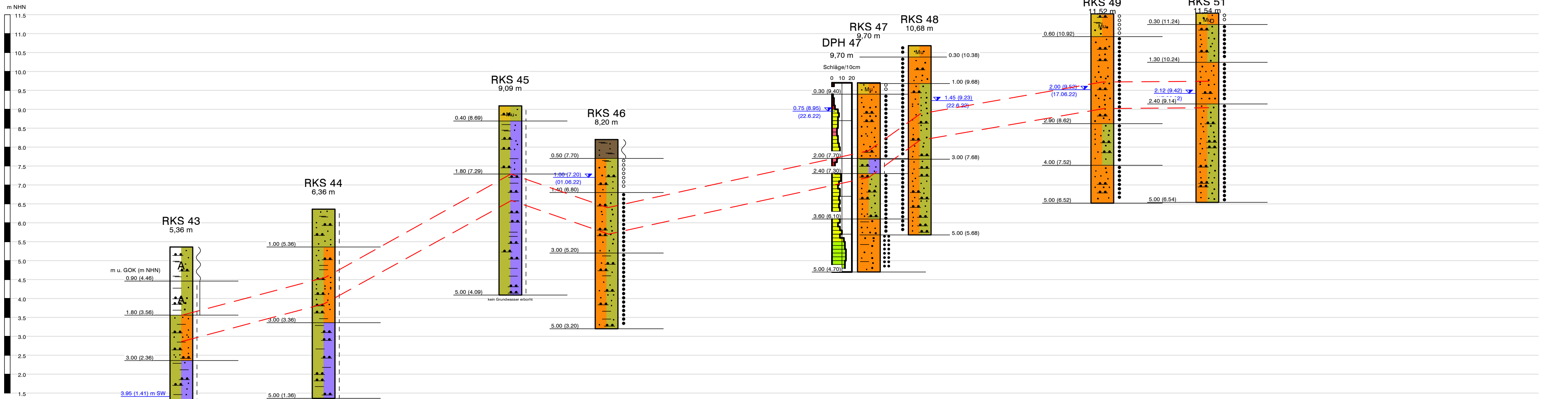


- Geplante LNG-Trasse
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPL/ DPH)
- Rammpegel (RP)
- Geplante Verlegetiefe (1,80 m - 2,50 m u. GOK)

Höhenangaben m GOK (m NHN)

Legende

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



Stationierungs-km			kein Grundwasser erbohrt							
			16,511	17,030	17,297	17,950	18,099	18,676	19,010	
Homogen- bereich	1,8-2,5 m u. GOK	16,106	Beckenschluff/-ton			Sand		Sand		
	3,5-5,0 m u. GOK		Beckenschluff/-ton			Sand		Sand		
Gründungs- maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK		Bettungsschicht			keine		keine		
	3,5-5,0 m u. GOK		Bettungsschicht			keine		keine		
Wasser- haltung	1,8-2,5 m u. GOK		bei Bedarf offene Wasserhaltung			geschlossene Wasserhaltung		geschlossene Wasserhaltung		
	3,5-5,0 m u. GOK		bei Bedarf offene Wasserhaltung			geschlossene Wasserhaltung		geschlossene Wasserhaltung		



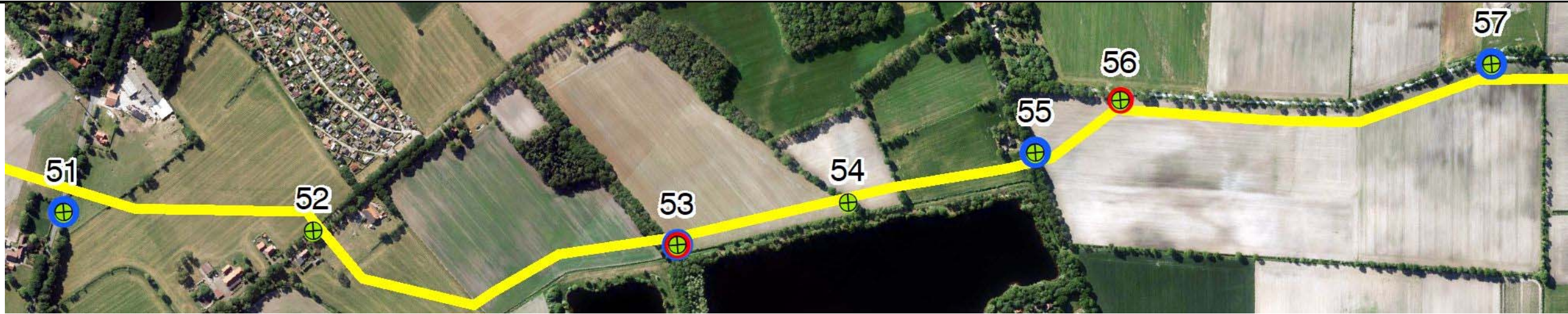
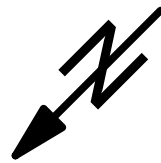
Geolabor und Umweltservice GmbH

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

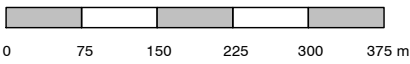
Bauvorhaben:	Projekt-Nr. 06-5765
Geotechnisches Streckengutachten GWL Baulos 1, 2. Abschnitt	Anhang 1.3
Planbezeichnung:	Datum: Oktober 2022
Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 3	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
	Bearbeiter: Herr Rapp



Nordosten

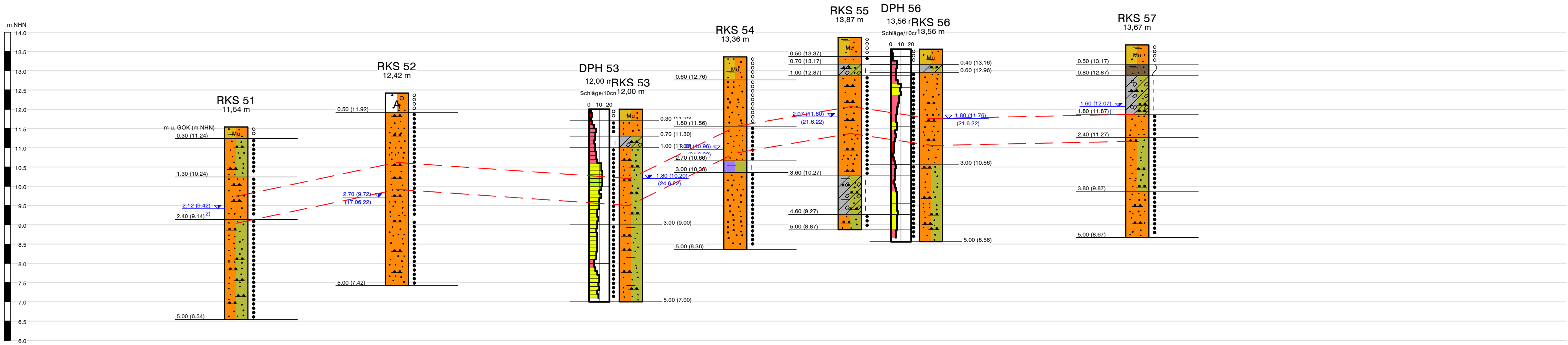


Südwesten



- 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
- weich
- locker
- mitteldicht
- Ton (T)
- Schluff (U)
- Sand (S)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Grobsand (gS)
- Torf (H)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Geschiebelehm (Gl)

Stationierungs-km		19,010	19,465	20,060	20,356	20,678	20,835	21,458
Homogen- bereich	1,8-2,5 m u. GOK	Sand						
	3,5-5,0 m u. GOK	Sand				Sand/ Geschiebe- lehm	Sand	
Gründungs- maßnahmen	1,8-2,5 m u. GOK	keine						
	3,5-5,0 m u. GOK	keine				ggf. Gründungspolster	keine	
Wasser- haltung	1,8-2,5 m u. GOK	geschlossene Wasserhaltung						
	3,5-5,0 m u. GOK	geschlossene Wasserhaltung						



**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 1, 2. Abschnitt	Anhang 1.3
Planbezeichnung:	Datum: Oktober 2022
Baugrundgeologisches Streckenband Blatt 4	Höhe 1:75, Länge 1:7.500
	Bearbeiter: Herr Rapp

---

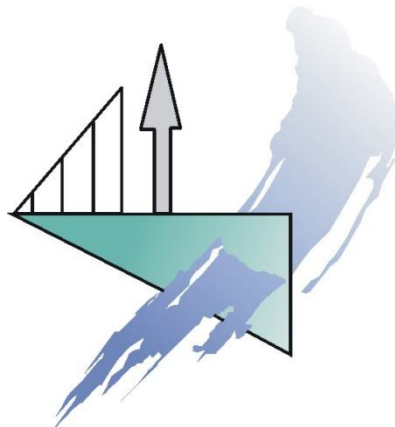
## Anhang 1

### Karten und Streckenbänder

---

#### Anhang 1.4

#### Hydrogeologisches Streckenband



Anhang 1.4 Hydrogeologisches Streckenband 2. Abschnitt

Position	28	29	30	31	32 - 33	34 - 37	38 - 45	46	47 - 54	55 - 57
Stationierungs-km (interpoliert)	10,280 - 10,500	10,500 - 10,800	10,800 – 11,200	11,200 - 11,500	11,500 - 12,000	12,000 - 13,600	13,600 – 17,150	17,150 – 17,600	17,600 – 20,500	10,500 – 22,410
	erfassten hydrogeologischen Verhältnisse									
Unterkante bindiger Deckschichten [m u. GOK]	>8,0	1,0	>5	0,7	>5,0	>5,0	>5,0	0,5	0 bis 0,3	0 bis 1,0
erbohrter Grundwasserstand [m u. GOK / m NHN]	Schichtenwasser 2,4 / -1,23	1,2 / -0,34	Schichtenwasser 1,3 / -0,28	0,8 / -0,21	Schichtenwasser 1,55 / -1,25	lokal Schichtenwasser 1,8 bis 2,0 / -0,2 bis 0,85	lokal Schichtenwasser 3,0 bis 3,95 / 1,41 bis 1,45	1,0 / 7,20	0,75 bis 2,7 / 8,95 bis 10,96	1,6 bis 2,1 / 11,76 bis 12,07
Grundwasserleiter im Tiefenbereich 1,8 - 2,5 m u. GOK	S	P	S	P	S			P		
Grundwasserleiter im Tiefenbereich 4 - 5 m u. GOK				P / S						
Ausbildung der Grund- wasser-oberfläche im Porengrundwasserleiter P ungespannt = 1, gespannt = 2	-	2	-	1	2			1		1 und 2
	Bemessungswasserstände									
Aus der Felderkundung und den hydrogeologischen Karten abgeleitete MNW und HW [m NHN]	MNW ≈ -0,3 / HW ≈ 1,0	MNW ≈ -0,3 / HW ≈ 1,0	MNW ≈ -0,3 / HW ≈ 1,0	MNW ≈ -0,2 / HW ≈ 1,0	MNW ≈ -0,2 / HW ≈ 1,0	MNW ≈ 0,5 bis 1,0 / HW ≈ 2,0 bis 2,5	MNW ≈ 2,0 bis 6,0 / HW ≈ 3,5 bis 7,5	MNW ≈ 7,0 / HW ≈ 8,0	MNW ≈ 8,7 bis 10,7 / HW ≈ 10,2 bis 12,2	MNW ≈ 11,5 bis 11,8 / HW ≈ 13,0 bis 13,3
	Bauwasserhaltungsmaßnahmen und k <sub>f</sub> -Werte									
Maßnahmen Leitungsbau bis -2,5 m u. GOK	OW	GW	OW	GW	bei Bedarf OW			GW		
Maßnahmen Düker / Pressung bis -5 m u. GOK				GW / OW						
k <sub>f</sub> -Wert bis -2,5 m u. GOK (Abschätzung aus Bohrprofilen und Kornverteilungen)	<1 x 10 <sup>-7</sup> m/s (Klei und Beckenschluff /- ton)	5 x 10 <sup>-5</sup> m/s	<1 x 10 <sup>-7</sup> m/s (Klei und Beckenschluff /- ton)	bis 4,5 m 4 x 10 <sup>-5</sup> m/s;	< 1 x 10 <sup>-7</sup> m/s (Beckenschluff /-ton)			4 x 10 <sup>-5</sup> m/s (Beckensande)	7 x 10 <sup>-5</sup> m/s	9 x 10 <sup>-5</sup> m/s
k <sub>f</sub> -Wert -2,5 bis -5 m u. GOK (Abschätzung aus Schichtenverzeichnissen und Kornverteilungen)		~3 x 10 <sup>-5</sup> m/s		>4,5 m <1 x 10 <sup>-7</sup> m/s					5 x 10 <sup>-5</sup> m/s	5 x 10 <sup>-5</sup> m/s

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

---

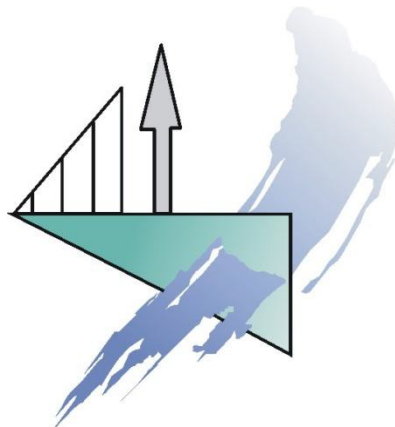
## **Anhang 2**

### **Ergebnisse der Feldarbeiten**

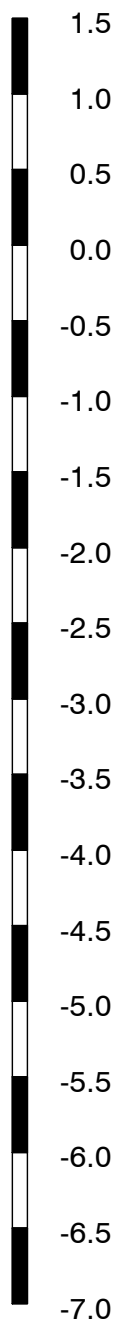
---

#### **Anhang 2.1**

#### **Bohrprofile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023**

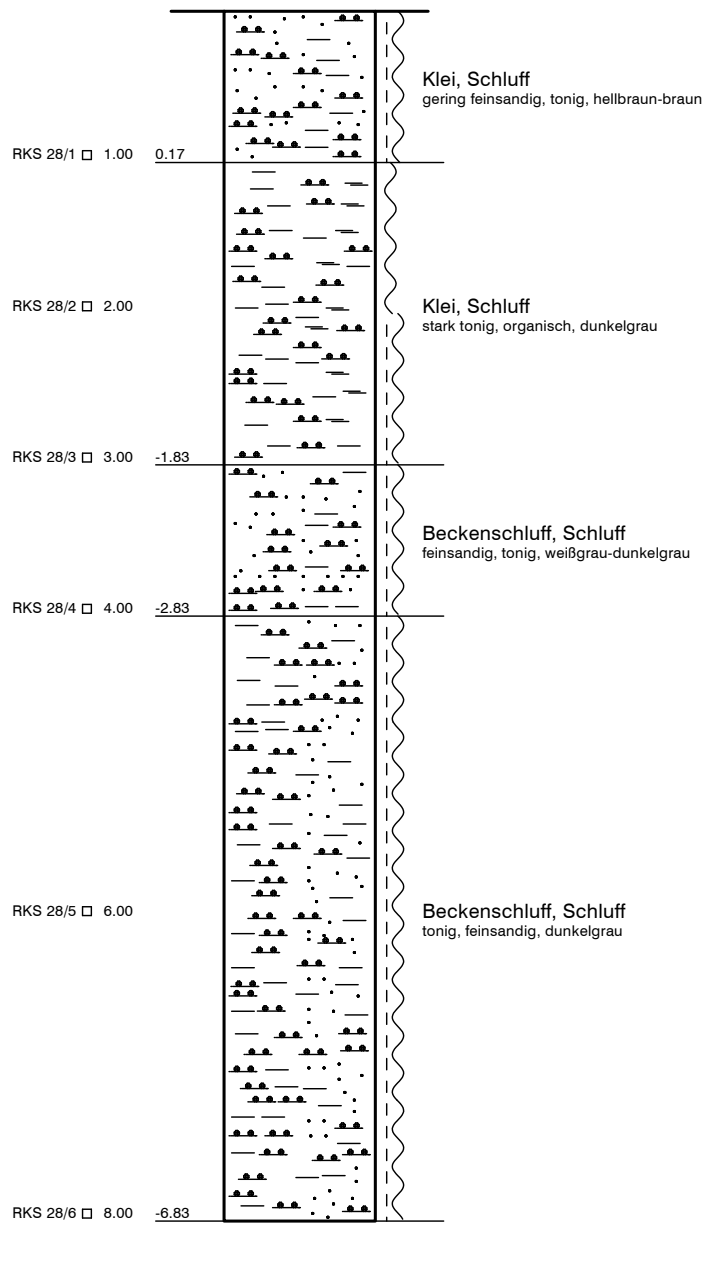


m NHN



## RKS 28

1,17 m NHN



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

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung  
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der  
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 23.06.2022

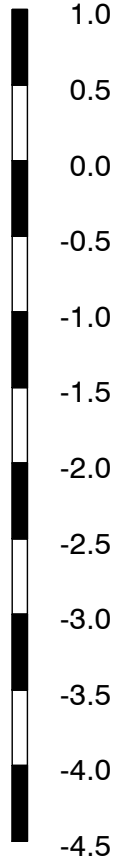
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

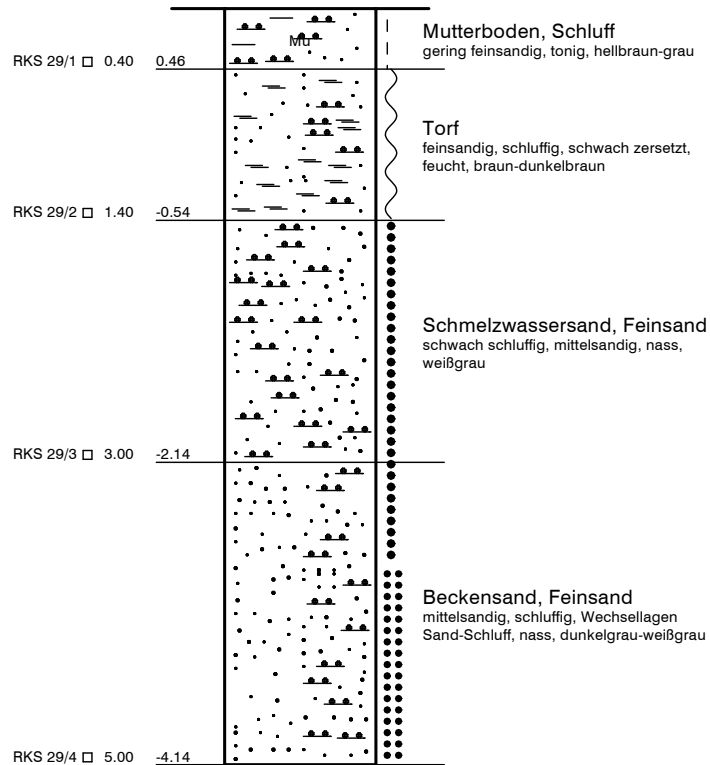
# RKS 29

0,86 m NHN

m NHN

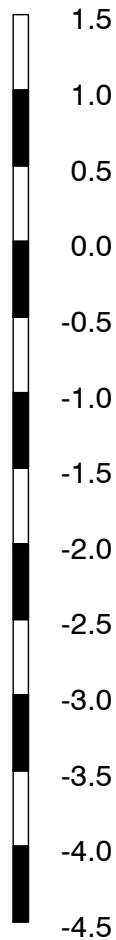


-0.34  
(23.06.22)



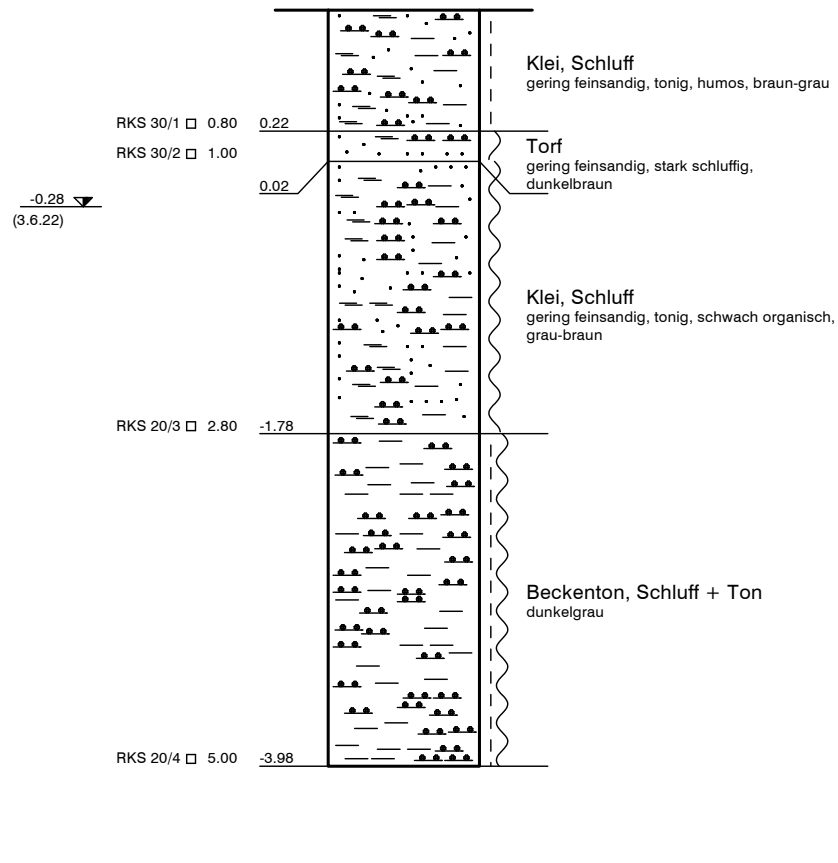


m NHN

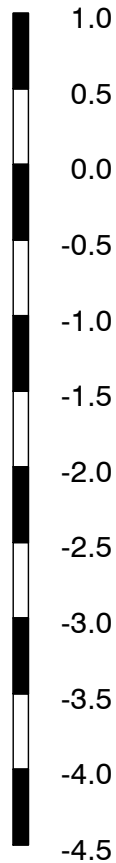


# RKS 30

1,02 m NHN

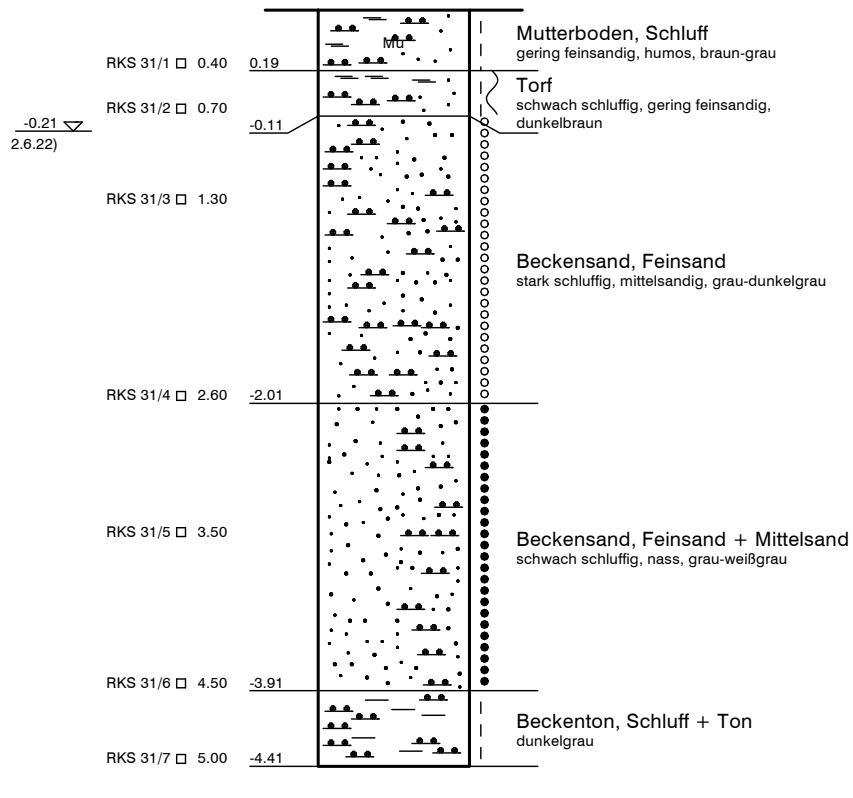


m NHN



# RKS 31

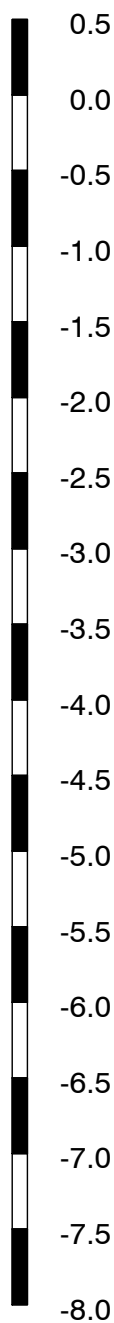
0,59 m NHN



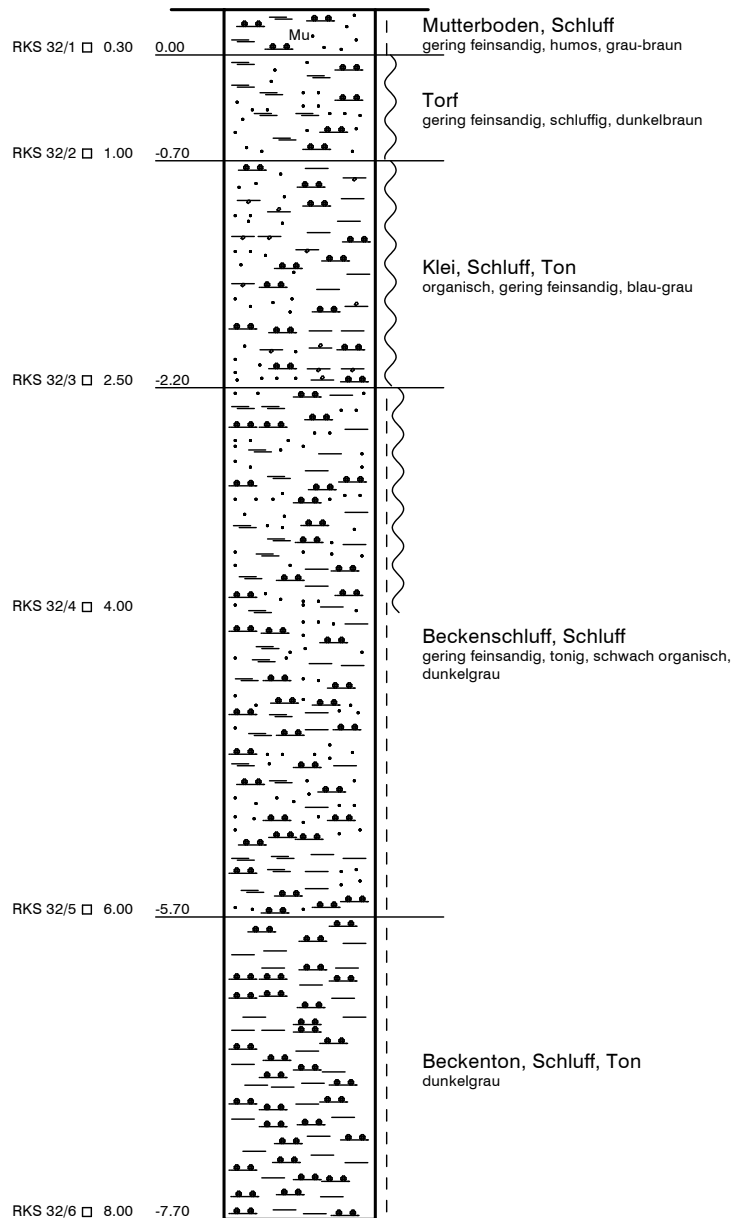
# RKS 32

0,30 m NHN

m NHN



-1.25  
(3.6.22)



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

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung  
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der  
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 03.06.2022

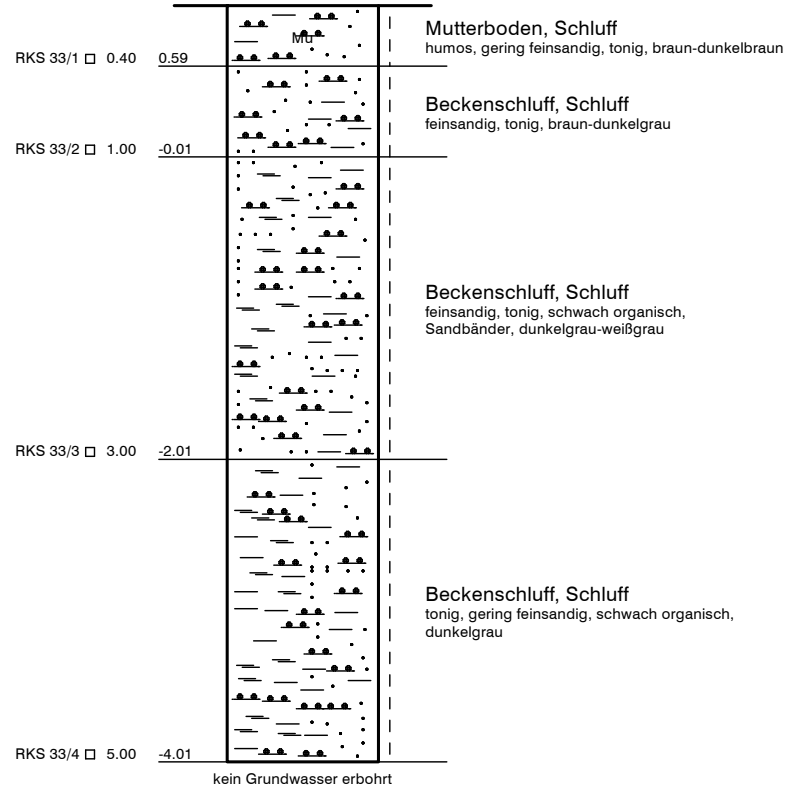
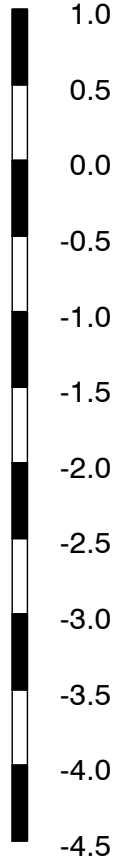
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# RKS 33

0,99 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: 03.06.2022

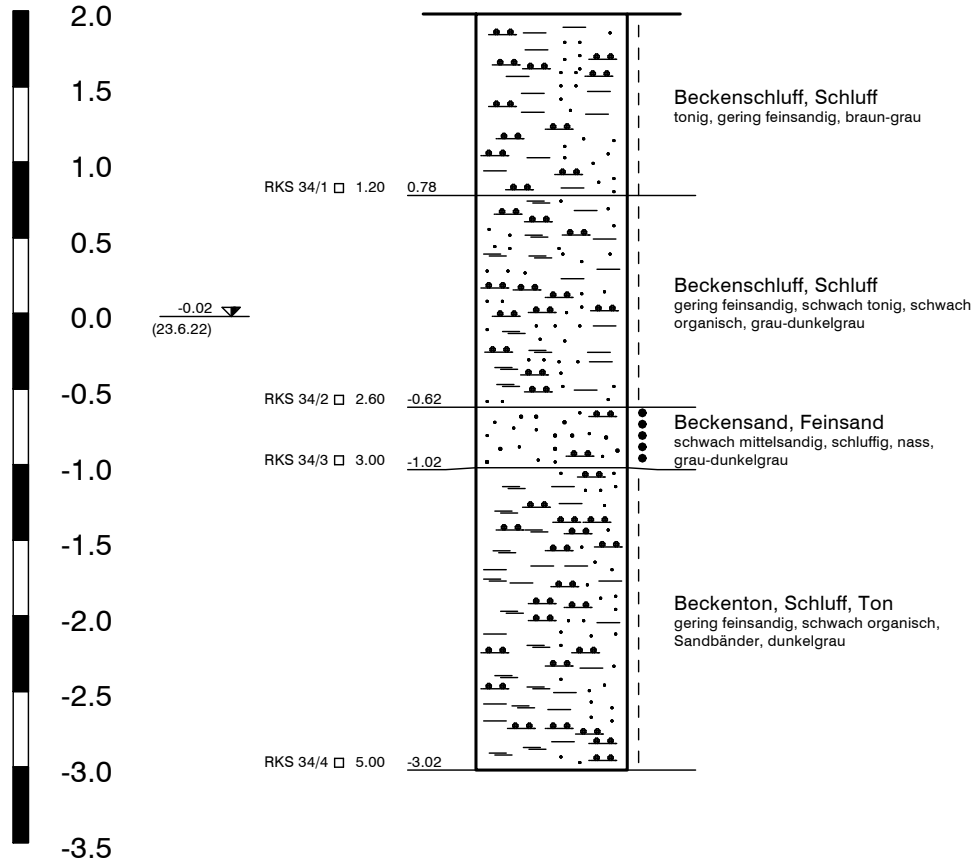
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# RKS 34

1,98 m NHN

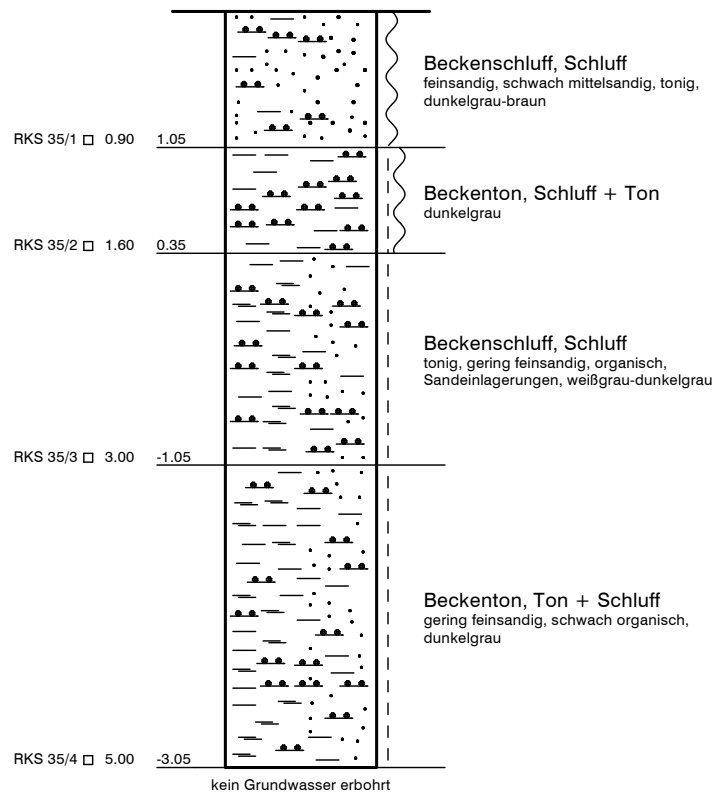
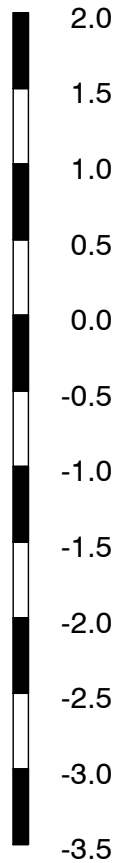
m NHN



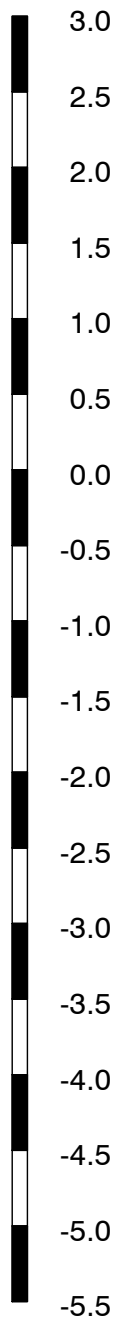
# RKS 35

1,95 m NHN

m NHN

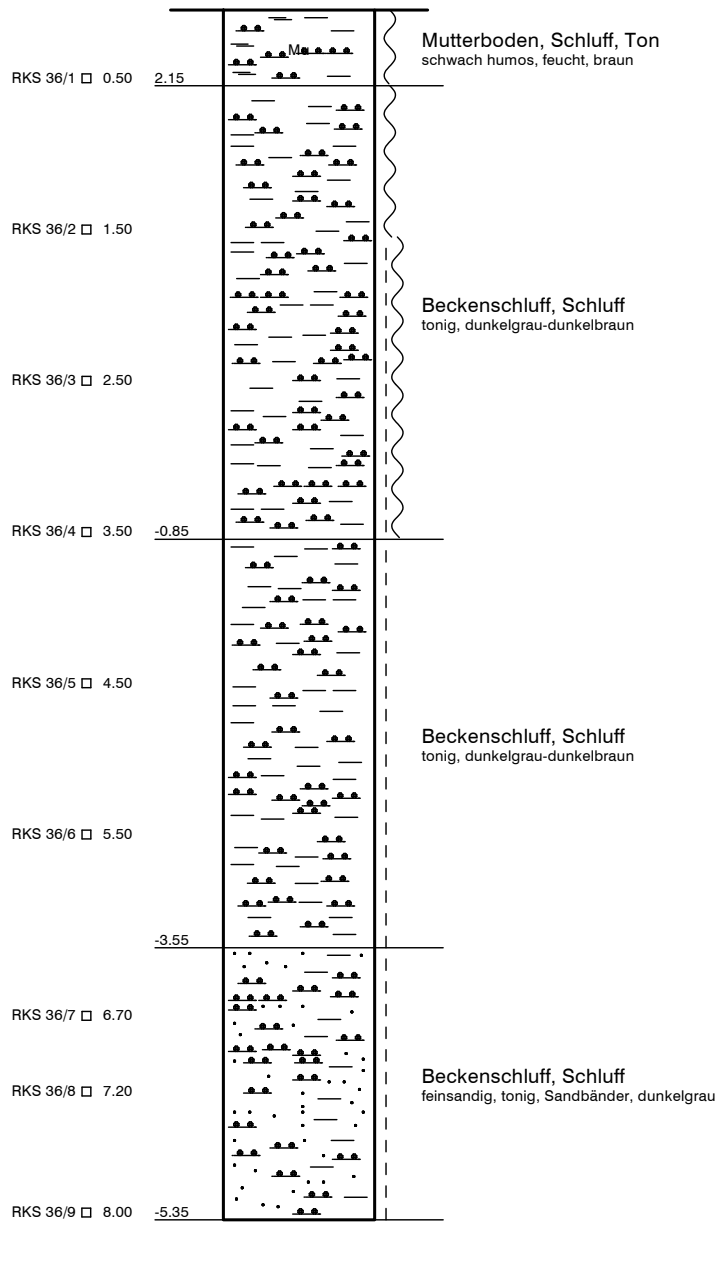


m NHN



# RKS 36

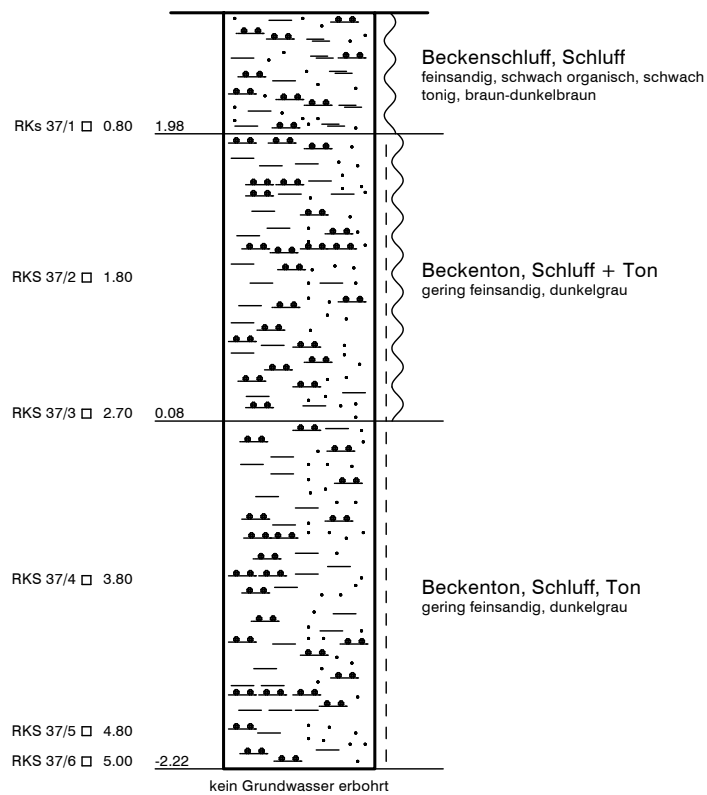
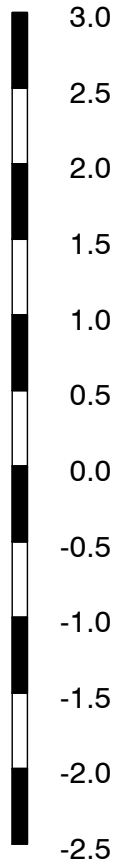
2,65 m NHN



# RKS 37

2,78 m NHN

m NHN

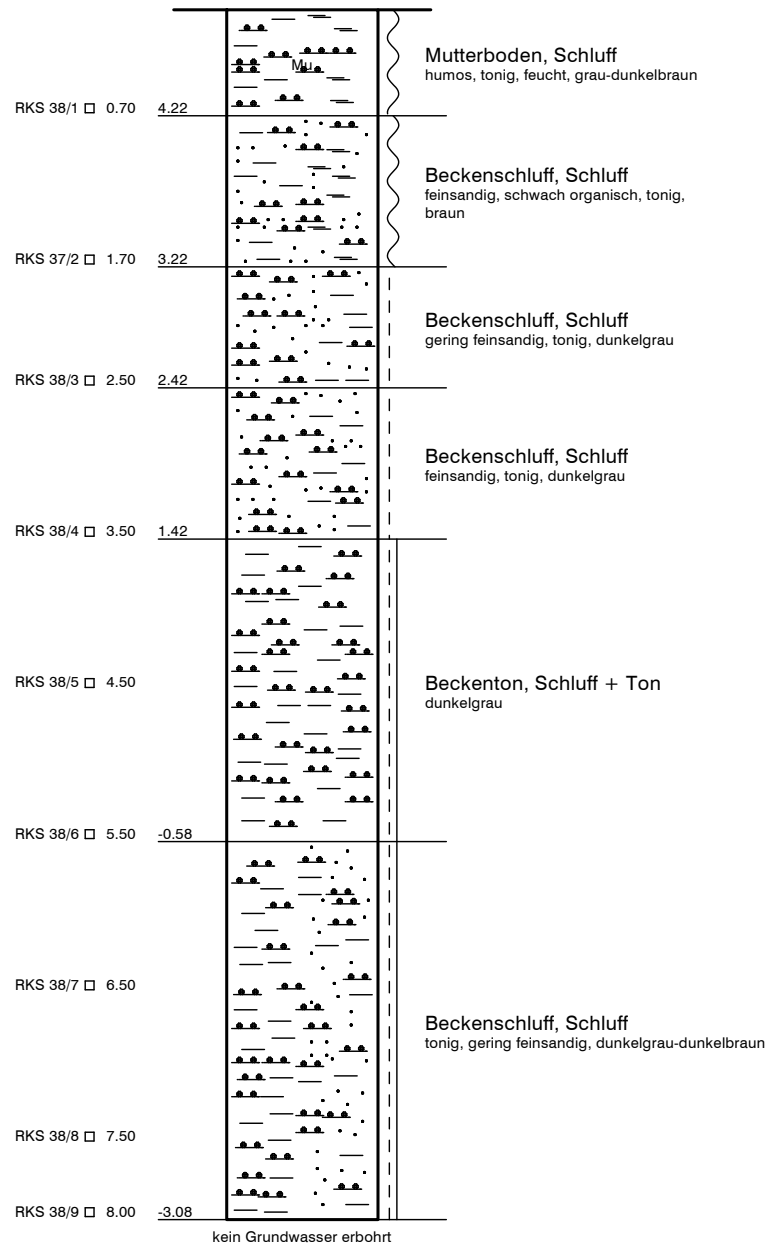
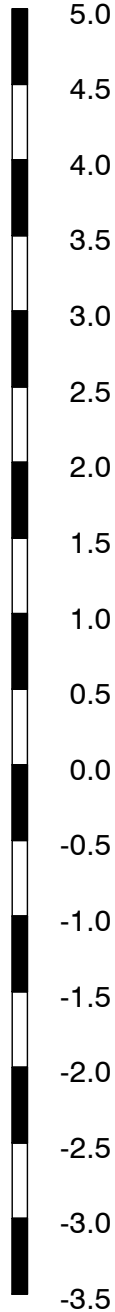




# RKS 38

4,92 m NHN

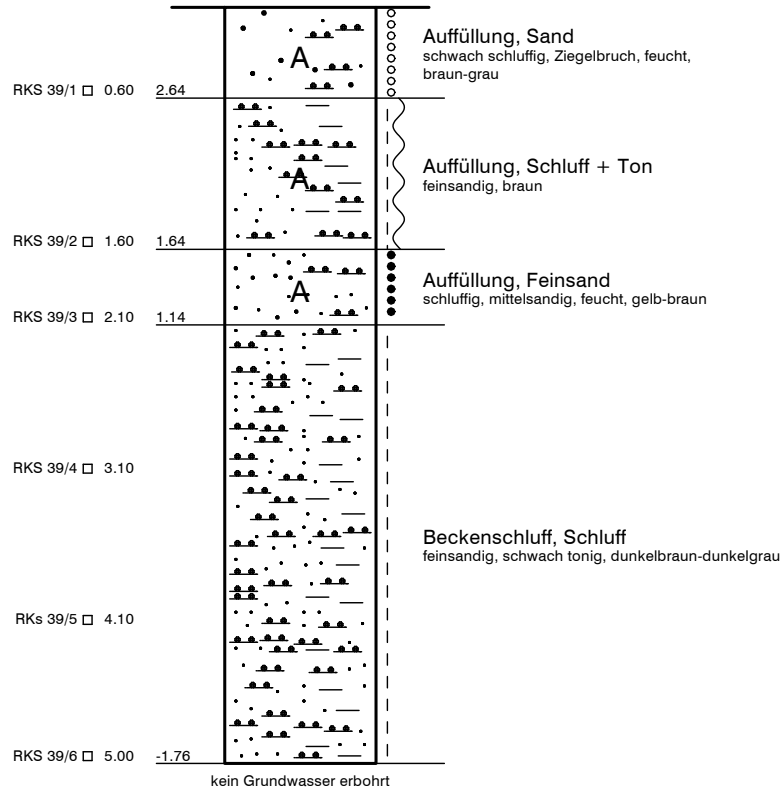
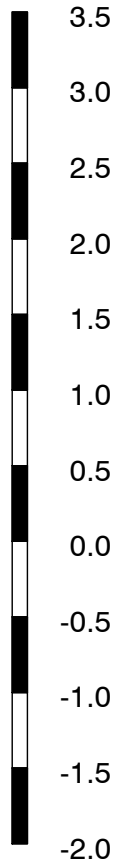
m NHN



# RKS 39

3,24 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

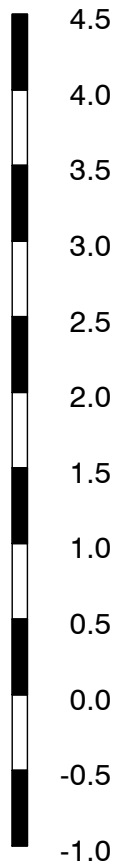
Anhang-Nr.: 2

Datum: 16.06.2022

Maßstab: 1: 50

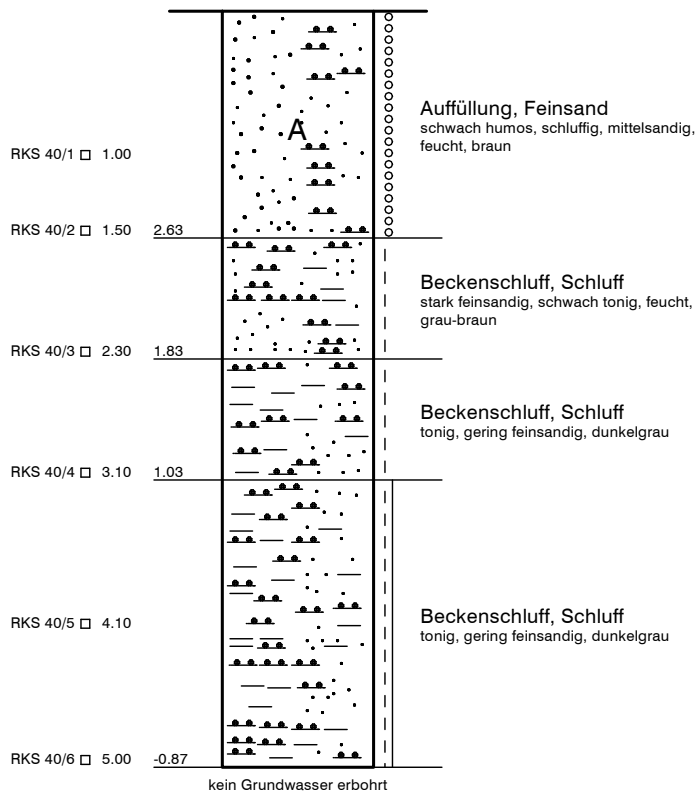
Bearbeiter: Herr Rapp

m NHN



# RKS 40

4,13 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: 16.06.2022

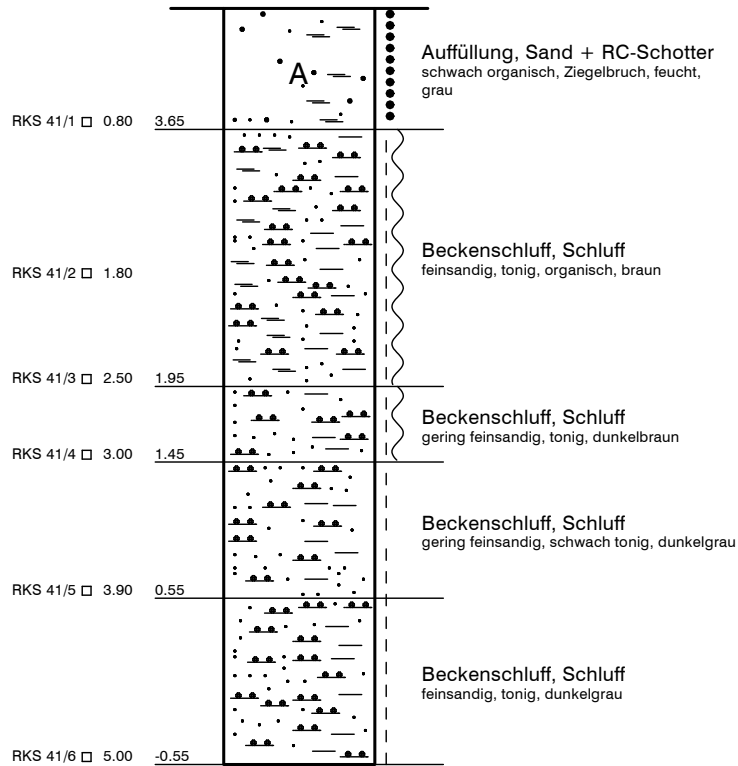
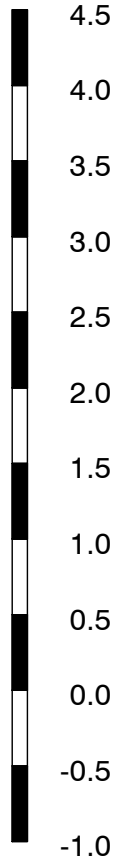
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# RKS 41

4,45 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: 16.06.2022

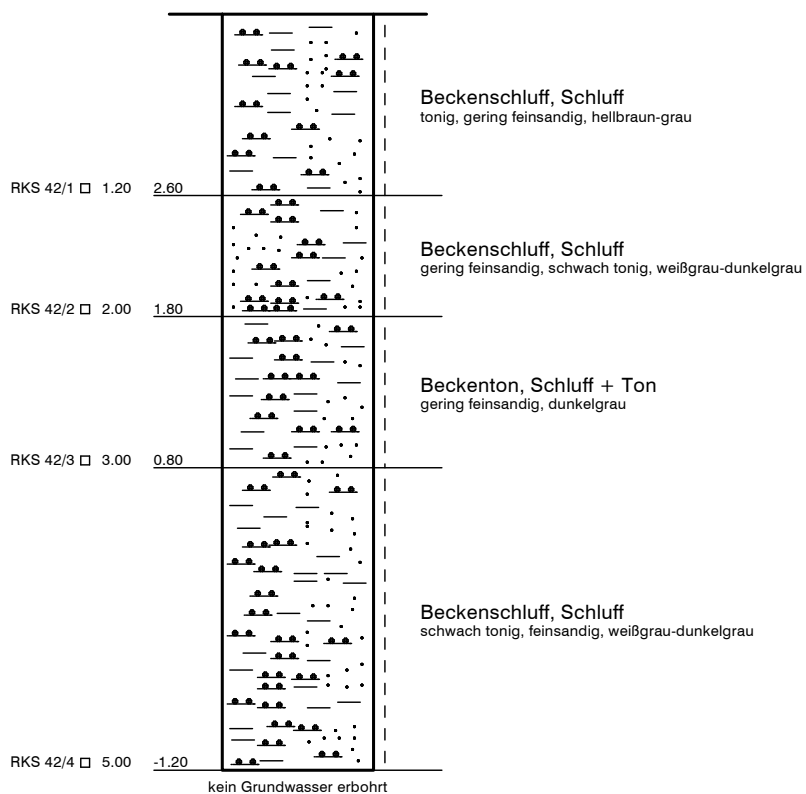
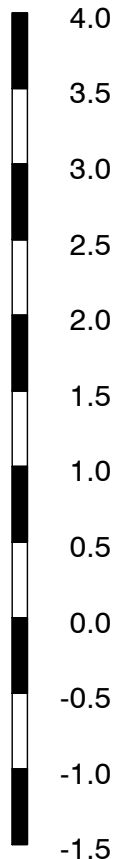
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# RKS 42

3,80 m NHN

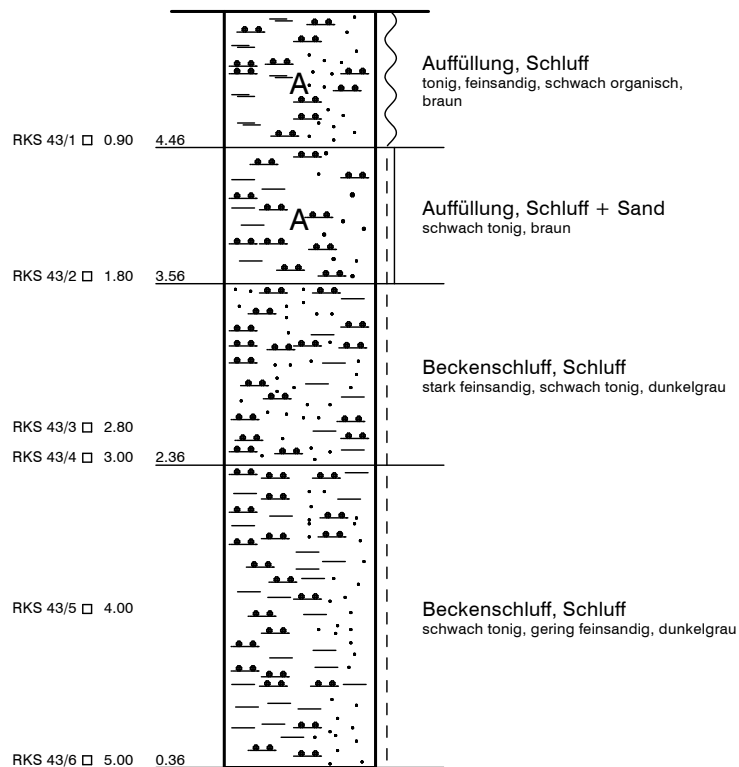
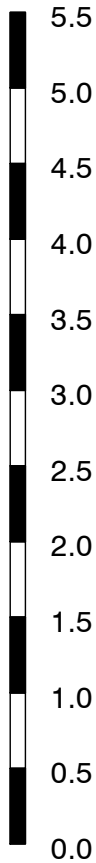
m NHN



# RKS 43

5,36 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: 17.06.2022

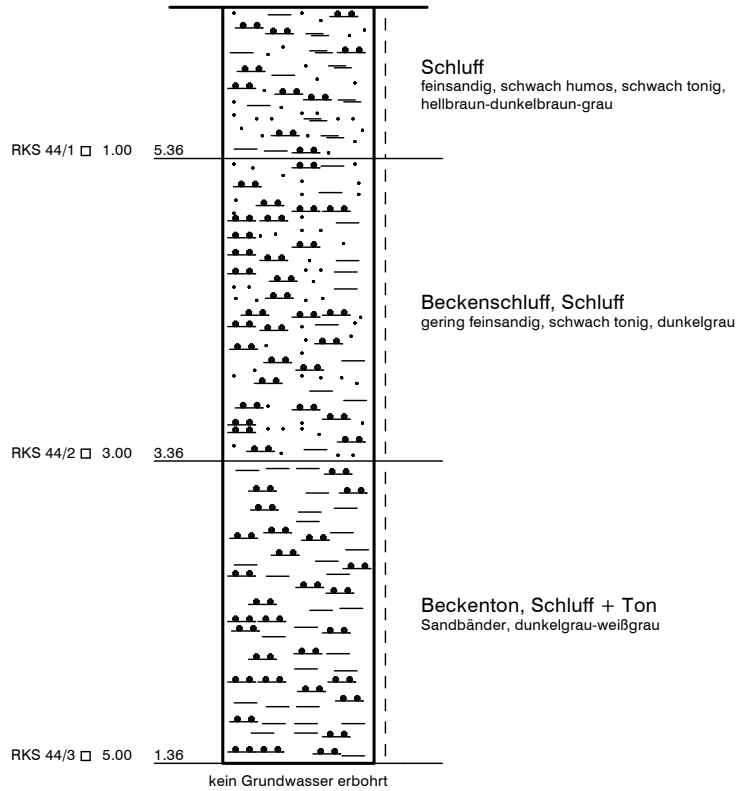
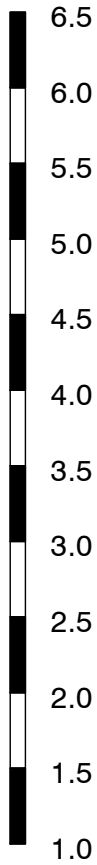
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# RKS 44

6,36 m NHN

m NHN



kein Grundwasser erbohrt



**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

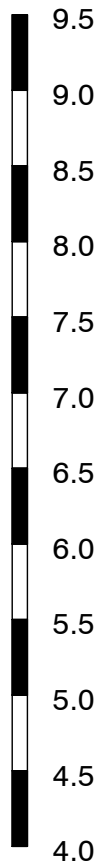
Anhang-Nr.: 2

Datum: 01.06.2022

Maßstab: 1: 50

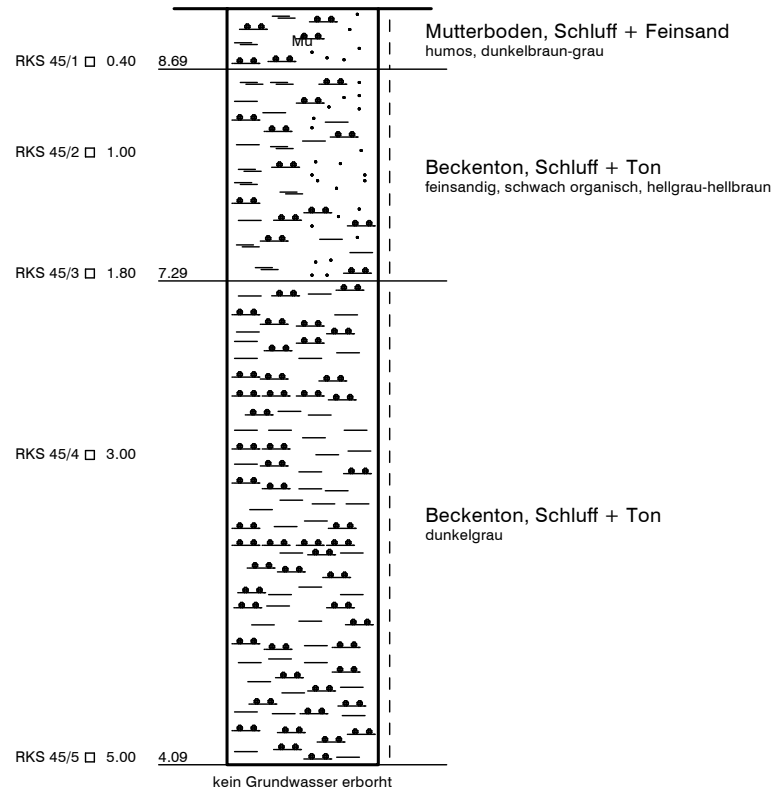
Bearbeiter: Herr Rapp

m NHN



## RKS 45

9,09 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung  
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der  
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

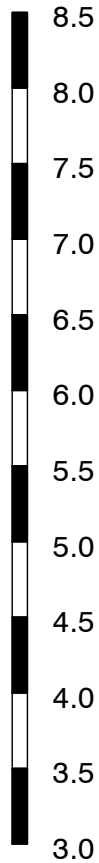
Datum: 01.06.2022

Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

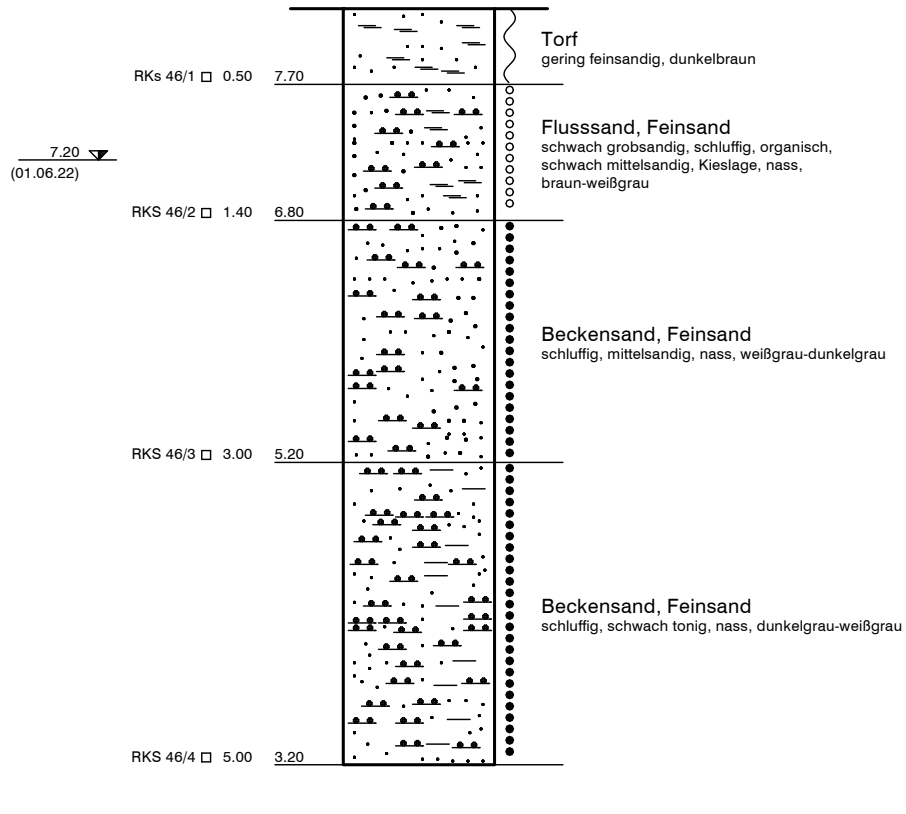


m NHN



## RKS 46

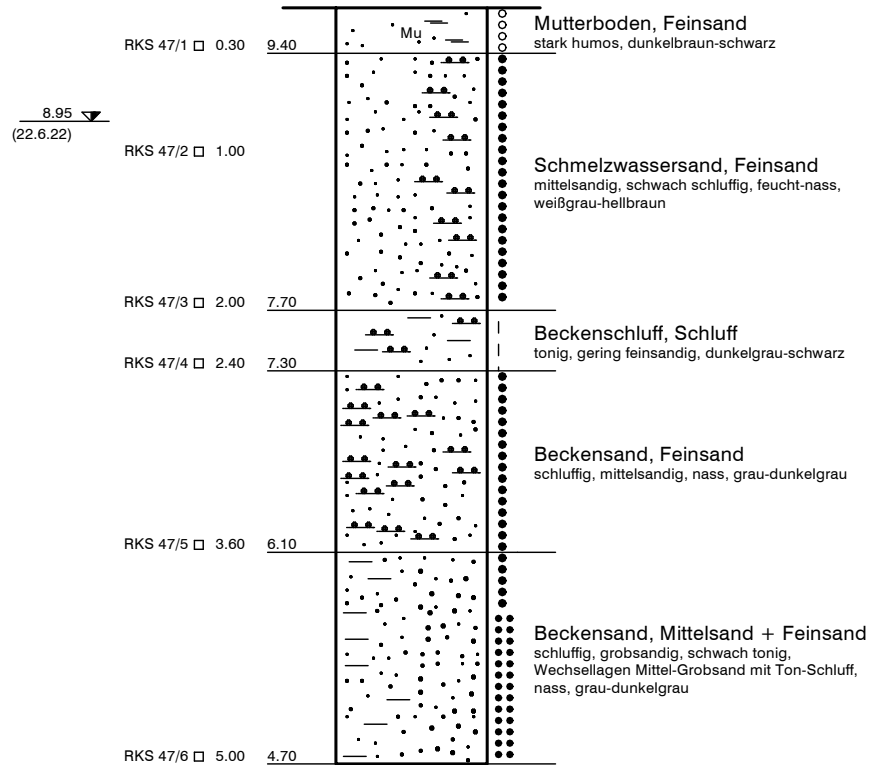
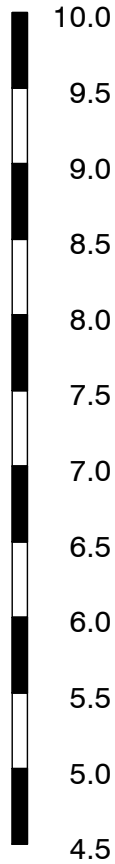
8,20 m NHN



# RKS 47

9,70 m NHN

m NHN



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

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung  
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der  
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 22.06.2022

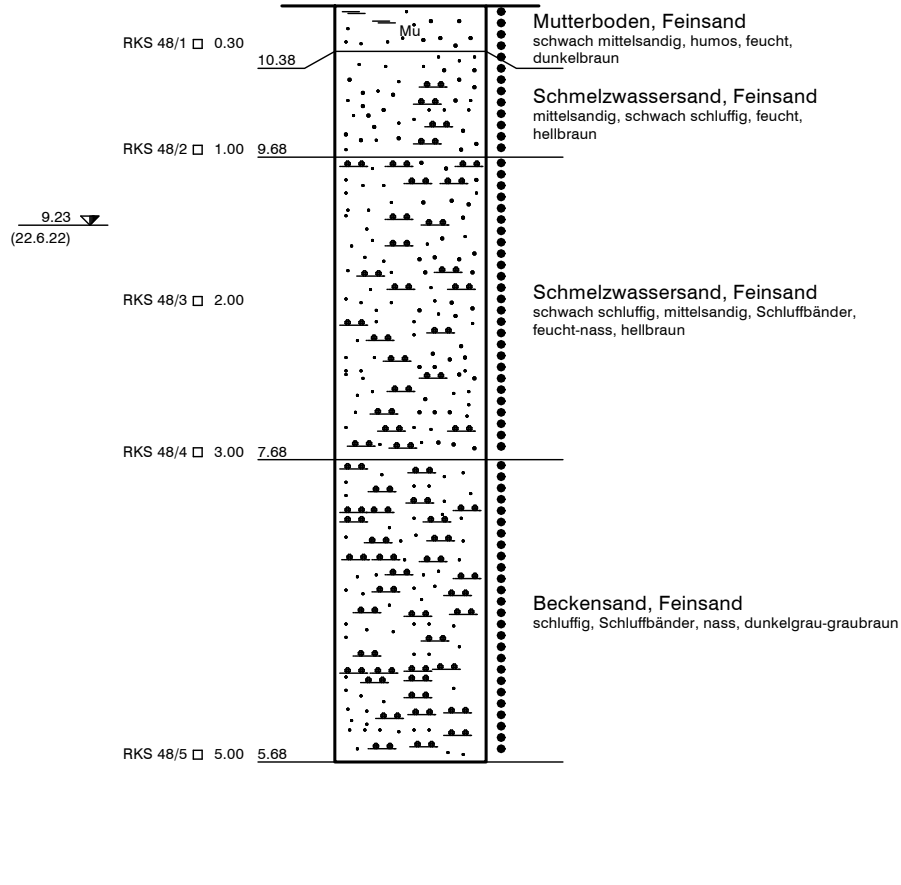
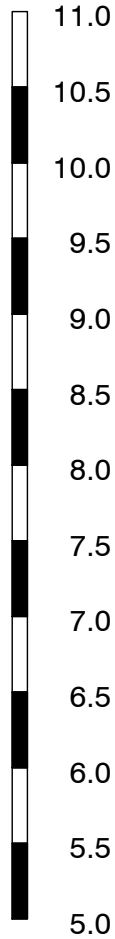
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

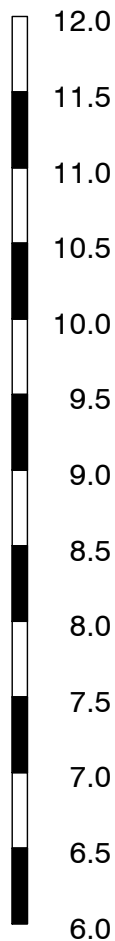
# RKS 48

10,68 m NHN

m NHN

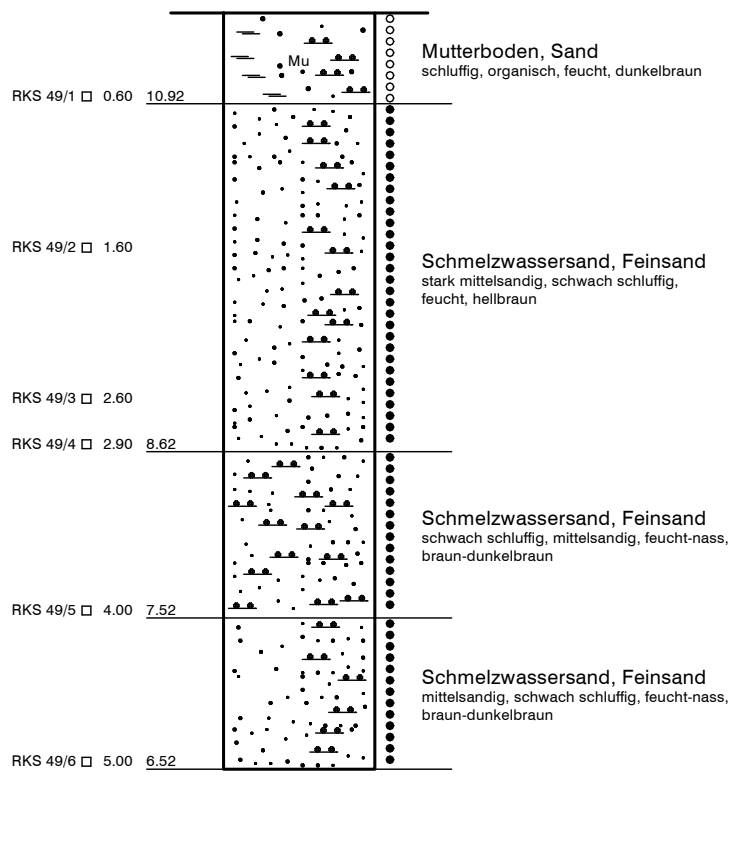


m NHN

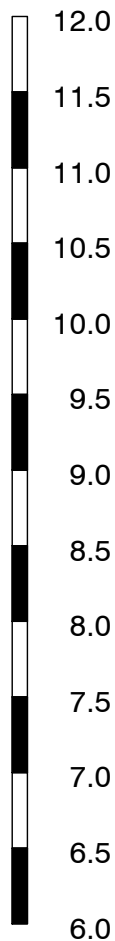


# RKS 49

11,52 m NHN

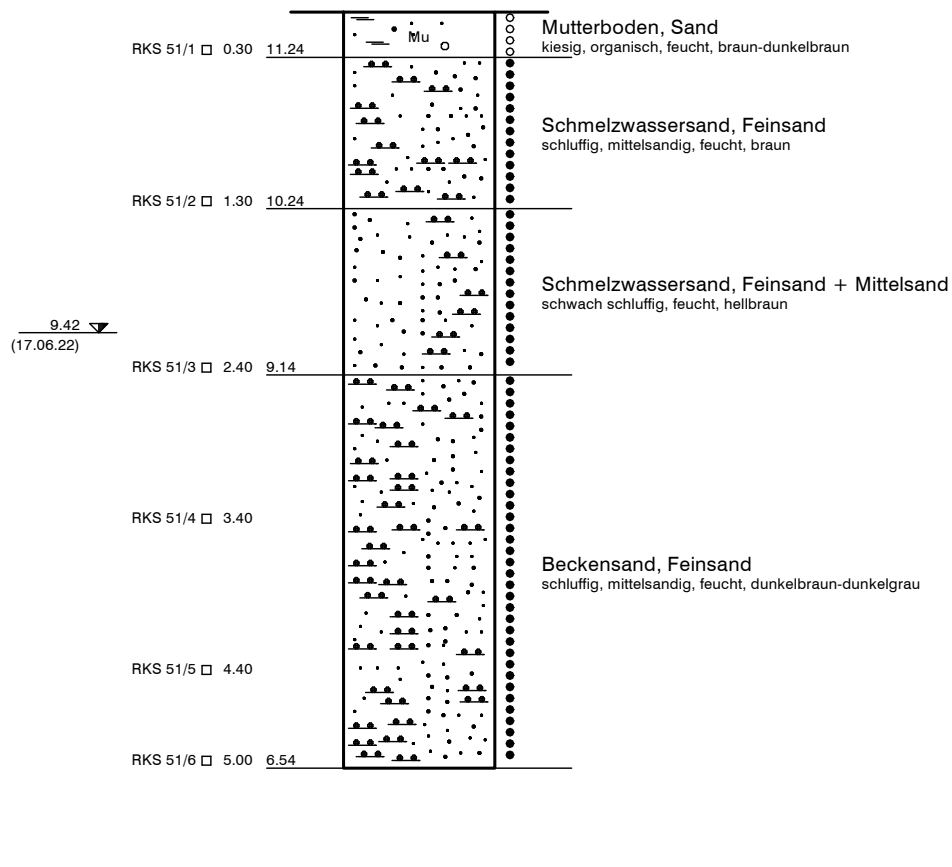


m NHN



## RKS 51

11,54 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung  
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven - Leer

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der  
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 17.06.2022

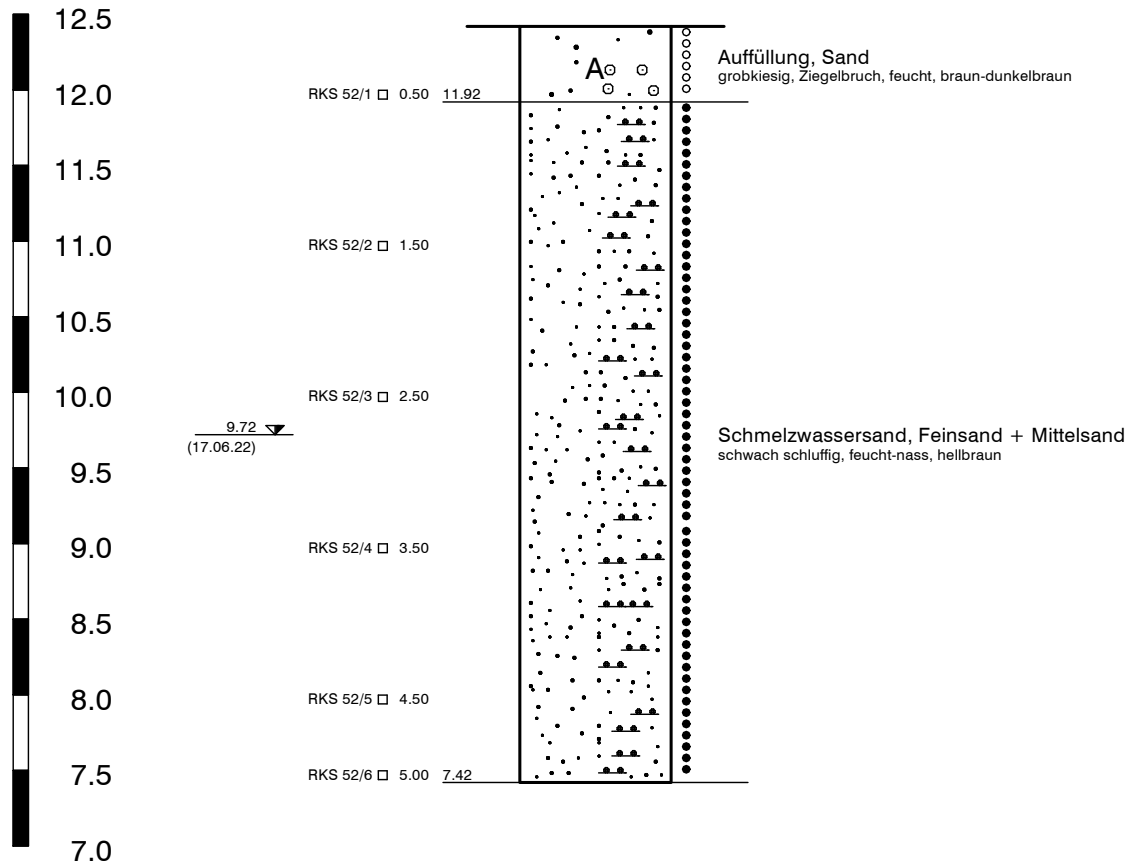
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# RKS 52

12,42 m NHN

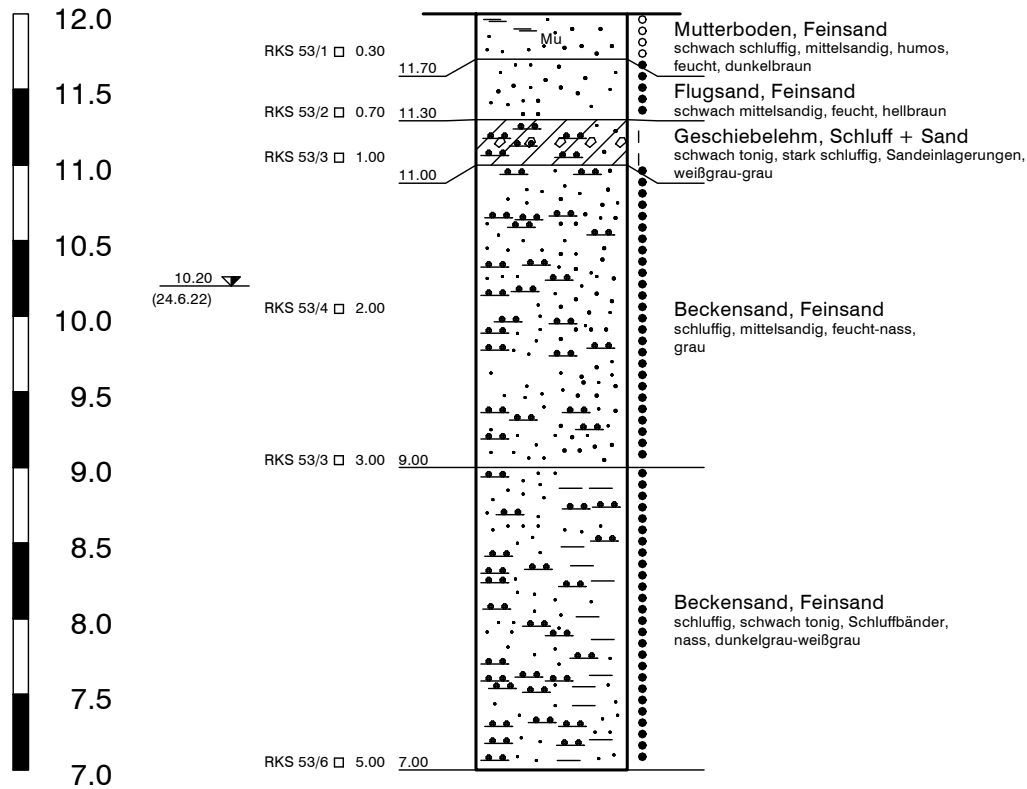
m NHN



# RKS 53

12,00 m NHN

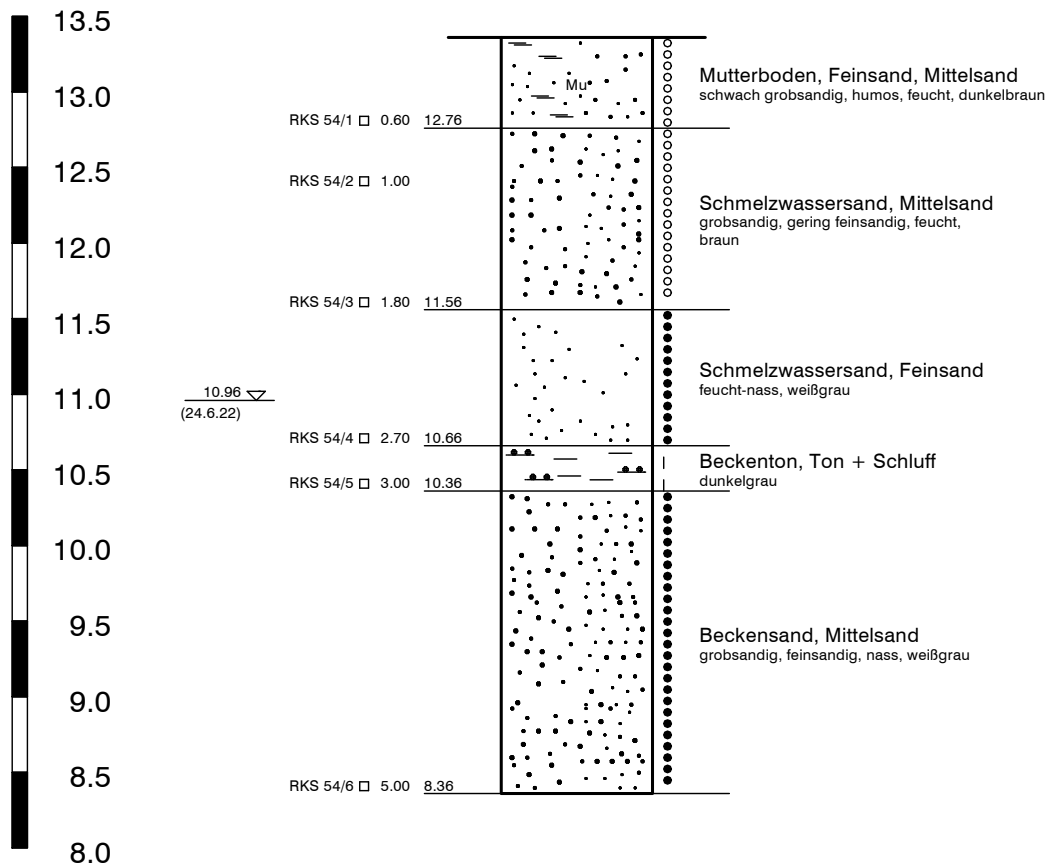
m NHN



# RKS 54

13,36 m NHN

m NHN

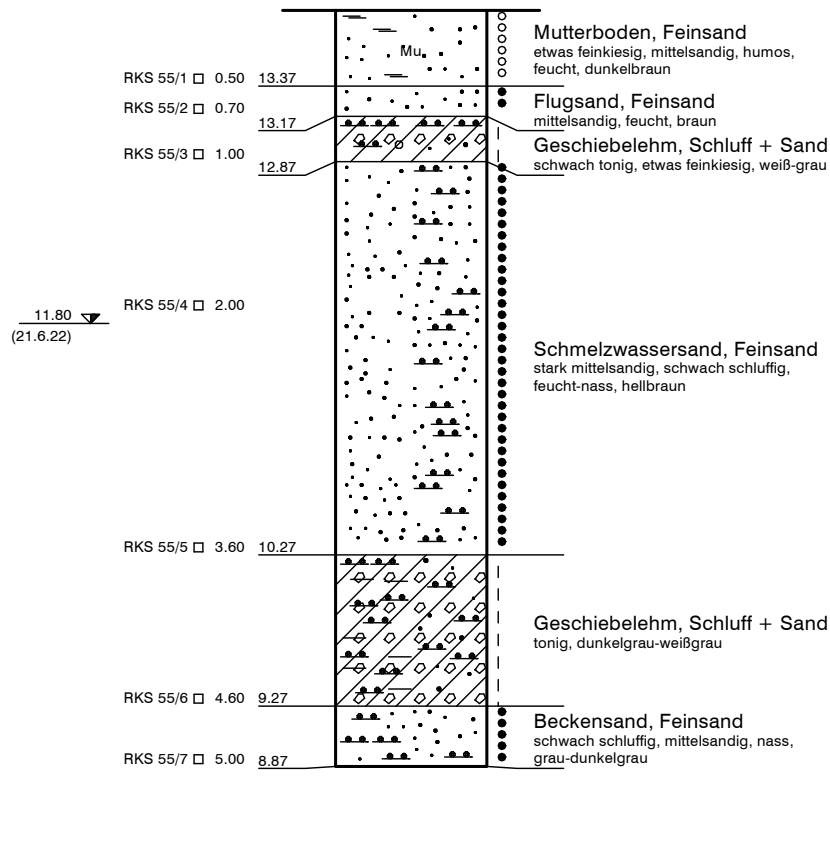
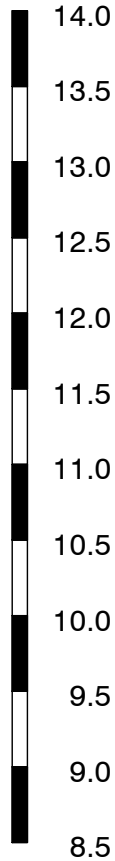




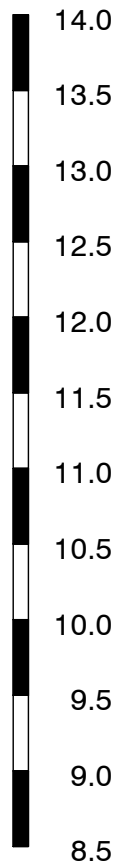
# RKS 55

13,87 m NHN

m NHN

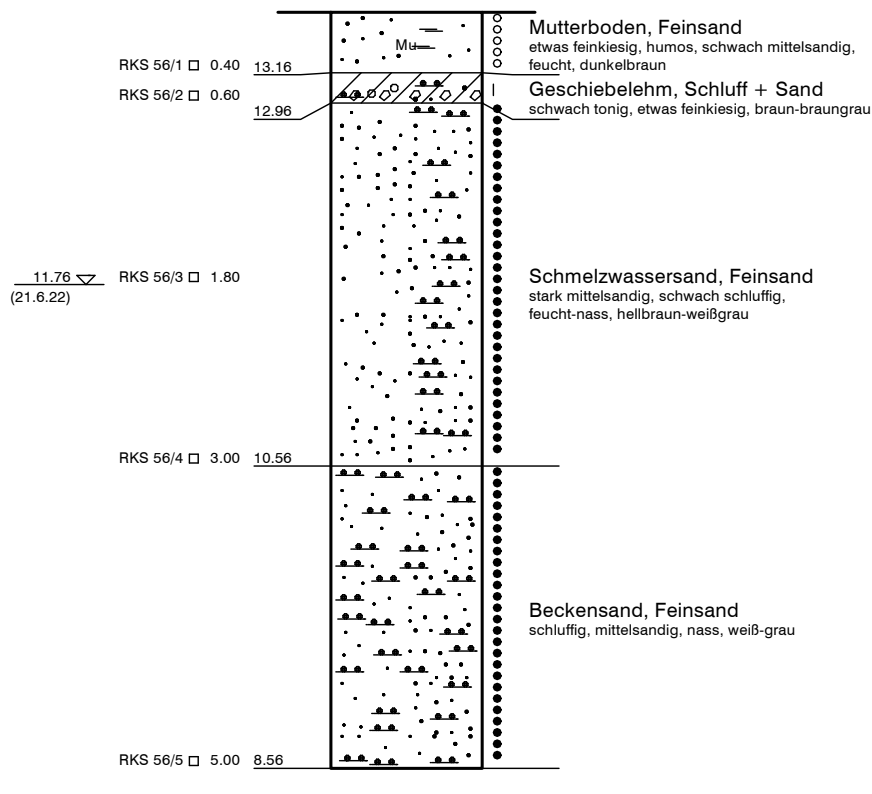


m NHN

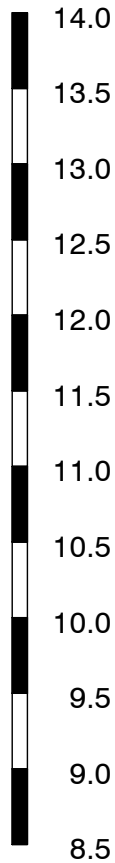


# RKS 56

13,56 m NHN

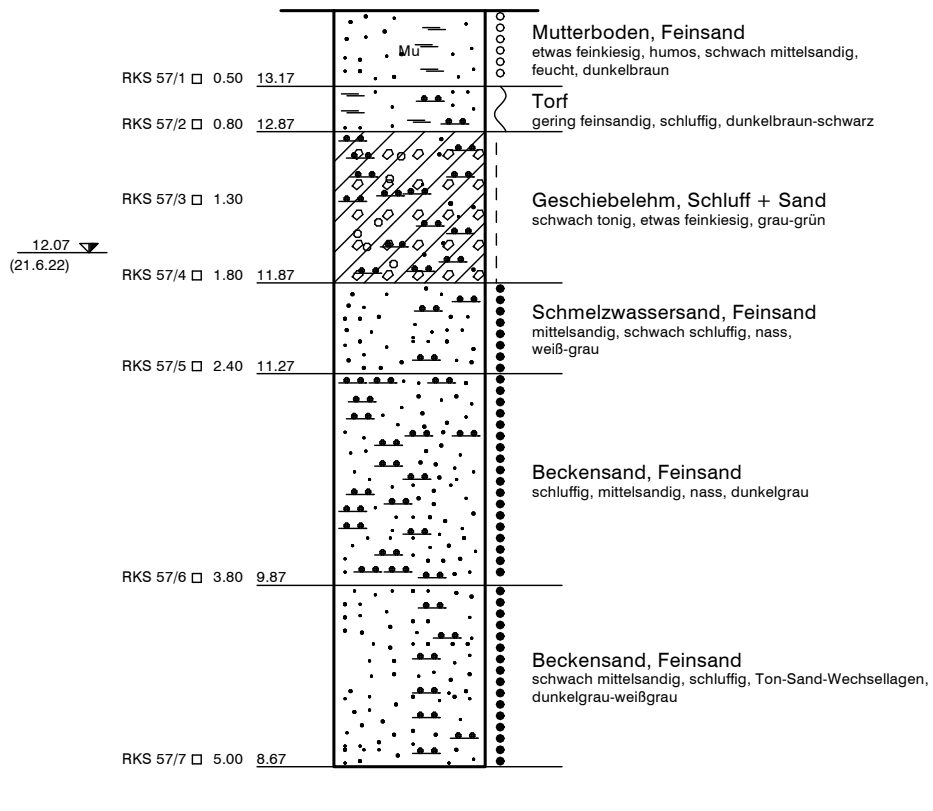


m NHN



## RKS 57

13,67 m NHN



---

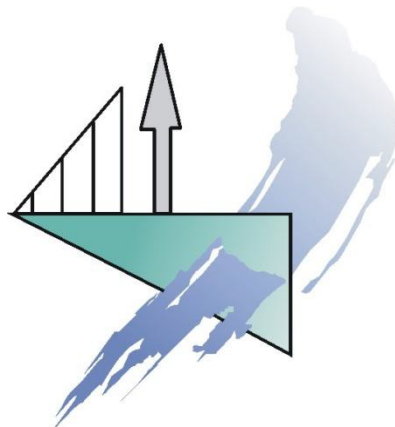
## **Anhang 2**

### **Ergebnisse der Feldarbeiten**

---

#### **Anhang 2.2**

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

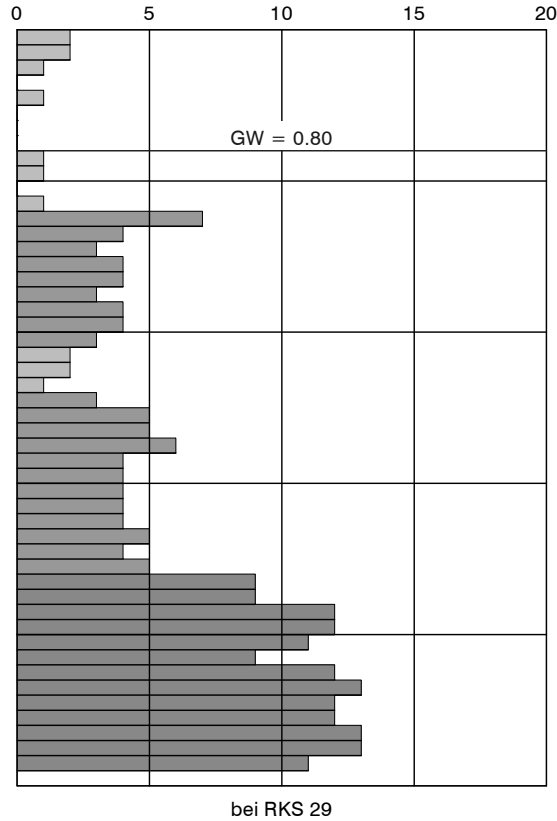


# DPH 29

0,86 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

m NHN

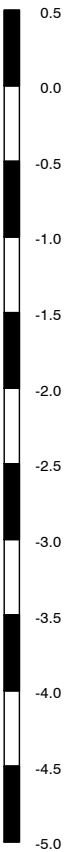


Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	2
0.20	2
0.30	1
0.40	0
0.50	1
0.60	0
0.70	0
0.80	0
0.90	1
1.00	1
1.10	0
1.20	1
1.30	7
1.40	4
1.50	3
1.60	4
1.70	4
1.80	3
1.90	4
2.00	4
2.10	3
2.20	2
2.30	2
2.40	1
2.50	3
2.60	5
2.70	5
2.80	6
2.90	4
3.00	4
3.10	4
3.20	4
3.30	4
3.40	5
3.50	4
3.60	5
3.70	9
3.80	9
3.90	12
4.00	12
4.10	11
4.20	9
4.30	12
4.40	13
4.50	12
4.60	12
4.70	13
4.80	13
4.90	11

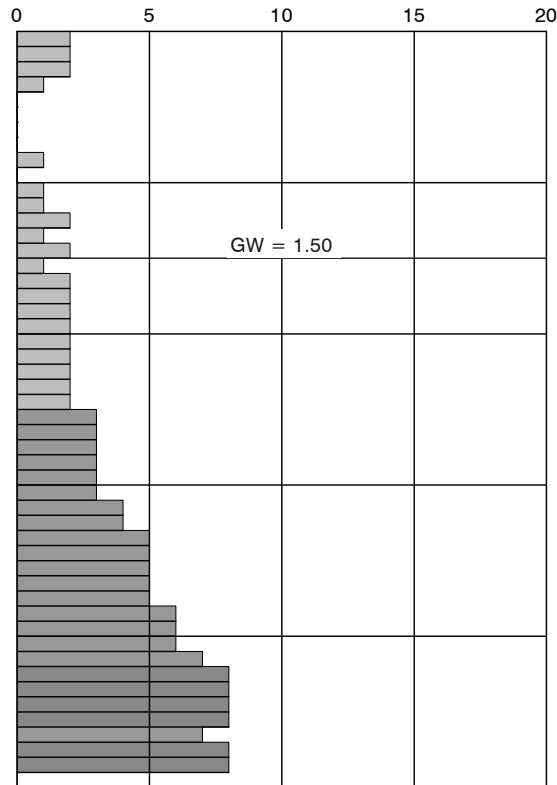
# DPH 32

## 0,30 m NHN

m NHN



Schlagzahlen je 10 cm



GW = 1.50

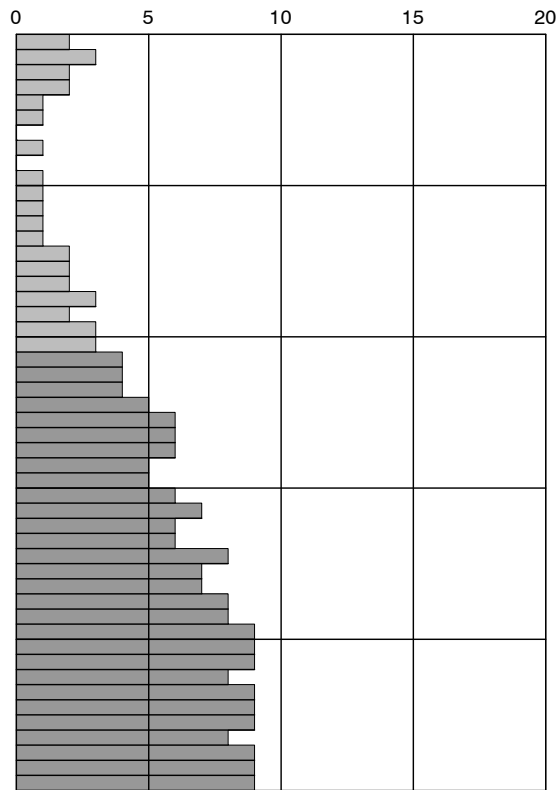
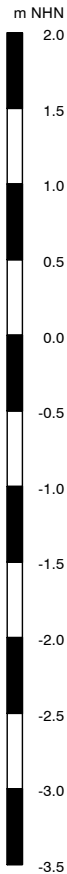
bei RKS 32

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

# DPH 35

1,95 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



bei RKS 35

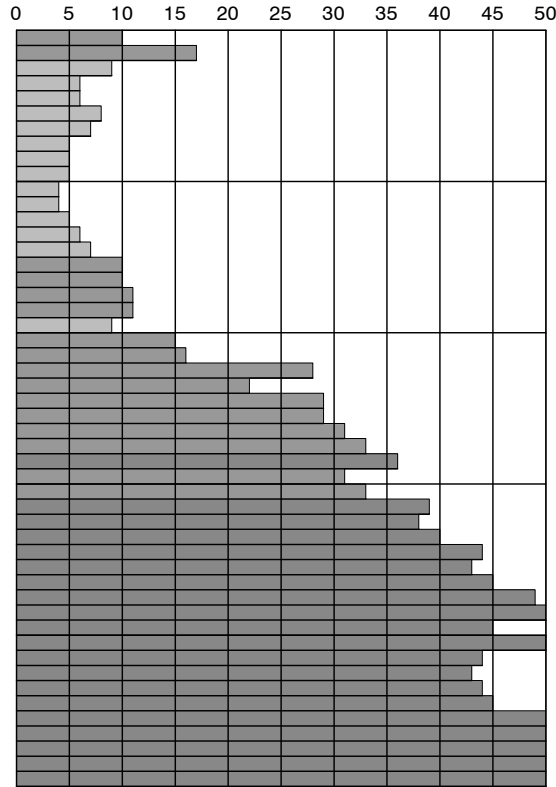
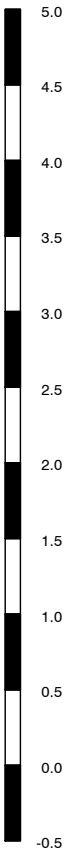
Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	2
0.20	3
0.30	2
0.40	2
0.50	1
0.60	1
0.70	0
0.80	1
0.90	0
1.00	1
1.10	1
1.20	1
1.30	1
1.40	1
1.50	2
1.60	2
1.70	2
1.80	3
1.90	2
2.00	3
2.10	3
2.20	4
2.30	4
2.40	4
2.50	5
2.60	6
2.70	6
2.80	6
2.90	5
3.00	5
3.10	6
3.20	7
3.30	6
3.40	6
3.50	8
3.60	7
3.70	7
3.80	8
3.90	8
4.00	9
4.10	9
4.20	9
4.30	8
4.40	9
4.50	9
4.60	9
4.70	8
4.80	9
4.90	9
5.00	9

# DPL 38

4,92 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

m NHN



bei RKS 38

Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	10
0.20	17
0.30	9
0.40	6
0.50	6
0.60	8
0.70	7
0.80	5
0.90	5
1.00	5
1.10	4
1.20	4
1.30	5
1.40	6
1.50	7
1.60	10
1.70	10
1.80	11
1.90	11
2.00	9
2.10	15
2.20	16
2.30	28
2.40	22
2.50	29
2.60	29
2.70	31
2.80	33
2.90	36
3.00	31
3.10	33
3.20	39
3.30	38
3.40	40
3.50	44
3.60	43
3.70	45
3.80	49
3.90	53
4.00	45
4.10	50
4.20	44
4.30	43
4.40	44
4.50	45
4.60	51
4.70	53
4.80	53
4.90	56
5.00	54

53

51  
53  
53  
56  
54



# DPL 41

## 10,21 m NHN

m NHN

10.5

10.0

9.5

9.0

8.5

8.0

7.5

7.0

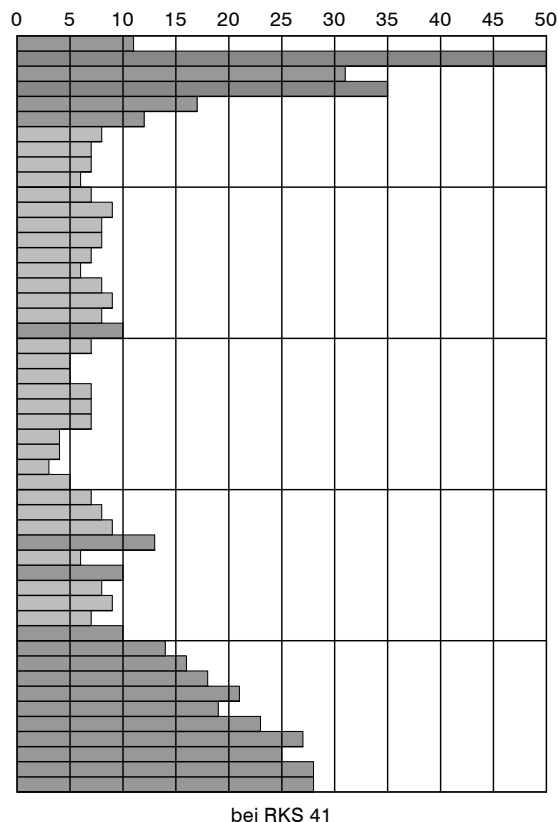
6.5

6.0

5.5

5.0

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	11
0.20	50
0.30	31
0.40	35
0.50	17
0.60	12
0.70	8
0.80	7
0.90	7
1.00	6
1.10	7
1.20	9
1.30	8
1.40	8
1.50	7
1.60	6
1.70	8
1.80	9
1.90	8
2.00	10
2.10	7
2.20	5
2.30	5
2.40	7
2.50	7
2.60	7
2.70	4
2.80	4
2.90	3
3.00	5
3.10	7
3.20	8
3.30	9
3.40	13
3.50	6
3.60	10
3.70	8
3.80	9
3.90	7
4.00	10
4.10	14
4.20	16
4.30	18
4.40	21
4.50	19
4.60	23
4.70	27
4.80	25
4.90	28
5.00	28

# DPH 47

9,70 m NHN

m NHN

10.0

9.5

9.0

8.5

8.0

7.5

7.0

6.5

6.0

5.5

5.0

4.5

Schlagzahlen je 10 cm

0 5 10 15 20

GW = 0.75

bei RKS 47

Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	2
0.20	0
0.30	1
0.40	1
0.50	2
0.60	2
0.70	3
0.80	6
0.90	7
1.00	6
1.10	6
1.20	6
1.30	5
1.40	5
1.50	6
1.60	6
1.70	7
1.80	8
1.90	8
2.00	6
2.10	5
2.20	3
2.30	3
2.40	3
2.50	9
2.60	9
2.70	7
2.80	6
2.90	8
3.00	8
3.10	7
3.20	8
3.30	7
3.40	8
3.50	8
3.60	7
3.70	8
3.80	6
3.90	8
4.00	10
4.10	8
4.20	12
4.30	13
4.40	13
4.50	14
4.60	14
4.70	14
4.80	13
4.90	13



Bauvorhaben:  
Orientierende Baugrunderkundung  
Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

Planbezeichnung:  
Graphische Darstellung der schweren  
Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2

Projekt-Nr.: 06-5765

Anhang-Nr.: 2

Datum: 23.06.2022

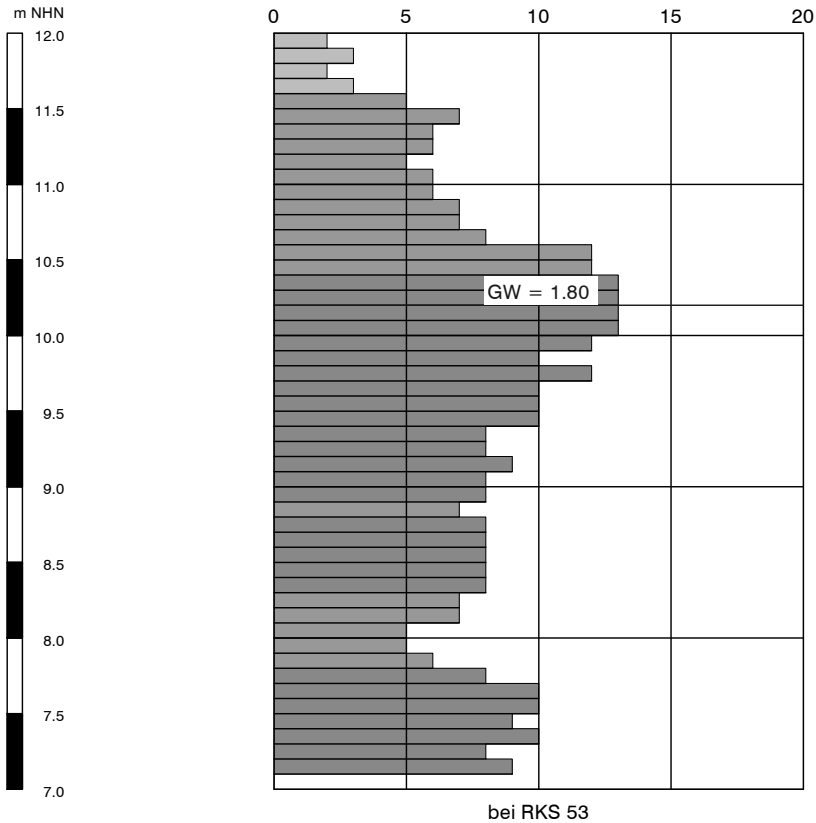
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Herr Rapp

# DPH 53

## 12,00 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	2
0.20	3
0.30	2
0.40	3
0.50	5
0.60	7
0.70	6
0.80	6
0.90	5
1.00	6
1.10	6
1.20	7
1.30	7
1.40	8
1.50	12
1.60	12
1.70	13
1.80	13
1.90	13
2.00	13
2.10	12
2.20	10
2.30	12
2.40	10
2.50	10
2.60	10
2.70	8
2.80	8
2.90	9
3.00	8
3.10	8
3.20	7
3.30	8
3.40	8
3.50	8
3.60	8
3.70	8
3.80	7
3.90	7
4.00	5
4.10	5
4.20	6
4.30	8
4.40	10
4.50	10
4.60	9
4.70	10
4.80	8
4.90	9

# DPH 56

13,56 m NHN

m NHN

14.0

13.5

13.0

12.5

12.0

11.5

11.0

10.5

10.0

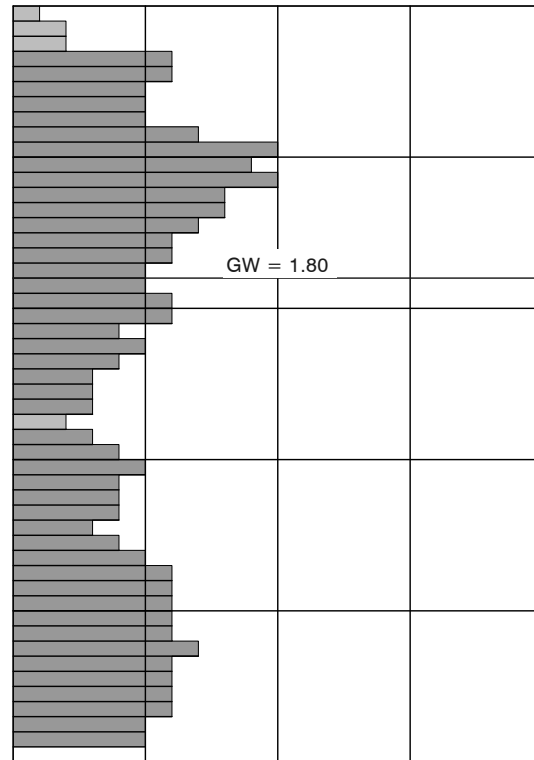
9.5

9.0

8.5

Schlagzahlen je 10 cm

0 5 10 15 20



bei RKS 56

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

---

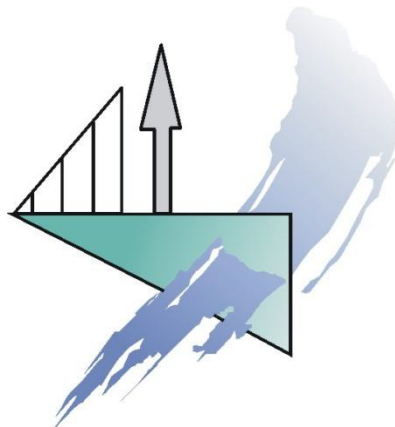
## **Anhang 2**

### **Ergebnisse der Feldarbeiten**

---

#### **Anhang 2.3**

#### **Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstellen**

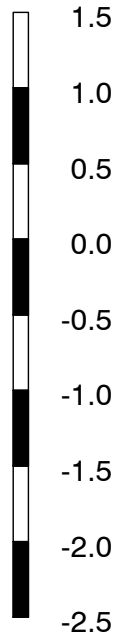


# RP 28

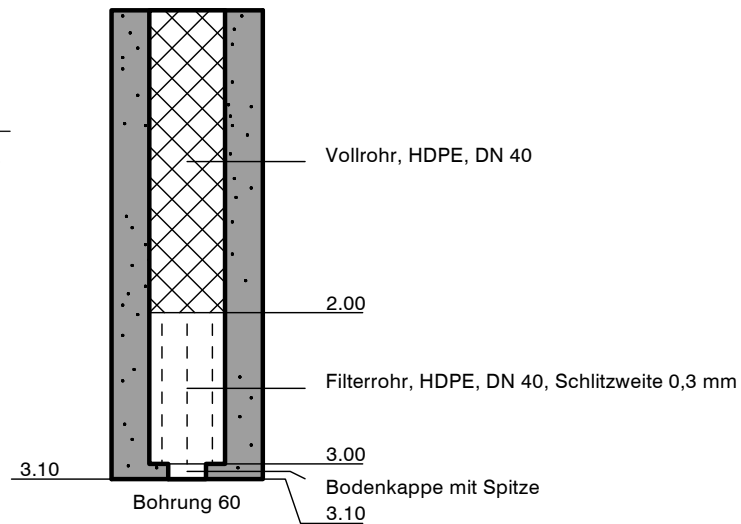
1,17 m NHN (POK)

1,17 m NHN (GOK)

m NHN



0,37 m NHN (23.6.22)

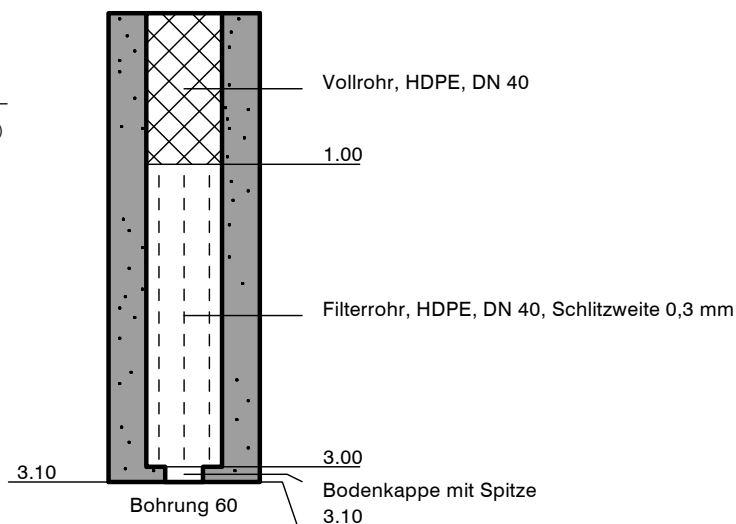
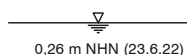
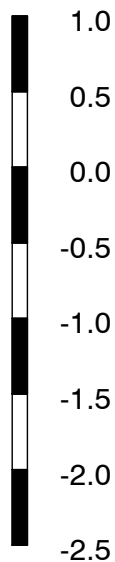


# RP 29

0,86 m NHN (POK)

0,86 m NHN (GOK)

m NHN

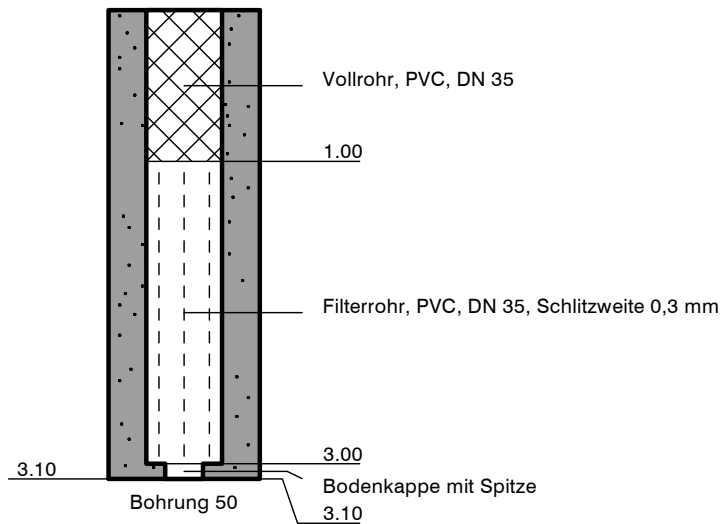
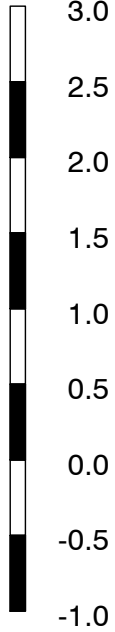


# RP 36

2,65 m NHN (POK)

2,65 m NHN (GOK)

m NHN



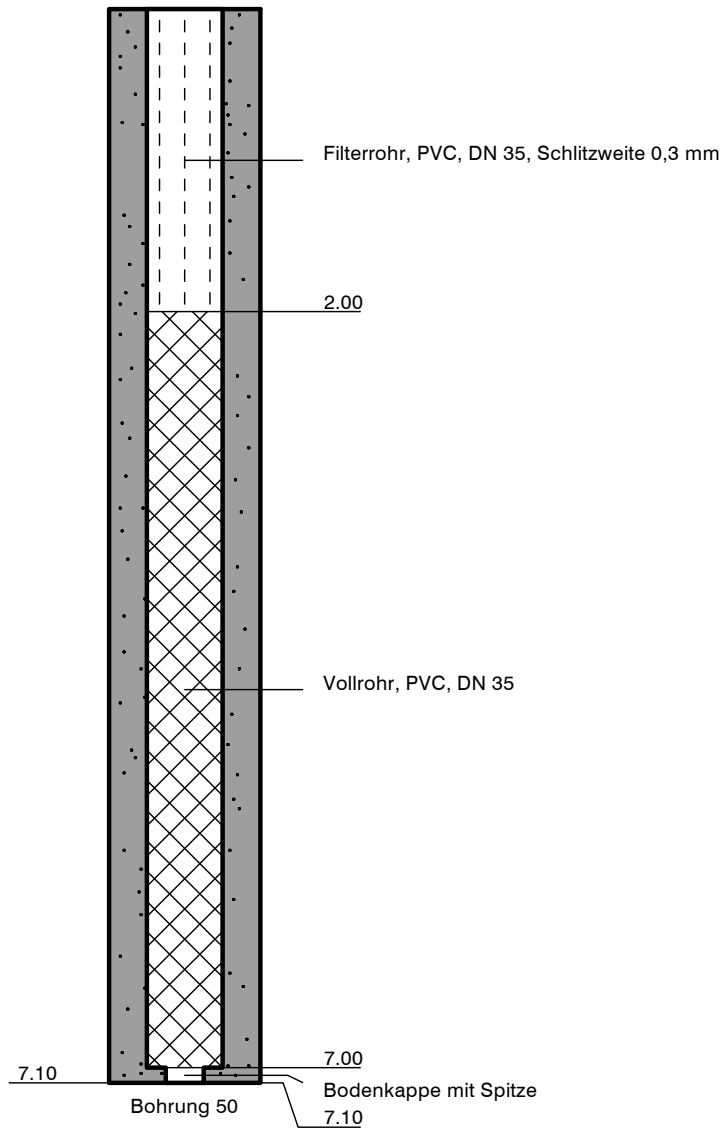
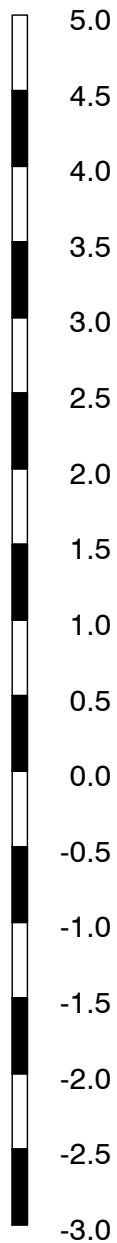


# RP 38

4,92 m NHN (POK)

4,92 m NHN (GOK)

m NHN

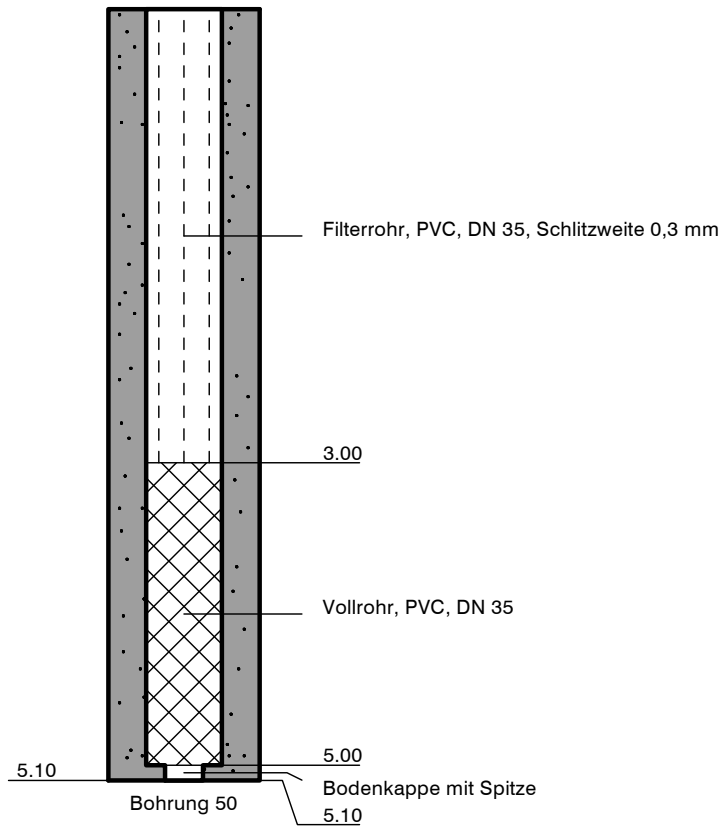
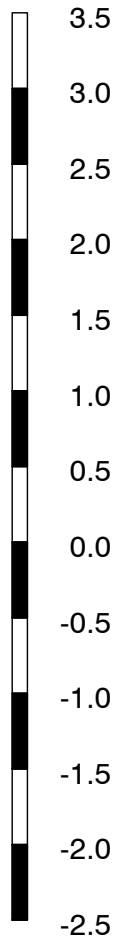


# RP 39

3,24 m NHN (POK)

3,24 m NHN (GOK)

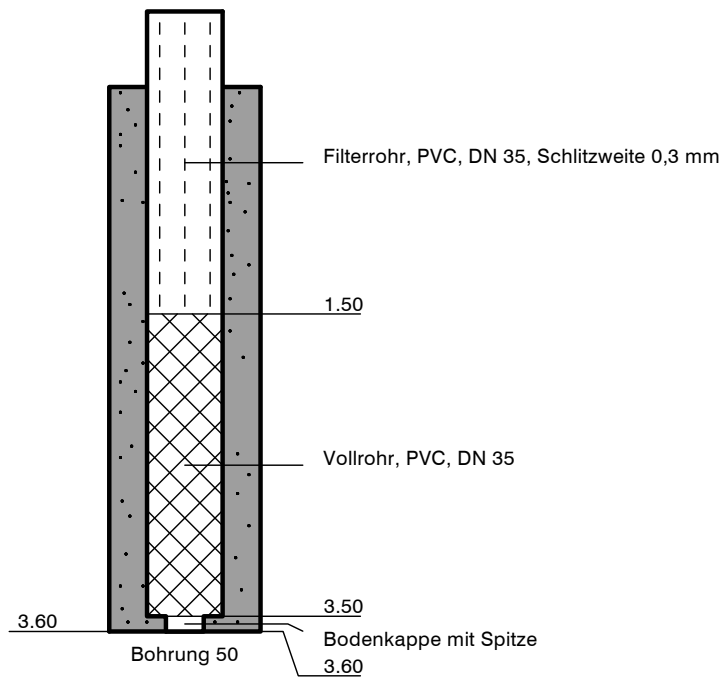
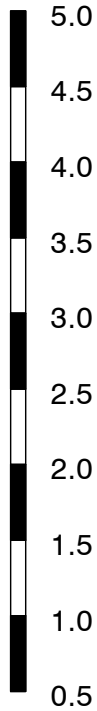
m NHN



# RP 41

4,95 m NHN (POK)  
4,45 m NHN (GOK)

m NHN

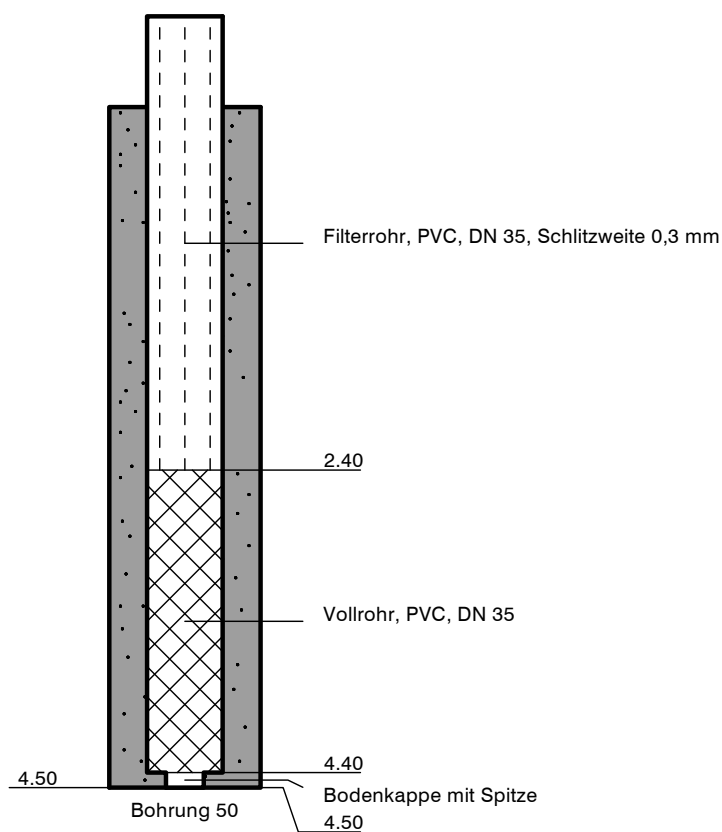
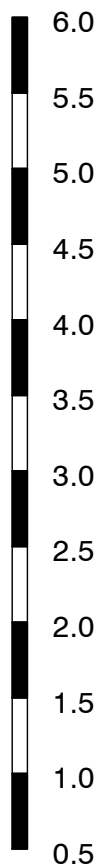


# RP 43

5,96 m NHN (POK)

5,36 m NHN (GOK)

m NHN

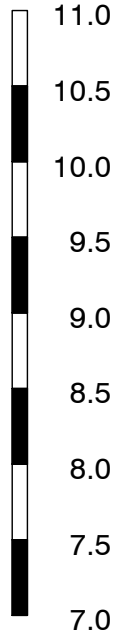


# RP 48

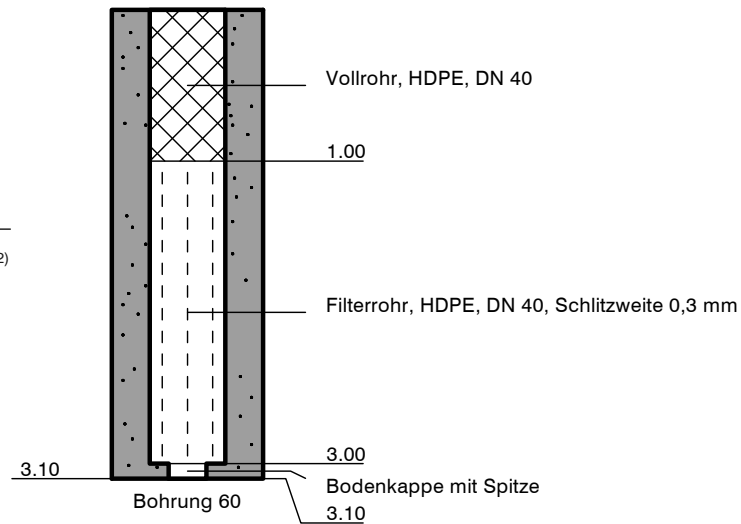
10,68 m NHN (POK)

10,68 m NHN (GOK)

m NHN



9,23 m NHN (22.6.22)

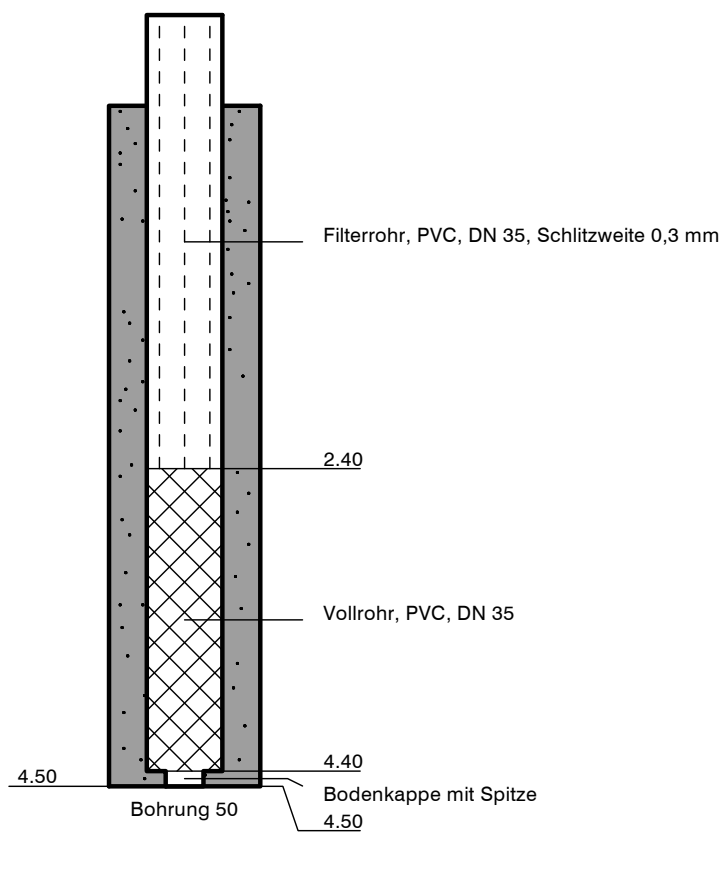
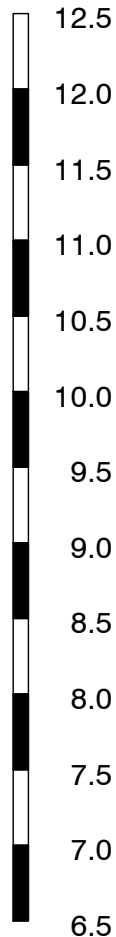


# RP 49

12,12 m NHN (POK)

11,52 m NHN (GOK)

m NHN

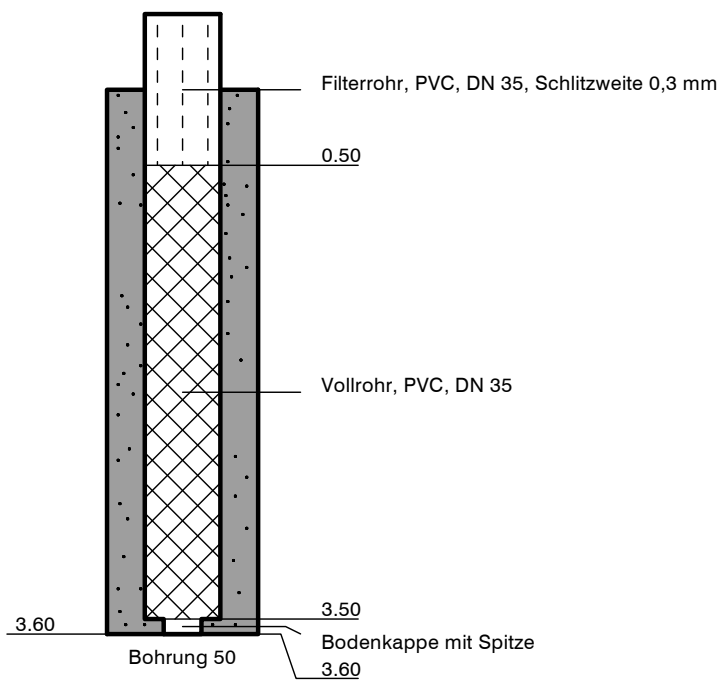
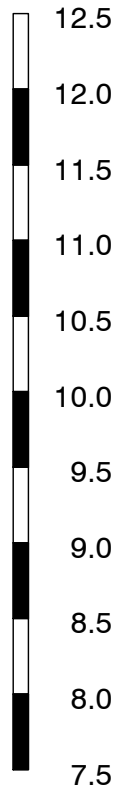


# RP 51

12,04 m NHN (POK)

11,54 m NHN (GOK)

m NHN

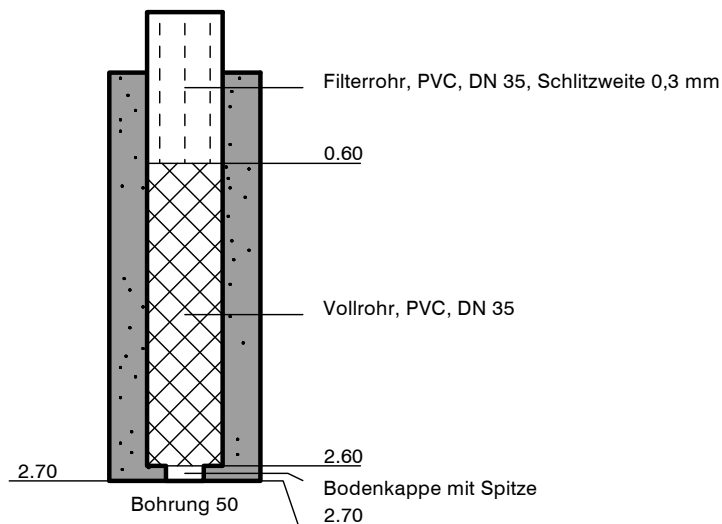
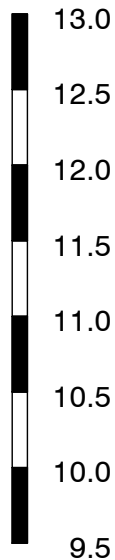


# RP 52

12,82 m NHN (POK)

12,42 m NHN (GOK)

m NHN



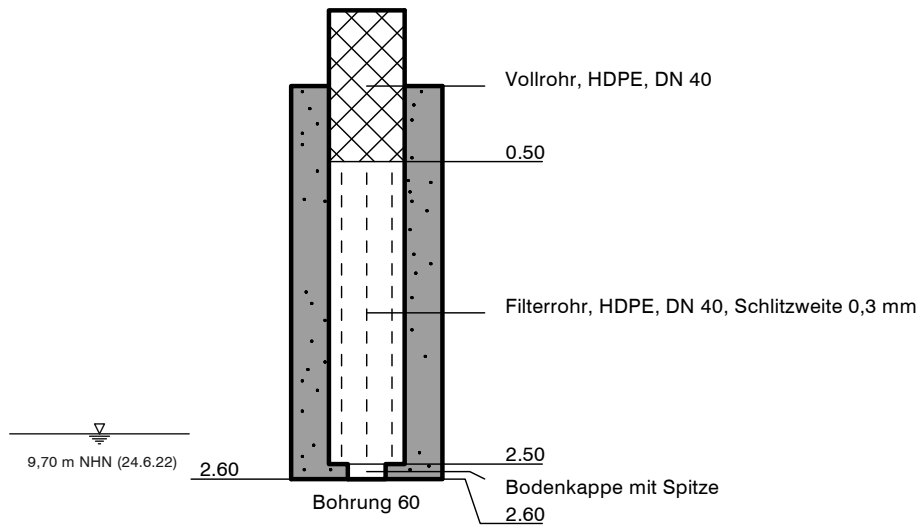
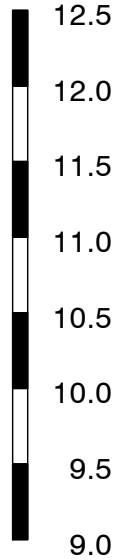


# RP 53

12,50 m NHN (POK)

12,00 m NHN (GOK)

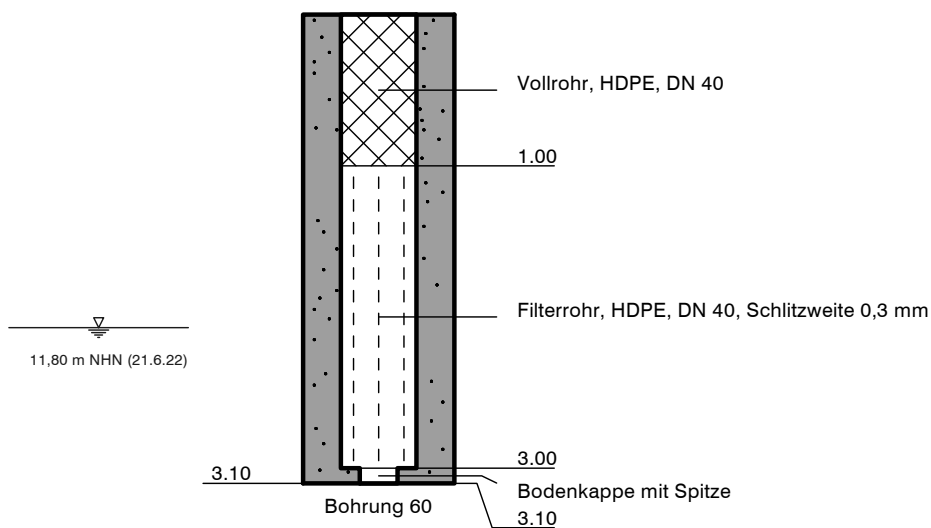
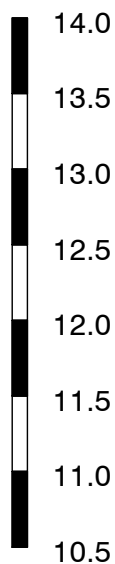
m NHN



# RP 55

13,87 m NHN (POK)  
13,87 m NHN (GOK)

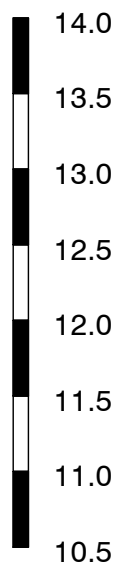
m NHN



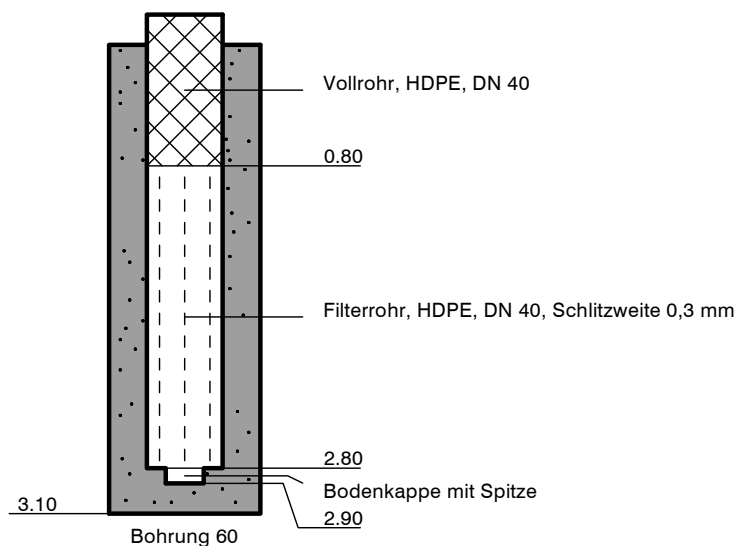
# RP 57

13,87 m NHN (POK)  
13,67 m NHN (GOK)

m NHN



12,07 m NHN (21.6.22)



---

## **Anhang 2**

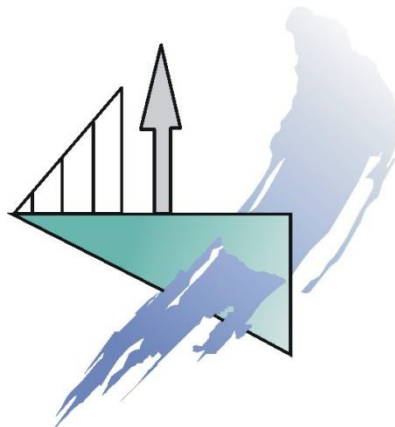
### Ergebnisse der Feldarbeiten

---

#### **Anhang 2.4**

#### Grundwasserprobenahmeprotokolle

**ANHANG**



<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b> <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 36</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 36</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>16.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>				
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>1,00</b>	bis	<b>3,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	<b>1,80</b>	vorher	<b>1,91</b>	nachher	
Entnahmetiefe	<b>2,5</b>	m unter POK			
Art der Probenahme	<b>SP</b>	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	<b>4 l</b>		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	<b>grau-braun</b>	Trübung	<b>sehr stark</b>		
Bodensatz	<b>kein</b>	Geruch	<b>kein</b>		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	<b>26</b>	Wassertemperatur °C	<b>15,2</b>		
pH-Wert	<b>7,44</b>	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	<b>1560</b>		
Sauerstoffgehalt mg/l	<b>1,89</b>	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b>  <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 38</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 38</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>16.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>	<b>kein Grundwasser erfasst !!!</b>			
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>5,00</b>	bis	<b>7,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK		vorher		nachher	
Entnahmetiefe		m unter POK			
Art der Probenahme		mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.			
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung		Trübung			
Bodensatz		Geruch			
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C		Wassertemperatur °C			
pH-Wert		Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm			
Sauerstoffgehalt mg/l		Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b>  <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 39</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 39</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>16.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>	<b>kein Grundwasser erfasst !!!</b>			
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>3,00</b>	bis	<b>5,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK		vorher		nachher	
Entnahmetiefe		m unter POK			
Art der Probenahme		mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.			
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung		Trübung			
Bodensatz		Geruch			
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C		Wassertemperatur °C			
pH-Wert		Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm			
Sauerstoffgehalt mg/l		Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b> <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 41</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 41</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>16.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>				
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>2,00</b>	bis	<b>4,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	<b>3,50</b>	vorher	<b>4,00</b>	nachher	
Entnahmetiefe	<b>4</b>	m unter POK			
Art der Probenahme	<b>SP</b>	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	<b>0,6 l</b>		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	<b>dunkelgrau</b>	Trübung	<b>stark</b>		
Bodensatz	<b>kein</b>	Geruch	<b>kein</b>		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	<b>31</b>	Wassertemperatur °C	<b>16,72</b>		
pH-Wert	<b>6,9</b>	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	<b>922</b>		
Sauerstoffgehalt mg/l	<b>2,88</b>	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					



<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b>  <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 43</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 43</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>17.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>				
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>3,00</b>	bis	<b>5,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	<b>4,55</b>	vorher	<b>4,95</b>	nachher	
Entnahmetiefe	<b>4,6</b>	m unter POK			
Art der Probenahme	<b>SP</b>	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	<b>1 l</b>		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	<b>dunkelbraun</b>	Trübung	<b>sehr stark</b>		
Bodensatz	<b>sehr stark</b>	Geruch	<b>kein</b>		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	<b>21,3</b>	Wassertemperatur °C	<b>15,37</b>		
pH-Wert	<b>6,57</b>	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	<b>1569</b>		
Sauerstoffgehalt mg/l	<b>1,71</b>	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b> <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 49</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 49</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>17.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>				
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>3,00</b>	bis	<b>5,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	<b>2,64</b>	vorher	<b>2,79</b>	nachher	
Entnahmetiefe	<b>3,5</b>	m unter POK			
Art der Probenahme	<b>SP</b>	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.			
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	<b>hellbraun</b>	Trübung	<b>deutlich</b>		
Bodensatz	<b>kein</b>	Geruch	<b>kein</b>		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	<b>21,8</b>	Wassertemperatur °C	<b>12,49</b>		
pH-Wert	<b>7,86</b>	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	<b>449</b>		
Sauerstoffgehalt mg/l	<b>9,27</b>	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b> <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	<b>RKS 51</b>	Eigentümer			
Entnahmestelle	<b>RP 51</b>	Rechtswert		Hochwert	
Datum	<b>17.06.22</b>	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	<b>Rammpegel</b>				
Rohr-/Schachtdurchmesser	<b>DN35</b>				
Filterlage von	<b>1,00</b>	bis	<b>4,00</b>	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	<b>2,65</b>	vorher	<b>2,70</b>	nachher	
Entnahmetiefe		m unter POK			
Art der Probenahme	<b>SP</b>	mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.	<b>2 l</b>		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	<b>hellbraun</b>	Trübung	<b>deutlich</b>		
Bodensatz	<b>stark</b>	Geruch	<b>kein</b>		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C	<b>23,2</b>	Wassertemperatur °C	<b>15,4</b>		
pH-Wert	<b>7,72</b>	Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm	<b>1962</b>		
Sauerstoffgehalt mg/l	<b>3,41</b>	Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

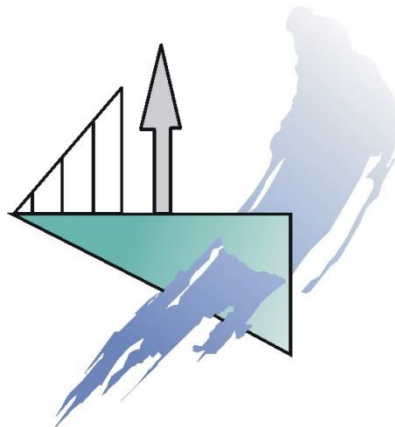
<b>Ingenieur- und Sachverständigenbüro</b> <b>Rubach und Partner</b>  <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-5765			<b>Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer</b>		
Probenkennzeichnung	RKS 52	Eigentümer			
Entnahmestelle	RP 52	Rechtswert		Hochwert	
Datum	17.06.22	Uhrzeit	13:00		
Art der Entnahmestelle	Rammpegel	<b>kein Grundwasser erfasst !!!</b> trocken			
Rohr-/Schachtdurchmesser	DN35				
Filterlage von	1,00	bis	3,00	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK		vorher		nachher	
Entnahmetiefe		m unter POK			
Art der Probenahme		mit			
Schüttung/ Förderstrom		Gesamtvol.			
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung		Trübung			
Bodensatz		Geruch			
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C		Wassertemperatur °C			
pH-Wert		Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK µS/cm		Leitfähigkeit mit TK µS/cm			
Sauerstoffgehalt mg/l		Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probennehmer	Geotec				
Unterschrift					
Bemerkungen					

## Anhang 3

### Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

#### Anhang 3.1

#### Kornverteilungen

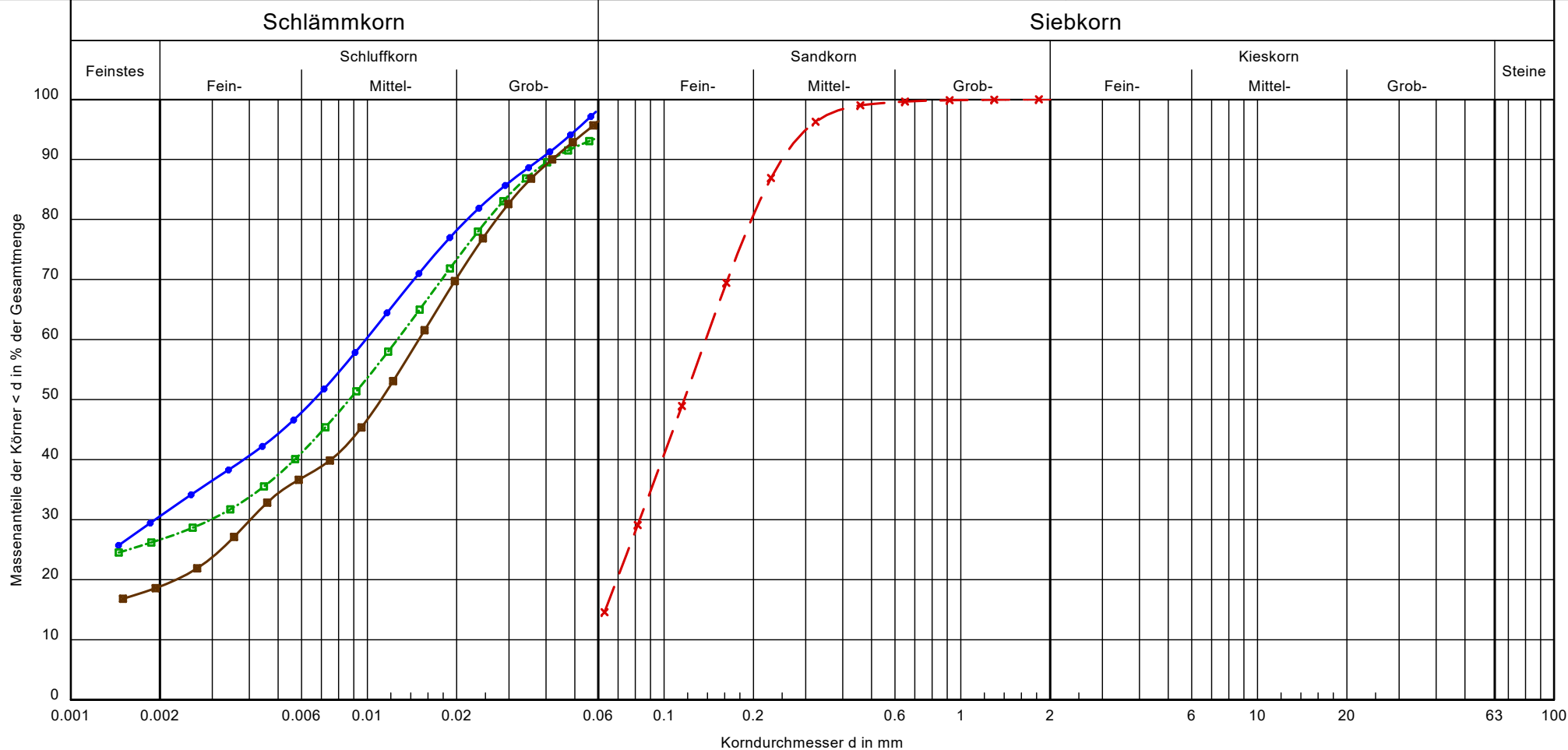


# Körnungslinie

## BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

### 2. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765  
 Probe entnommen am: 01.06.-24.06.2022  
 Art der Entnahme: gestört  
 Datum: / Bearbeiter: 04.07.-08.07.2022 / Reinke



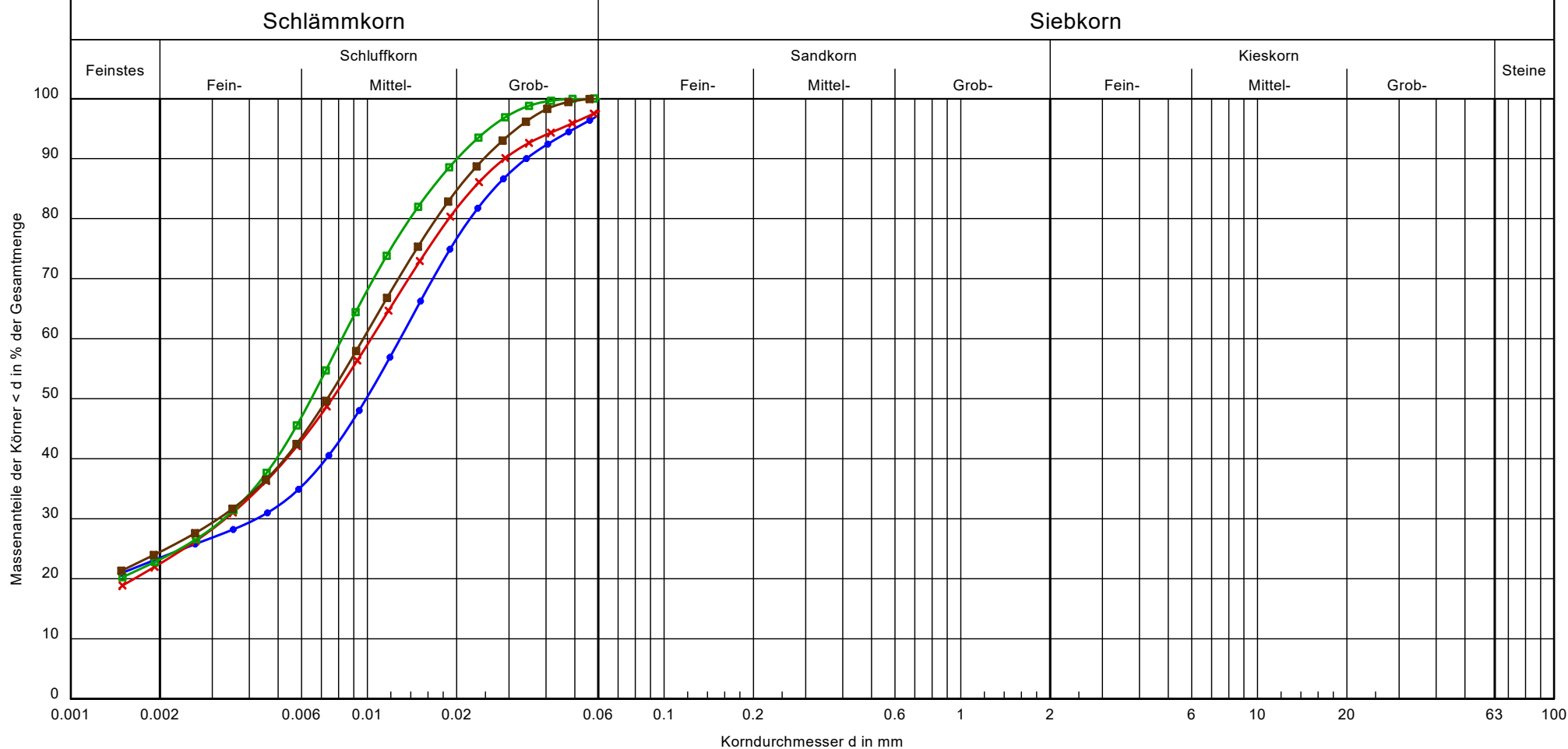
Probenbezeichnung:	RKS 28/3	RKS 29/3	RKS 30/3	RKS 32/5	Bemerkungen: Nassabtrennung bei RKS 29/3	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	2,0-3,0m	1,4-3,0m	1,0-2,8m	4,0-6,0m		
Bodenart:	U, f	fS, ms, u'	U, t	U, t		
Bodengruppe:		SU				
k (m/s) (Hazen):		$\sim 4,2 \times 10^{-5}$				
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	3700	0190	3700	2800		
Anteile:	30.6/69.4/ - / -	- /14.6/85.4/ -	26.7/73.3/ - / -	18.9/81.1/ - / -		

# Körnungslinie

## BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

### 2. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765  
 Probe entnommen am: 01.06.-24.06.2022  
 Art der Entnahme: gestört  
 Datum: / Bearbeiter: 04.07.-08.07.2022 / Reinke



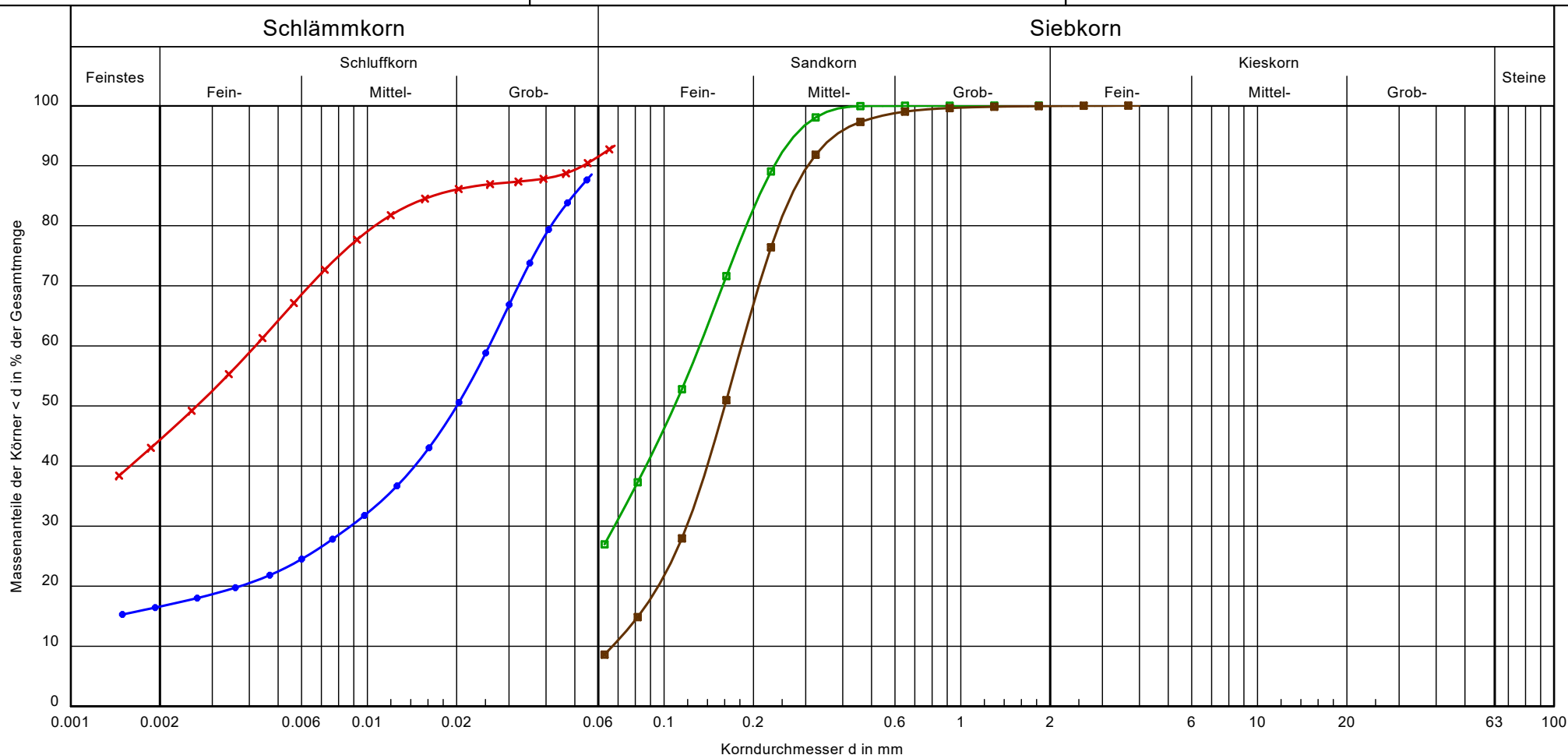
Probenbezeichnung:	RKS 35/3	RKS 36/4	RKS 36/6	RKS 38/7	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	1,6-3,0m	1,5-2,5m	4,5-5,5m	5,5-6,5m		
Bodenart:	U, t	U, t	U, t	U, t		
Bodengruppe:						
k (m/s) (Hazen):						
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	2800	2800	2800	2800		
Anteile:	23 5/76 5/- / -	22 5/77 5/- / -	23 2/76 8/- / -	24 5/75 5/- / -		

# Körnungslinie

## BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

### 2. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765  
Probe entnommen am: 01.06.-24.06.2022  
Art der Entnahme: gestört  
Datum: / Bearbeiter: 04.07.-08.07.2022 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 41/2	RKS 45/3	RKS 46/3	RKS 47/3	Bemerkungen: Nassabtrennung bei RKS 46/3	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	0,8-1,8m	1,0-1,8m	1,4-3,0m	1,0-2,0m		
Bodenart:	U, t	T, U, fs'	fs, u, ms	fs, ms, u'		
Bodengruppe:			SU*	SU		
k (m/s) (Hazen):				5,2x10 <sup>-5</sup>		
U/Cc	-/-	-/-	-/-	2,7/1,2		
Signatur:						
Kornkennzahl	2800	4510	0370	0190		
Anteile:	16.6/83.4/ - / -	44.4/47.8/7.8/ -	- /27.0/73.0/ -	- /8.6/91.3/0.1		

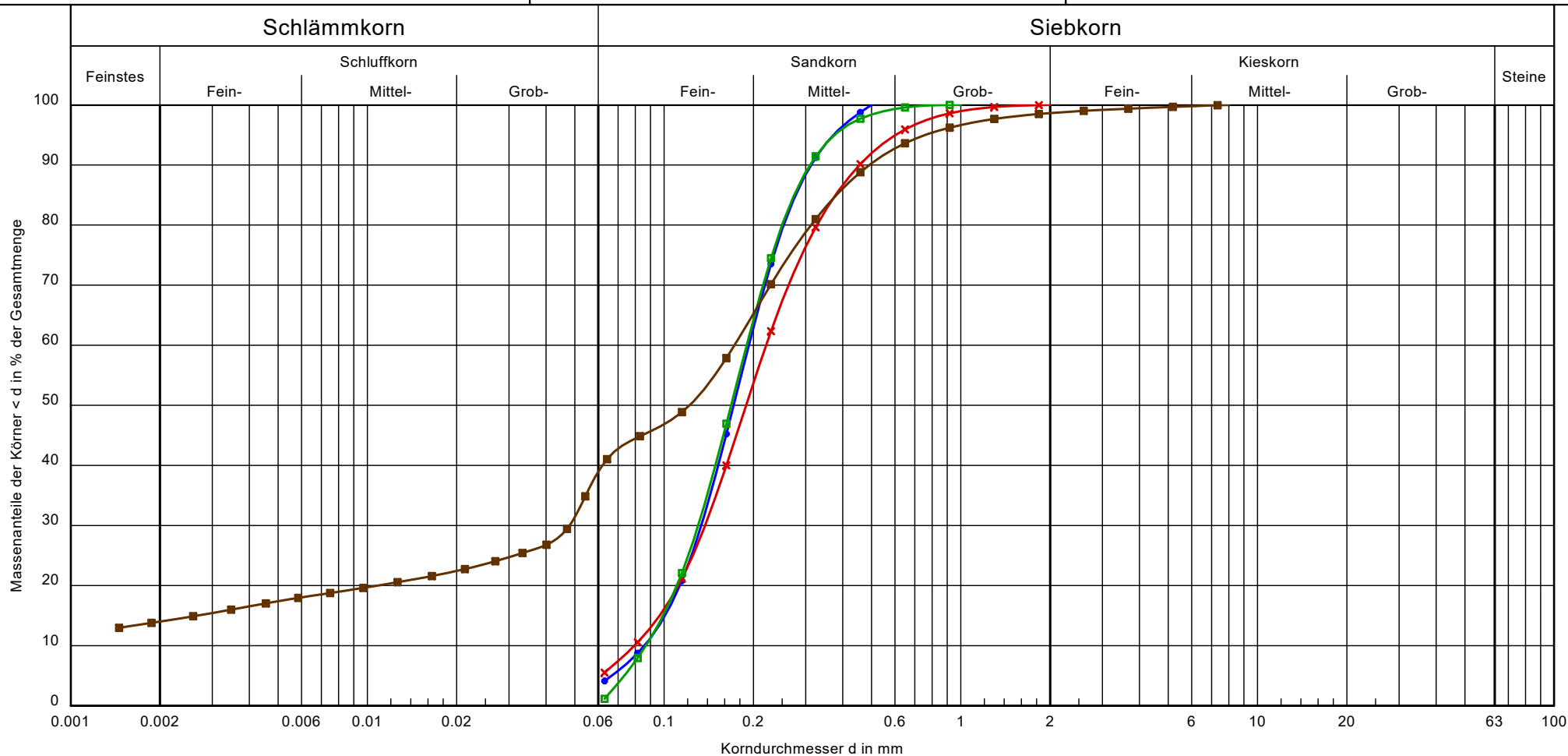


# Körnungslinie

## BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer

### 2. Abschnitt

Projekt-Nr.: 06-5765  
Probe entnommen am: 01.06.-24.06.2022  
Art der Entnahme: gestört  
Datum: / Bearbeiter: 04.07.-08.07.2022 / Reinke

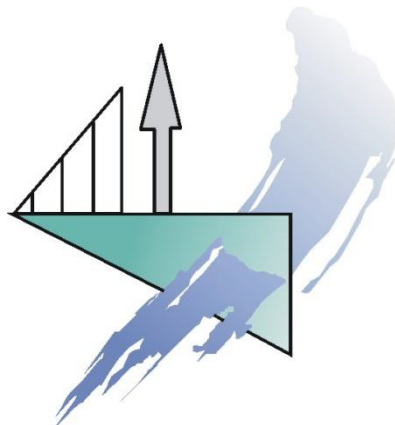


Probenbezeichnung:	RKS 49/3	RKS 52/3	RKS 55/4	RKS 57/4	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 06-5765 Anhang: 3
Tiefe:	1,6-2,6m	1,5-2,5m	1,0-2,0m	1,3-1,8m		
Bodenart:	fS, ms	fS, mS, u', gs'	fS, ms	S, u, t'		
Bodengruppe:	SE	SU	SE			
k (m/s) (Hazen):	$8.5 \cdot 10^{-5}$	$7.3 \cdot 10^{-5}$	$8.7 \cdot 10^{-5}$	-		
U/Cc	2.3/1.1	2.8/1.1	2.2/1.0	-/-		
Signatur:						
Kornkennzahl	00100	0190	00100	1360		
Anteile:	- /4.1/95.9/ -	- /5.5/94.5/ -	- /1.2/98.8/ -	14.0/26.5/58.2/1.4		

## Anhang 3

### Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

#### Anhang 3.2 Wassergehalte



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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 28/3 2,0-3,0m		RKS 30/3 1,0-2,8m	
Behälter Nr.	7	0	6	14
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [ g ]	44,360	44,897	45,498	51,644
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	37,397	38,233	38,717	44,505
Behälter $m_B$ [ g ]	19,175	19,608	20,022	25,930
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [ g ]	6,963	6,664	6,781	7,139
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	18,222	18,625	18,695	18,575
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	38,212	35,780	36,272	38,433
	<b>36,996</b>		<b>37,353</b>	



**Geolabor und Umweltservice GmbH**  
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg  
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580 30

**BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer**  
**2. Abschnitt**

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

Anhang: 3  
Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 32/5 4,0-6,0m		RKS 35/3 1,6-3,0m	
Behälter Nr.	52	303	6	14
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [ g ]	21,131	21,237	45,873	51,757
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	15,829	15,958	39,609	45,542
Behälter $m_B$ [ g ]	1,186	1,194	20,021	25,930
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [ g ]	5,302	5,279	6,264	6,215
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	14,643	14,764	19,588	19,612
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	36,208	35,756	31,979	31,690
	<b>35,982</b>		<b>31,834</b>	

Bestimmung des **Wassergehaltes**

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Art der Entnahme: gestört

Datum: 04.07.-08.07.2022

Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 36/4 1,5-2,5m		RKS 36/6 4,5-5,5m	
Behälter Nr.	302	33	1	601
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [ g ]	21,443	21,304	21,120	21,609
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	15,804	15,937	15,490	15,903
Behälter $m_B$ [ g ]	1,190	1,189	1,186	1,181
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [ g ]	5,639	5,367	5,630	5,706
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	14,614	14,748	14,304	14,722
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	38,586	36,391	39,360	38,758
	<b>37,489</b>		<b>39,059</b>	

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

Anhang: 3  
Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 38/7 5,5-6,5m		RKS 41/2 0,8-1,8m	
Behälter Nr.	109	82	0	18
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [ g ]	21,841	21,618	47,151	54,713
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	16,495	16,280	41,438	48,277
Behälter $m_B$ [ g ]	1,190	1,193	19,605	25,934
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [ g ]	5,346	5,338	5,713	6,436
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	15,305	15,087	21,833	22,343
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	34,930	35,381	26,167	28,805
	<b>35,156</b>		<b>27,486</b>	

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

Anhang: 3  
Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 45/3 1,0-1,8m		RKS 46/2 0,5-1,4m	
Behälter Nr.	11	17	0	6
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [ g ]	45,257	52,678	45,104	51,394
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	40,022	47,662	36,343	40,916
Behälter $m_B$ [ g ]	19,037	26,590	19,603	20,022
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [ g ]	5,235	5,016	8,761	10,478
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	20,985	21,072	16,740	20,894
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	24,946	23,804	52,336	50,148
	<b>24,375</b>		<b>51,242</b>	

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

Anhang: 3  
Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

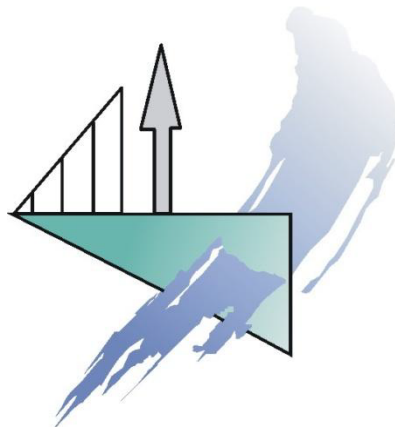
Bezeichnung der Probe	<b>RKS 57/4</b> <b>1,3-1,8m</b>			
Behälter Nr.	19	49		
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [ g ]	21,434	21,730		
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	19,026	19,250		
Behälter $m_B$ [ g ]	1,189	1,192		
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [ g ]	2,408	2,480		
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	17,837	18,058		
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	13,500	13,734		
	<b>13,617</b>			



## 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 2. Abschnitt

### Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765

Art der Entnahme: gestört

Datum: 04.07.-08.07.2022

Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 28/3 2,0-3,0m		RKS 30/3 1,0-2,8m	
Behälter Nr.	7	0	6	14
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	37,397	38,233	38,717	44,505
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [ g ]	35,947	36,813	38,071	43,72
Behälter $m_B$ [ g ]	19,175	19,608	20,022	25,930
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	1,45	1,42	0,646	0,785
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	18,222	18,625	18,695	18,575
<b>Glühverlust</b> $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d \cdot 100$ [%]	7,96	7,62	3,46	4,23
	<b>7,79</b>		<b>3,84</b>	
Tongehalt	30%		27%	
Korrekturfaktor	-3,00		-2,70	
<b>Glühverlust</b> %	4,79		1,14	



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

## BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer 2. Abschnitt

### Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

Bezeichnung der Probe	RKS 35/3 1,6-3,0m		RKS 41/2 0,8-1,8m	
Behälter Nr.	6	14	0	18
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	39,609	45,542	41,438	48,277
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [ g ]	37,809	43,718	39,885	47,022
Behälter $m_B$ [ g ]	20,021	25,930	19,605	25,934
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	1,8	1,824	1,553	1,255
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	19,588	19,612	21,833	22,343
<b>Glühverlust</b> $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	9,19	9,30	7,11	5,62
	<b>9,24</b>		<b>6,37</b>	
Tongehalt	23%		17%	
Korrekturfaktor	-2,30		-1,70	
<b>Glühverlust</b> %	6,94		4,67	

**Bestimmung des Glühverlustes**  
nach DIN 18128

Projekt-Nr.: 06-5765  
Datum: 04.07.-08.07.2022  
Ausgeführt: Reinke

Anhang: 3  
Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 01.06.-24.06.2022

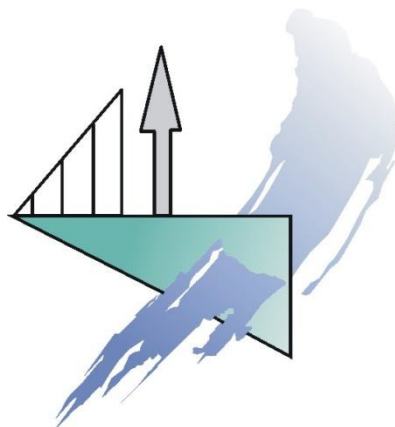
Bezeichnung der Probe	RKS 45/3 1,0-1,8m		RKS 46/2 0,5-1,4m	
Behälter Nr.	11	17	0	6
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [ g ]	40,022	47,662	36,343	40,916
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [ g ]	39,105	46,488	35,496	40,022
Behälter $m_B$ [ g ]	19,037	26,590	19,603	20,022
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	0,917	1,174	0,847	0,894
Trockene Probe $m_d$ [ g ]	20,985	21,072	16,74	20,894
<b>Glühverlust</b> $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d \cdot 100$ [%]	4,37 <b>4,97</b>	5,57	5,06 <b>4,67</b>	4,28
Tongehalt	44%			
Korrekturfaktor	-4,40			
<b>Glühverlust</b> %	0,57			

## Anhang 4

### Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

#### Anhang 4.1

#### Analysenberichte der Grundwasseruntersuchungen



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice  
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

12. Juli 2022

## PRÜFBERICHT 010722059

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765  
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer,  
Probenahme: durch Auftraggeber am 22.06.+24.06.2022  
Probentransport: durch Auftraggeber am 30.06.2022  
Probeneingang: 30.06.2022  
Prüfzeitraum: 01.07.2022 – 12.07.2022  
Probennummer: 137949 - 139751 / 22  
Probenmaterial: Wasser  
Verpackung: diverse Gefäße  
Bemerkungen: -  
Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3  
Messverfahren: Seite 2  
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause  
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring  
(Geschäftsführer)

Messverfahren:	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C 5): 2012-04
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Kalzium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05
	TOC	DIN EN 1484 (H3): 2019-04
	Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	CSB	DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
	Nitrit	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04



Labornummer	139749	139750	139751
Probenbezeichnung	GW 29	GW 48	GW 53
Dimension	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
Eisen, gesamt	1.200	5.300	22.000
Eisen (II)	< 50	3.700	6.000
Chlorid	9.100	38.000	69.000
Sulfat	2.300	47.000	160.000
Nitrat	< 1.000	72.000	47.000
Nitrit	< 50	< 50	55
Ammonium	740	290	1.600
CSB [mg/L O <sub>2</sub> ]	170	81	630
TOC	6.900	42.000	34.000



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice  
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

29. Juni 2022

## PRÜFBERICHT 210622017

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765  
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer  
Probenahme: durch Auftraggeber vom 13.-15.06.2022  
Probentransport: durch Auftraggeber am 21.06.2022  
Probeneingang: 21.06.2022  
Prüfzeitraum: 21.06.2022 – 29.06.2022  
Probennummer: 137275 - 137279 / 22  
Probenmaterial: Wasser  
Verpackung: diverse Gefäße  
Bemerkungen: -  
Sonstiges:  
Analysenbefunde: Seite 3  
Messverfahren: Seite 2  
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause  
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring  
(Geschäftsführer)

Messverfahren:

CSB	DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Nitrit	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05
TOC	DIN EN 1484 (H3): 2019-04

Labornummer	137275	137276	137277
Probenbezeichnung	36	41	43
Dimension	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
Chlorid	300.000	240.000	55.000
Sulfat	260.000	37.000	320.000
Eisen, gesamt	< 50	< 50	6.400
Eisen (II)	< 50	< 50	3.500
Nitrat	42.000	< 100	< 100
Nitrit	420	110	< 50
Ammonium	57	180	1.800
CSB [mg/L O <sub>2</sub> ]	1.700	4.900	5.900
TOC	690.000	240.000	620.000

Labornummer	137278	137279	
Probenbezeichnung	49	51	
Dimension	[µg/L]	[µg/L]	
Chlorid	14.000	650.000	
Sulfat	79.000	47.000	
Eisen, gesamt	760	23.000	
Eisen (II)	440	19.000	
Nitrat	96.000	18.000	
Nitrit	< 50	850	
Ammonium	42	960	
CSB [mg/L O <sub>2</sub> ]	370	1.600	
TOC	79.000	710.000	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice  
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

5. Juli 2022

## PRÜFBERICHT 240622038

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765  
Projektbezeichnung: BG Hochdruck-Gasleitung Wilhelmshaven-Leer  
Probenahme: durch Auftraggeber vom 14.-17.06.2022  
Probentransport: durch Auftraggeber am 23.06.2022  
Probeneingang: 23.06.2022  
Prüfzeitraum: 23.06.2022 – 05.07.2022  
Probennummer: 138242 - 138244 / 22  
Probenmaterial: Wasser  
Verpackung: diverse Gefäße  
Bemerkungen: -  
Sonstiges:

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

Analysenbefunde: Seite 3  
Messverfahren: Seite 2  
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause  
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring  
(Geschäftsführer)

Messverfahren:

CSB	DIN ISO 15705 (H 45): 2003-01
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Nitrit	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
Eisen (II)	DIN 38406-E1: 1983-05
TOC	DIN EN 1484 (H3): 2019-04

Labornummer	138243	138244
Probenbezeichnung	GW 55	GW 57
Dimension	[µg/L]	[µg/L]
Chlorid	31.000	47.000
Sulfat	12.000	100.000
Eisen, gesamt	3.700	18.000
Eisen (II)	2.300	16.000
Nitrat	110	230
Nitrit	< 50	< 50
Ammonium	31	3.700
CSB [mg/L O <sub>2</sub> ]	200	92
TOC	120.000	44.000

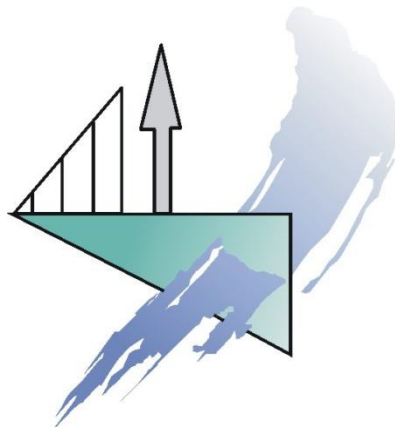
## **Anhang 4**

### **Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen**

#### **Anhang 4.2**

#### **Analysenberichte der Bodenuntersuchungen**

**ANHANG**



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice  
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

11. Juli 2022

## PRÜFBERICHT 010722057

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5765  
Projektbezeichnung: Hochdruck-Gasleitung WHV-LER  
Probenahme: durch Auftraggeber am 03.+23.06.2022  
Probentransport: durch Auftraggeber am 30.06.2022  
Probeneingang: 30.06.2022  
Prüfzeitraum: 01.07.2022 – 11.07.2022  
Probennummer: 139746 - 139747 / 22  
Probenmaterial: Boden  
Verpackung: PE-Dose  
Bemerkungen: -

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

Analysenbefunde: Seite 3

Messverfahren: Seite 2

Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause  
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring  
(Geschäftsführer)

Prüfbericht 010722057.doc

Seite 1 von 3

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

im schedetal 11  
34346 hann. münden  
haferwende 31  
28357 bremen

freboldstraße 16  
30455 hannover  
stresemannstraße 342  
22761 hamburg

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

gmbh, hrb 15929  
gf dr. joachim döring  
st-nr 60/120/08234  
[www.dr-doering.com](http://www.dr-doering.com)



Messverfahren:	Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523: 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Säurebildungspotenzial	gem. Handlungsempfehlung zur Bewertung von Aushubmaterial durch reduzierte anorganische Schwefelverbindungen GDfB, Stand 03.11.2009
	Säureneutralisationskapazität	LAGA-Richtlinie EW 98 p

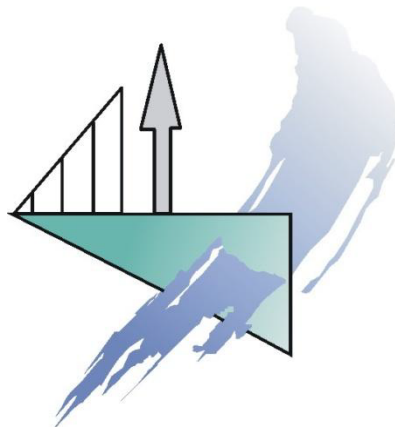
Labornummer	139746	139747	
Probenbezeichnung	<b>RKS 32/3</b>	<b>RKS 28/2</b>	
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	
Säureneutralisationskapazität $SNK_T$	130	200	
Säurebildungspotenzial $SBP_{CRS}$	19	13	
Netto-Säureneutralisationskapazität $SNK_N$	+ 111	+ 187	
Einstufung	$SNK_N > 0$ potentiell nicht sulfatsauer	$SNK_N > 0$ potentiell nicht sulfatsauer	

Labornummer	139746	139747	
Probenbezeichnung	<b>RKS 32/3</b>	<b>RKS 28/2</b>	
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	
pH-Wert bei 20 °C	7,4	6,6	
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	52	119	
Chlorid	1.800	1.200	

## Anhang 5

### Setzungsberechnungen gem. DB Ril 836

ANHANG





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

## Bestimmung der Setzungen

Gem. DB Ril 836

Projekt Nr.: 06-5765

GWL Baulos 1; 2. Abschnitt

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

Betrag der Setzung  $s$  [cm]

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

Länge der Setzungsmulde  $L$  [m]

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

mit: Bohrdurchmesser  $D_a$  [m]

Überdeckungshöhe  $h_{\bar{u}}$  [m]

Bodenkennziffer  $B_k$  [-]:

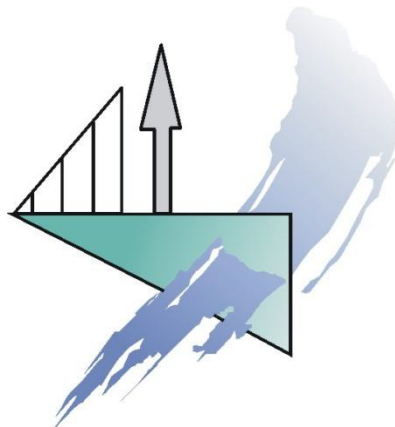
Bodenart	Lagerungs- dichte	Bodenkenn- ziffer $B_k$	Bodenart	Konsistenz	Bodenkenn- ziffer $B_k$
nicht bindige Böden	sehr dicht	1,5	bindige Böden	fest	2
	dicht	2		steif	3
	locker	3		weich	4
	sehr locker	4		breiig	6
<b>Berechnung</b>				Sand	Becken- schluff /-ton
Bodenkennziffer $B_k$				2,5	3,5
Bohrdurchmesser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

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