



---

## Teilbericht Querung ‚Pressung-07‘

Geotechnischer Bericht

Pressung-07, Lokation A007\_VK, Q004\_VK\_neu\_2b, A008\_VK

km 26,56 – km 26,66 (inkl. Start- und Zielgrube)

362-19-016-19 02 | 20 April 2021

**N.V. Nederlandse Gasunie**

gasunie

# Dokumentenkontrolle

## Dokumenteninformation

Projektbezeichnung	BGU zum BV "Neubau ETL 180 Brunsbüttel - Hetlingen"
Dokumententitel	Teilbericht Querung ‚Pressung-07‘
Fugro Projekt-Nr.	362-19-016
Fugro Dokument-Nr.	362-19-016-19
Version-Nr.	02
Status	Revision 02

## Auftraggeberinformation

Auftraggeber	N.V. Nederlandse Gasunie
Adresse Auftraggeber	Concourslaan 17, 9727 KC Gronigen, Nederland
Kontakt Auftraggeber	Marc Klotz (GME)
Auftraggeber Dokumenten-Nr.	ausstehend

## Revisionshistorie

Version	Datum	Status	Kommentar	Erstellt durch	Checked durch	Genehmigt durch
00	03.03.21	Entwurf		RZ	FU	KG
01	25.03.21	rev01		RZ	FU	KG
02	20.04.21	rev02		RZ	FU	KG

## Projektteam

Initialen	Name	Rolle
CP	Christian Peter	Projektleiter
RZ	Ralf Zielasko	Senior Ingenieur Geotechnischer Bericht
FU	Falk Ulbricht	Senior Ingenieur Geotechnischer Bericht
JE	Jana Enghardt	Datenmanagement, GIS

# Contents

<b>Dokumentenkontrolle</b>	<b>ii</b>
Dokumenteninformation	ii
Auftraggeberinformation	ii
Revisionshistorie	ii
Projektteam	ii
<b>Contents</b>	<b>1</b>
<b>Tabellen</b>	<b>2</b>
<b>1. Veranlassung und Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2. Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Allgemeine vertragspezifische Unterlagen	3
2.2 Objektspezifische fachtechnische Grundlagen	3
<b>3. Beschreibung zum Bauvorhaben</b>	<b>5</b>
3.1 Standortsituation und Morphologie	5
<b>4. Durchgeführte Untersuchungen</b>	<b>5</b>
4.1 Geländeuntersuchungen	5
4.1.1 Direkte Aufschlüsse	5
4.1.2 Indirekte Aufschlüsse	5
4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6
4.3 Chemische Laboruntersuchungen	6
<b>5. Untersuchungsergebnisse</b>	<b>6</b>
5.1 Regionalgeologische Situation	6
5.2 Untergrundaufbau	6
5.3 Bodenmechanische Feld- und Laboruntersuchungen	7
5.4 Organoleptische Ansprache und chemische Analytik	7
5.5 Grundwasser	8
<b>6. Bewertung der Untersuchungsergebnisse</b>	<b>9</b>
6.1 Baugrundmodell / Homogenbereiche	9
6.1.1 Wassergehalt und Konsistenz	9
6.1.2 Korngrößenverteilung	9
6.1.3 Sulfatgehalt, Betonangriff und Stahlkorrosivität	10
6.2 Zusammenstellung der Bodenmechanischen Kennwerte	10
6.3 Bautechnische Klassifizierung (Homogenbereiche)	11
<b>7. Folgerungen und Bautechnische Empfehlungen</b>	<b>14</b>
7.1 Rohrvortrieb	14
7.1.1 Allgemeine Angaben und Annahmen	14

7.1.2	Verfahren	15
7.1.3	Setzungsprognose infolge Rohrvortrieb	16
7.2	Beweissicherung	17
7.3	Fremdleitungen	17
7.4	Press- und Zielgrube	17
7.4.1	Grubenverbau	18
7.4.2	Baugrubensohle und Wasserhaltungsmaßnahmen	19
7.4.3	Bodenaushub (Lösbarkeit und Wiederverwendbarkeit)	20
7.4.4	Baugrubenverfüllung	21
<b>8. Bemerkungen</b>		<b>22</b>
<b>Anlage A Aufschlussdokumentation</b>		<b>0</b>
A.0	Erläuterungen der Abkürzungen und Symbole	1
A.1	Aufschlussdokumentation	1
A.1.1	Rammkernsondierprofile	1
A.1.2	Drucksondierungsprofile	1
A.2	Geologischer Schnitt	1

## Tabellen

Tabelle 5-1	Erkundungsaktuelle Grundwasserstände (GW)	8
Tabelle 6-1	Wassergehalt und Konsistenz nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03 / DIN EN ISO 17892-12:2020-07	9
Tabelle 6-2	Bodenklassifikation und Bodenmechanische Kennwerte	10
Tabelle 6-3	Bautechnische Klassifikation der Schichtenfolgen	11
Tabelle 6-4:	Homogenbereich LBO (Rohrvortrieb nach DIN 18319:2012-09)	11
Tabelle 6-5:	Homogenbereich LO (Rohrvortrieb nach ATV DIN 18319:2012-09)	12
Tabelle 6-6	Homogenbereich LNE (Rohrvortrieb nach ATV DIN 18319:2012-09)	13
Tabelle 7-1:	Mögliche Verfahren des Rohrvortriebes nach DWA-A 125	15
Tabelle 7-2:	Zuordnung Bodenkennziffer Bk	16
Tabelle 7-3:	Setzungsprognose für 3,2 m Überdeckungshöhe	16

# 1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die N.V. Nederlandse Gasunie plant den Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 von Brunsbüttel nach Hetlingen. Im Zuge dieses Bauvorhabens sind insgesamt 36 Haupt-Querungen von Gewässern erster und zweiter Ordnung, wichtigen Haupt- bzw. Nebenverkehrsstraßen sowie von Bahnstrecken unter Einsatz des HDD-Verfahrens nach ATV DIN 18324:2016-09 und im Preßbohrverfahren nach ATV DIN 18319:2019-09 geplant. Des Weiteren werden im Trassenverlauf 56 Querungen in offener Verlegung mit und ohne Düker vorgesehen.

Ziel des vorliegenden geotechnischen Berichtes ist die Aufklärung der Untergrundverhältnisse einschließlich der bodenmechanischen Eigenschaften für die unterirdische Querung ‚Pressung-07‘ mittels dem Rohrvortrieb im Preßbohrverfahren.

Mit Hilfe des Rohrvortriebes soll an der Querung ‚Pressung-07‘ ein Stahlrohr mit einem Nennquerschnitt von 800 mm unter der Landstraße ‚L119‘ mit einem ca. 40 m nördlich parallel verlaufenden Landwirtschaftsweg (‚Schmerland‘) verlegt werden. Die Grundlage für die Entscheidung zum Grabenlosen Rohrvortrieb bildet das neue Paket mit Trasseninformationen und shape-files, zur Verfügung gestellt von GME per e-mail vom 05.03.2021 (ETL180\_Trasse\_210305.dwg und 180\_2\_03\_09\_Übersicht Querungen\_20210305.xlsx) sowie vom 10.03.2021 im Zuge der Tabelle der Wasserhaltungsabschnitte (180\_2\_05\_07\_Bauwasserhaltungsabschnitte\_10032021\_rev03.xlsx).

Die geplante Lage der Querung ‚Pressung-07‘ ist dem Übersichtslageplan der Anlage A.1.1 zum Geotechnischen Basisstreckenbericht zum BV ‚Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘, FUGRO Germany Land GmbH /U1/ zu entnehmen.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Allgemeine vertragsspezifische Unterlagen

Die allgemeinen vertragsspezifischen Unterlagen sind in Teil 1 des Geotechnischen Basisstreckenberichts zur Baugrunduntersuchung zum BV ‚Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘ im Abschnitt 1.2.1 aufgelistet.

### 2.2 Objektspezifische fachtechnische Grundlagen

Zur Bearbeitung wurden folgen fachtechnische Unterlagen als Grundlagen herangezogen:

- /U1/ Geotechnischer Basisstreckenbericht zum BV ‚Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘, FUGRO Germany Land GmbH
- /U2/ Digitale morphologische und geologische Kartenangaben (Google Earth .kmz-files) im Raum Brunsbüttel – Hamburg
- /U3/ Arbeitsblatt DWA-A 125 Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, DWA Regelwerk, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Dezember 2008

- /U4/ Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW G 463 (A), DVGW Regelwerk, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Juli 2016
- /U5/ VdTÜV-Merkblatt – Rohrfernleitungen 1063 05.78, Technische Richtlinie zur statischen Berechnung eingeredeter Stahlrohre
- /U6/ RIL 836.4501 bis 836.4505 Querungen, Richtlinie der Deutschen Bahn AG
- /U7/ ATV DIN 18300: 2019-09 – Erdarbeiten
- /U8/ ATV DIN 18301: 2019-09 – Bohrarbeiten
- /U9/ ATV DIN 18304: 2019-09 – Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
- /U10/ ATV DIN 18311: 2019-09 - Nassbaggerarbeiten
- /U11/ ATV DIN 18319: 2019-09 – Rohrvortriebsarbeiten
- /U12/ ATV DIN 18324: 2019-09 – Horizontalspülbohrarbeiten
- /U13/ Dietrich Stein, Grabenloser Leitungsbau, Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2003
- /U14/ Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund, FGSV Verlag, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe März 2010
- /U15/ H. Schad, T. Bräutigam, S. Bramm, Rohrvortrieb – Durchpressung begehbarer Leitungen, Bauingenieur-Praxis, Verlag Ernst & Sohn, 2. Auflage 2008
- /U16/ Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW 463 (A) Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Errichtung, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Juli 2016
- /U17/ H. Schad, C. Vogt-Breyer, H.-J. Bayer: Horizontalbohrungen und Rohrvortrieb, GBTB, Teil 2: Geotechnische Verfahren, 8. Auflage, Abschnitt 2.7, S. 505 – 558
- /U18/ Aktualisierte Planung der Querungen, mitgeteilt von GME per e-mail vom 05.03.2021 (ETL180\_Trasse\_210305.dwg und 180\_2\_03\_09\_Übersicht Querungen\_20210305.xlsx) sowie vom 10.03.2021 (180\_2\_05\_07\_Bauwasserhaltungsabschnitte\_10032021\_rev03.xlsx).
- /U19/ ETL180\_Vermessungspunkte\_201218.dxf (Geländehöhen inkl. Dammhöhen von Straßen und Bahnstrecken sowie von Grabensohlen), zur Verfügung gestellt von GME per e-mail vom 19.03.2021

---

## 3. Beschreibung zum Bauvorhaben

### 3.1 Standortsituation und Morphologie

Das Gelände im Bereich der Querung ‚Pressung-07‘ ist flach und weist gemäß Einmessung der Aufschlussansatzpunkte A007\_Vk, Q004\_Vk\_neu\_2b und A008\_Vk Geländehöhen von ca. -0,85 bis +0,12 m NHN auf, wobei der unmittelbare Querungsabschnitt der L119 und des ‚Schmerland‘-Landwirtschaftsweges schätzungsweise in ca. **-0,5 ... -0,2 m** NHN liegt (s. Ansatzpunkt Q004\_Vk\_neu\_2b auf dem Grünstreifen unmittelbar nördlich der L119 in -0,54 m NHN). Der Querungsabschnitt befindet sich nach den vorliegenden digitalen morphologischen und geologischen Kartenangaben (Google Earth .kmz-files /U2/) im Bereich der ‚Dwogmarsch‘ im Übergang zur ‚Kleimarsch‘.

---

## 4. Durchgeführte Untersuchungen

### 4.1 Geländeuntersuchungen

Die Geländeuntersuchungen zur geplanten Querung umfassen die Herstellung der nachfolgend beschriebenen direkten und indirekten Untergrundaufschlüsse. Die Feldarbeiten erfolgten im Zeitraum vom 14.09.-29.10.2020. Zusätzlich zum direkten Aufschluss wurden an den Lokationen noch jeweils indirekte Aufschlüsse mittels Drucksondierungen abgeteuft. In den direkten Aufschlüssen wurden ferner Proben für bodenmechanische Laboruntersuchungen genommen.

#### 4.1.1 Direkte Aufschlüsse

Bei den direkten Untergrundaufschlüssen handelt es sich um Rammkernsondierungen ( $\varnothing$  80 - 40 mm), die am aktuellen Querungsstandort an den 3 Lokationen

- A007\_Vk bis auf Endteufe von 5 m unter OKG
- Q004\_Vk\_neu\_2b bis auf Endteufe von 10 m unter OKG
- A008\_Vk bis auf Endteufe von 5 m unter OKG

niedergebracht wurden.

Die Steuerung der Bohr- bzw. Sondierarbeiten, die bodenmechanische Ansprache des Bohrgutes und die Entnahme von Bodenproben wurden von Fugro kontinuierlich vor Ort vorgenommen. Der in den Aufschlüssen angetroffene Schichtenaufbau ist in Form von Rammkernsondierprofilen sowie CPT-Drucksondierprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage A.1 zusammengestellt.

#### 4.1.2 Indirekte Aufschlüsse

Zur Erkundung der Lagerungsdichte bzw. der Konsistenz der Bodenschichten wurden neben den direkten Aufschlüssen an den äußeren Lokationen A007\_Vk und A008\_Vk leichte Rammsondierungen (DPL nach DIN EN ISO 22476-2:2012-03) bis auf jeweils 5 m unter OKG sowie an der inneren Lokation Q004\_Vk\_neu\_2b eine schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2:2012-03) und eine

Drucksondierung (CPT nach DIN EN ISO 22476-1:2013-10) bis auf jeweils 10 m unter OKG als indirekte Erkundungen durchgeführt.

## 4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur bodenmechanischen Charakterisierung, zur bautechnischen Klassifizierung sowie zur Festlegung bodenphysikalischer Kennwerte wurden bodenmechanische Laboruntersuchungen durchgeführt, um in Zusammenhang mit den Messwerten aus den Drucksondierungen (CPT) Bodenkennwerte abzuleiten. Diese bilden die Grundlage für die Festlegung der Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09, DIN 18301:2019-09, DIN 18304:2019-09, DIN 18319:2012-09 (alte Norm mit Bodenklassifikation konform zu DWA – A125), DIN 18324:2016-09 sowie für die Bodengruppen nach DIN 18196:2011-05.

Durchgeführt wurden:

- 1 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07
- 1 Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04  
(1 kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse sowie 1 Naßsiebung)

## 4.3 Chemische Laboruntersuchungen

Am unmittelbaren Standort der geplanten Querung ‚Pressung-07‘ wurden keine ortsspezifischen Grundwasserproben hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030-1:2008-06 und Stahlaggressivität nach DIN 50929-3:2018-03 entnommen.

Entsprechende Untersuchungsergebnisse sind dem unter analogen geologischen und hydrogeologischen Bedingungen situierten Nachbarstandort der Querung ‚HDD-05 Neuenbrooker Hauptwettern‘ (Aufschluss Q001\_VK) zu entnehmen. Weiterführende Angaben s. Abschnitt 6.1.3.

---

# 5. Untersuchungsergebnisse

## 5.1 Regionalgeologische Situation

Die regionalgeologische Situation kann dem Geotechnischen Basisstreckenbericht zur Baugrunduntersuchung zum BV ‚Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘ /U1/ entnommen werden.

## 5.2 Untergrundaufbau

Gemäß den in Anlage A.1 zusammengestellten Aufschlussprofilen werden nachfolgend die in den Bohrungen und Sondierungen angetroffenen Sedimente bzw. Bodenschichten aufgeführt und deren wesentlichen Merkmale beschrieben. Die Aufschlussprofile wurden in Schichten unterteilt und nach [DIN 18196:2011-05](#) klassifiziert.

Die angetroffenen Sedimente sind größtenteils holozänen Alters und einerseits im Bereich der Marschen als marin - brackische Wattenmeerablagerungen (unter Gezeiteneinfluß) sowie im Bereich des küstennahen Geestrandes als limnische Moorablagerungen entstanden. Ab Geländeteufen von cirka  $\geq 8$  m unter OKG stehen pleistozäne Sande an. Auf Basis der ausgeführten Labor- und Felduntersuchungen kann folgendes vereinfachtes Baugrundmodell der Geologischen Einheiten (Schichtenfolgen) angegeben werden:

- Einheit 0: Mutterboden (Oberboden)
- Einheit 1: Marsch / Klei – Wattenmeerablagerungen (Holozän)  
Ton-Schluff-Feinsand-Gemische, vorwiegend schwach organisch  
Bodengruppen nach DIN 18196:2011-05: TM, TA, OT, OU, SE, SU, SU\*
- Einheit 2: Mudde – limnische, organisch-mineralische Moorablagerungen (Holozän),  
Ton, schluffig, schwach sandig, organisch (Faulschlamm)  
Bodengruppen nach DIN 18196:2011-05: F, OU, OT
- Einheit 3: Torf – limnische Moorbildung fossiler Hölzer (Holozän)  
zersetzt sowie gering bis unzersetzt, teilweise eingebettet in die Mudden der Einheit 2  
oder diesen auf- bzw. unterlagernd  
Bodengruppen nach DIN 18196:2011-05: HZ, HN
- Einheit 4: Sande (Pleistozän)  
Fein- bis Grobsande,  $\pm$  kiesig,  $\pm$  schluffig  
Bodengruppen nach DIN 18196:2011-05: SE, SU, SU\*

Aus historisch – geologischer Sicht treten häufig Zyklen und Verzahnungen der drei holozänen Einheiten auf, so daß während des Holozäns seit ca. 10.000 Jahren (etwaiges Ende Pleistozän) in Zeiträumen eines erhöhten Meerwasserspiegels und flutreichen Perioden einerseits marin - brackische Kleie gebildet wurden und andererseits in ‚Trockenperioden‘ die Moore des Geestrandes vordrangen und darüber Mudden und Torfe bildeten, worauf in darauffolgenden Flutperioden wieder Kleie sedimentiert wurden, dabei relativ flachgründig in den ‚Dwogmarschen‘ und tiefgründiger in den ‚Kleimarschen‘ der Flußeinschnitte.

### 5.3 Bodenmechanische Feld- und Laboruntersuchungen

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in unserem Geotechnischen Basisstreckenbericht 362-19-016 ,BGU zum BV ‚Neubau ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘ /U1/ in Anlage A.4 zusammengestellt.

### 5.4 Organoleptische Ansprache und chemische Analytik

Sämtliche Bodenproben wurden organoleptisch begutachtet. Im Ergebnis der Begutachtung ist festzustellen, dass keine Auffälligkeiten vorlagen. Dementsprechend wurden keine chemischen Untersuchungen auf Schadstoffe gemäß LAGA ausgeführt.

## 5.5 Grundwasser

Während der Aufschlußarbeiten wurde in den Sondierlöchern Grundwasser in folgenden Tiefen gem. Tabelle 5-1 angetroffen.

Tabelle 5-1 Erkundungsaktuelle Grundwasserstände (GW)

Aufschluß Ansatzhöhe	A007_Vk -0,85 m NHN	Q004_Vk_neu_2b -0,54 m NHN	A008_Vk +0,12 m NHN
GW, angebohrt t [m]	2,85	7,80	3,03
GW, angebohrt [m NHN]	-3,70	-8,34	-2,91
Ruhe-GW t [m]	2,85	2,00	3,03
Ruhe-GW [m NHN]	-3,70	-2,54	-2,91
Datum	14.09.2020	24.09.2020	14.09.2020

Bei den bis auf nur 5 m Endteufe in die hier anstehenden Mudden geführten äußeren Rammkernsondierungen A007\_Vk und A008\_Vk, die ursprünglich als Baugrunderkundungen für die beidseitig der Querung anschließenden Gräben dienten, war eine eindeutige Unterscheidung des angebohrten Grundwasserstandes zum Ruhe-Grundwasserstand in Anbetracht der weichen – breiigen, wassergesättigten Bodenverhältnisse nur sehr schwer bis nicht möglich ist, so daß hier die tabellierten Grundwasserstände jeweils im angeschnittenen und im Ruhe-GW-Niveau gleichermaßen angenommen wurden.

Beim mittleren Aufschluss Q004\_Vk\_neu\_2b, der bis auf 10 m Endteufe in die hier anstehenden pleistozänen Sande geführt wurde, wurde in Sandoberkante 7,8 m unter OKG (entspr. -8,34 m NHN) der gespannte Hauptgrundwasserleiter angeschnitten. Folglich stieg im Sondierloch der Rammkernsondierung Q004\_Vk\_neu\_2b innerhalb von ca. 2-3 Std. der Meßpegel bis in das obere ‚Grundwasserstockwerk‘ der Mudden und Torfe, so daß in Q004\_Vk\_neu\_2b eine Ruhe-GW-Stand von 2,0 m unter OKG (entspr. -2,54 m NHN) gemessen wurde.

Dieser kann als

- Ruhe-GW-Niveau **-2,5 m NHN** im unmittelbaren Bereich der Querung ‚Pressung-07‘

angenommen werden.

In der Folge von Starkregenfällen muß ferner mit erheblichen Schwankungen der Grundwasserstände gerechnet werden. Die Grundwasserstände können dann im Extremfall bis auf Geländeoberkante (OKG) ansteigen.

## 6. Bewertung der Untersuchungsergebnisse

### 6.1 Baugrundmodell / Homogenbereiche

Neben einer bodenmechanischen Klassifizierung bzw. Einordnung der Schichten im Baugrundmodell nach DIN 18196:2011-05 wurden auch bautechnische Homogenbereiche zugewiesen, um den Untergrund nach ATV DIN 18300:2019-09 für Erdarbeiten zu charakterisieren.

#### 6.1.1 Wassergehalt und Konsistenz

An einer Mudde-Bodenprobe wurden der Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03 und die Konsistenz nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07 bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 6-1 Wassergehalt und Konsistenz nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03 / DIN EN ISO 17892-12:2020-07

Aufschluß	Tiefe (m)	Bodengruppe (Bodenart)	Wassergehalt (%)	Konsistenz $I_c$
Q004_Vk_neu_2b	4,0 - 5,0	OT-F (Mudde)	97,7	0,12 breiig

#### 6.1.2 Korngrößenverteilung

Zur Ermittlung der Korngrößenverteilung an 1 Mudde-Probe aus dem Aufschluß Q004\_Vk\_neu\_2b (t = 4,0 - 5,0 m unter OKG) wurde eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123 durchgeführt. Die Ergebnisse sind dem Anlagenkomplex A.4.1 zum Geotechnischen Basisstreckenbericht zum BV ‚Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘, FUGRO Germany Land GmbH /U1/ zu entnehmen.

Danach handelt es sich bei der Mudde um

- Ton, stark schluffig, schwach sandig, organisch der Bodengruppe OT-F nach DIN 18196:2011-05

Bei den pleistozänen Sanden, die mittels 1 Sandprobe aus dem Aufschluß Q004\_Vk\_neu\_2b (t = 8,0 - 9,0 m unter OKG) beprobt und per Naßsiegung analysiert wurden, handelt es sich um eng gestufte Sande, die als

- Fein- bis Mittelsande (Feinsand, stark mittelsandig) der Bodengruppe SE nach DIN 18196:2011-05

analysiert wurden.

Kiese, Steine oder Gerölle wurden bis zur Erkundungsendteufe von Q004\_Vk\_neu\_2b in 10 m unter OKG nicht angetroffen, jedoch ist deren Existenz im weiteren Teufenverlauf nicht auszuschließen.

### 6.1.3 Sulfatgehalt, Betonangriff und Stahlkorrosivität

Am Standort der geplanten benachbarten Querung ‚HDD-05 Neuenbrooker Hauptwettern‘ (Aufschluss Q001\_VK) wurde eine Grundwasserprobe hinsichtlich der Bestimmung der Betonaggressivität nach DIN 4030-1:2008-06 und Stahlaggressivität nach DIN 50929-3:2018-03, die den Sulfatgehalt, pH-Wert, kalkangreifendes CO<sub>2</sub>, Ammonium, Magnesium und weitere Inhaltsstoffe beinhalten, entnommen.

In Sichtung der bauchemischen Analysenwerte ist das Grundwasser hinsichtlich Betonangriff in die Kategorie ‚XA2 mäßig angreifend‘ aufgrund leicht erhöhter Werte von kalkangreifendem CO<sub>2</sub> (77 mg/l innerhalb der Grenzwerte >40...≤100 mg/l).

Bezüglich Stahlangriff ist das Grundwasser als ‚gering angreifend‘ in Bezug auf Mulden-/Lochkorrosion und ‚sehr gering angreifend‘ in Bezug auf Flächenkorrosion im Unterwasserbereich als auch an der Wasser-/Luft-Grenze einzustufen.

## 6.2 Zusammenstellung der Bodenmechanischen Kennwerte

Nachfolgend werden die in Feld- und Laborversuchen des Untersuchungsgebietes und aus Erfahrungswerten ermittelten bodenmechanischen Kennwerte tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 6-2 Bodenklassifikation und Bodenmechanische Kennwerte

Geologische Einheit (Schicht)	Boden-gruppe (DIN 18196)	Boden-klasse bis 08/2015 (DIN 18300)	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Effektiver Reibungswinkel $\phi'$ [°]	Effektive Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Undrained Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steife-zahl $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Durch-lässig-keits-beiwert $k_f$ [m/s]
1 - Marsch / Klei (Holozän)	TM, TA, OT, OU, SE, SU, SU*	4, 2	15 - 17	6 - 8	18 - 20	2 - 5	20 - 50 <sup>1)</sup> 5 - ≤ 20 <sup>2)</sup>	2 - 5 <sup>1)</sup> 0,5 - 2 <sup>2)</sup>	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-8</sup>
2 - Mudde (Holozän)	F, OU, OT	2	13,5-15,5	5 - 7	15 - 18	0 - 1	5 - ≤ 20 <sup>2)</sup>	0,5 - 2	10 <sup>-8</sup> - 10 <sup>-10</sup>
3 - Torf (Holozän)	HZ, HN	2, 3 <sup>3)</sup>	11 - 13	1 - 3	10 - 15	0	≈ 0 ≈ (15 - 25) <sup>4)</sup>	0 - 0,5	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup>
Unterhalb ca. 8 m Teufe unter OKG: 4 - Sande (Pleistozän)	SE, SU, SU*	3, 4	20 - 22	10 - 12	28 - 33	0 - 1	keine $c_u$ -Angabe, hier relevant: Lagerungsdichte: locker ( $I_b \leq 0,35$ ) bis mitteldicht ( $0,35 < I_b \leq 0,65$ )	10 - 40 <sup>5)</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>

<sup>1)</sup> oberhalb des Grundwasserspiegels bei weicher – steifer Konsistenz und  $c_u \geq 20$  kN/m<sup>2</sup>

<sup>2)</sup> unterhalb des Grundwasserspiegels bei flüssiger bis breiiger Konsistenz und  $c_u \leq 20$  kN/m<sup>2</sup>

<sup>3)</sup> beim Ausheben standfest bleibende Torfe der Gruppe HN mit geringem Wassergehalt

<sup>4)</sup> abgeschätzte undrained Scherfestigkeit für bautechnische Zwecke aus dem CPT-Spitzendruck abgeleitet

Bei Torfen kann es infolge der nicht zersetzten bzw. nur teilweise zersetzten Pflanzenfasern und Holzstücke zu einer erhöhten Scherfestigkeit kommen, die sich nicht aus der Bodenmatrix sondern aus der Bewehrungswirkung durch die Pflanzenfasern und Holzstücke ergibt.

<sup>5)</sup> vorherrschend körniges Material mit in der Regel ≤ 15% (untergeordnet 15-40%) Feinanteilen und lockerer ( $I_b \leq 0,35$ ) bis mitteldichter ( $0,35 < I_b \leq 0,65$ ) Lagerung

### 6.3 Bautechnische Klassifizierung (Homogenbereiche)

Die bautechnische Klassifizierung im Rahmen der ATV DIN 18300:2019-09, ATV DIN 18301:2019-09, ATV DIN 18304:2019-09, ATV DIN 18311:2019-09, ATV DIN 18319:2012-09 und ATV DIN 18324:2016-09 ist der nachfolgenden Tabelle 6-3 zu entnehmen:

Tabelle 6-3 Bautechnische Klassifikation der Schichtenfolgen

Geologische Einheit	Boden- gruppe DIN 18196	ATV DIN 18300 "Erdar- beiten"	ATV DIN 18301 "Bohr- arbeiten"	ATV DIN 18311 "Nassbagger- arbeiten"	ATV DIN 18304 "Pfehlvortrieb (Ramm-, Rüttel- und Verpreß- arbeiten)"	ATV DIN 18324 "Horizontal- spülbohr- arbeiten"	ATV DIN 18319 Rohrvortrieb (2012-09)
Mutterboden (Oberboden)	-	HBE 0	-	-	-	-	-
1 - Marsch / Klei (Holozän)	vorwieg. TM, TA, OT, OU	HBE 1	HBB 2 <sup>1)</sup> – HBB 1 <sup>2)</sup>	HBND 2 <sup>1)</sup> – HBND 1 <sup>2)</sup>	HBR 2 <sup>1)</sup> – HBR 1 <sup>2)</sup>	HBHD 2 <sup>1)</sup> – HBHD 1 <sup>2)</sup>	LBO 2 <sup>1)</sup> – LBO 1 <sup>2)</sup>
2 - Mudde (Holozän)	F, OU, OT	HBE 2	HBB 2 <sup>1)</sup> – HBB 1 <sup>2)</sup>	HBND 2 <sup>1)</sup> – HBND 1 <sup>2)</sup>	HBR 2 <sup>1)</sup> – HBR 1 <sup>2)</sup>	HBHD 2 <sup>1)</sup> – HBHD 1 <sup>2)</sup>	LBO 2 <sup>1)</sup> – LBO 1 <sup>2)</sup>
3 - Torf (Holozän)	HZ, HN	HBE 3	HBBO 1 (HZ) HBBO 2 (HN)	HBND-O1 (HZ) HBND-O1 (HN)	HBR-O1(HZ) HBR-O2 (HN)	HBHD-O1 (HZ) HBHD-O2 (HN)	LO
Unterhalb ca. 8 m Teufe unter OKG: 4 - Sande (Pleistozän)	SE, SU, SU*	HBE 4	HBB 3 <sup>3)</sup>	HBND 3 <sup>4)</sup> HBND 4 <sup>5)</sup>	HBR 3 <sup>3)</sup>	HBHD 3 <sup>3)</sup>	LNE1 – LNE2 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> bei weicher – steifer Konsistenz und  $c_u > 20 \text{ kN/m}^2$

<sup>2)</sup> bei flüssiger bis breiiger Konsistenz und  $c_u \leq 20 \text{ kN/m}^2$

<sup>3)</sup> vorherrschend körniges Material mit in der Regel  $\leq 15\%$  (untergeordnet 15-40%) Feinanteilen und lockerer ( $I_D \leq 0,35$ ) bis mitteldichter ( $0,35 < I_D \leq 0,65$ ) Lagerung

<sup>4)</sup> HBND 3 bei Kiesanteil  $\leq 10\%$  sowie Feinkornanteilen ( $\leq 0,063\text{mm}$ )  $\leq 15\%$

<sup>5)</sup> HBND 4 bei Kiesanteil  $\leq 10\%$  sowie Feinkornanteilen ( $\leq 0,063\text{mm}$ )  $> 15\%$

Da sich die Literatur zu Vortriebsarbeiten sowie die noch immer aktuellen Arbeitsblätter der DWA-A 125 auf die Klassifizierung der vor August 2015 gültigen DIN 18319:2012-09 beziehen, werden in Tabelle 6-3 auch die alten Klassen als grobe Gliederung für den Rohrvortrieb verwendet und in den Tabellen 6-4 bis 6-6 mit Bandbreiten für Bodenparameter unterlegt.

Tabelle 6-4: Homogenbereich LBO (Rohrvortrieb nach DIN 18319:2012-09)

Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Homogenbereich LBO 1 - LBO 2
1	Ortsübliche Bezeichnung	Klei bzw. Mudde (Holozän)
2	Kornverteilung	siehe Körnungsband für HBE 2 im Basisstreckenbericht
3	Boden- gruppe	vorw. TM, TA-OT, F-OT
4	Anteil Steine und Blöcke (geschätzt) / mineralogische Zusammensetzung	~ 0 % für Steine ~ 0 % für Blöcke

Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Homogenbereich LBO 1 - LBO 2
5	Lagerungsdichte $I_D$ [%] aus Drucksondierung korreliert	nicht anwendbar
6	Dichte $[\text{g}/\text{cm}^3]$ im natürlichen Zustand	1,35 – 1,55
7	Wassergehalt [%]	42 – 171
8	Konsistenz, Konsistenzzahl $I_c$ [-] nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	LBO 1: breiig - sehr weich; $I_c < 0,50$ LBO 2: weich - steif; $0,50 \leq I_c < 1,00$ (oberhalb GW)
9	Plastizität und Plastizitätszahl $I_p$ [%] nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	Mudde (breiig – weich): $I_p = 55 - 95$ ; $W_L = 95 - 145$ ; $W_P = 36 - 56$ Mudde (weich – steif): $I_p = 72 - 78$ ; $W_L = 112 - 115$ ; $W_P = 34 - 43$
10	Undrained Scherfestigkeit $c_u$ [kPa] mit $c_u \approx (q_t - \sigma'_{vo})/N_k$ ( $15 \leq N_k \leq 20$ )	LBO 1: $c_u \leq 20$ , i.d.R. $5 - \leq 20$ (breiig – weich unterhalb GW) LBO 2: $c_u \approx 20 - 50$ (weich - steif oberhalb GW)
11	Organischer Anteil [%]	allgemein: 5,6 – 12,6 speziell: 14,5 – 24,0 (bei torfigen Mudden)
12	Reibungswinkel $[\circ]$ Kohäsion $[\text{kN}/\text{m}^2]$	$\phi' = 15 - 18$ $c' = 0 - 1$
13	Kalkgehalt [%]	0 – 4,4
14	Durchlässigkeit $[\text{m}/\text{s}]$	$\approx 10^{-7} \dots 10^{-10}$
16	Abrasivität	vernachlässigbar
17	Sensitivität [-] nach DIN EN ISO 14688-2:2020-11	niedrig ( $< 8$ ) für organogene Böden bis mittel ( $> 8 - < 30$ ) für organische Böden (Sensitivität abgeschätzt nach Bjerrum (1954) aus Liquiditätszahl $I_L$ )

Tabelle 6-5: Homogenbereich LO (Rohrvortrieb nach ATV DIN 18319:2012-09)

Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Homogenbereich LO
1	Ortsübliche Bezeichnung	Torf (Holozän)
2	Kornverteilung	nicht anwendbar
3	Bodengruppe	HN, HZ
4	Anteil Steine und Blöcke (geschätzt) / mineralogische Zusammensetzung	$\sim 0$ % für Steine $\sim 0$ % für Blöcke
5	Lagerungsdichte $I_D$ [%] aus Drucksondierung korreliert	nicht anwendbar
6	Dichte $[\text{g}/\text{cm}^3]$ im natürlichen Zustand	1,1 – 1,3
7	Wassergehalt [%]	HN: 53 – 104 HZ: 190 - 460
8	Konsistenz, Konsistenzzahl $I_c$ [-] nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	nicht anwendbar
9	Plastizität und Plastizitätszahl $I_p$ [%] nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	nicht anwendbar
10	Undrained Scherfestigkeit $c_u$ [kPa] mit $c_u \approx (q_t - \sigma'_{vo})/N_k$ ( $15 \leq N_k \leq 20$ )	$c_u \approx 0$ (aus Bodenmatrix) $15 \leq c_u \leq 25$ für bautechnische Zwecke Bei Torfen kann es infolge der nicht zersetzten bzw. nur teilweise zersetzten Pflanzenfasern und Holzstücke zu einer erhöhten Scherfestigkeit kommen, die sich nicht aus der Bodenmatrix sondern aus der Bewehrungswirkung durch die Pflanzenfasern und Holzstücke ergibt.
11	Organischer Anteil [%]	HN: 29,3 – 90,9 HZ: 59,4 – 83,6

Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Homogenbereich LO
12	Reibungswinkel [°] Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi' = 10 - 15$ $c' \approx 0$
13	Kalkgehalt [%]	-
14	Durchlässigkeit [m/s]	$\approx 10^{-5} \dots 10^{-8}$
16	Abrasivität	vernachlässigbar
17	Sensivität [-] nach DIN EN ISO 14688-2:2020-11	nicht anwendbar
18	Benennung und Beschreibung	organischer Boden aus zersetztem (HZ) bis nicht zersetztem Torf (HN)

Tabelle 6-6 Homogenbereich LNE (Rohrvortrieb nach ATV DIN 18319:2012-09)

Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Homogenbereich LNE 1 – LNE 2
1	Ortsübliche Bezeichnung	Sande (Pleistozän)
2	Kornverteilung	siehe Körnungsband für HBE 4 im Basisstreckenbericht
3	Bodengruppe	SE, SU, SU*
4	Anteil Steine und Blöcke (geschätzt) / mineralogische Zusammensetzung	< 5 %
5	Lagerungsdichte $I_D$ [%] aus Drucksondierung korreliert	$\approx 20 - 60$ locker bis mitteldicht
6	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,70 – 2,10
7	Wassergehalt [%]	-
8	Konsistenz, Konsistenzzahl $I_c$ [-] nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	nicht relevant
9	Plastizität und Plastizitätszahl $I_p$ [%] nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07	nicht relevant
10	Undränierete Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ] nach Drucksondierung	nicht relevant
11	Organischer Anteil [%]	$\leq 2,2$
12	Reibungswinkel [°] Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	27 – 30 0 – 1
13	Kalkgehalt [%]	-
14	Durchlässigkeit [m/s]	$10^{-4} \dots 10^{-6}$
16	Abrasivität	nicht relevant
17	Sensivität	nicht relevant

## 7. Folgerungen und Bautechnische Empfehlungen

### 7.1 Rohrvortrieb

Grundsätzlich ist der erkundete Baugrund für die Verlegung der Hochdruckgasleitung in geschlossener Bauweise geeignet. Auf Grundlage der direkten und indirekten Aufschlüsse werden die relevanten Schichten im möglichen Bereich des Rohrvortriebes gemäß DWA-A 125 und ATV DIN 18319:2012-09 (alte Norm) mit LBO 1 sowie LO für die bis in Teufen von ca. 8,0 m unter OKG anstehenden breiigen bis sehr weichen Mudden der Bodengruppe F-OT sowie Torfe der Bodengruppen HN-HZ klassifiziert. Die Bandbreiten der Bodenkennwerte dieser geologischen Einheiten 2 und 3 sind in Abschnitt 6.3 (Tabelle 6-3) zusammengestellt.

In den größtenteils breiigen bis sehr weichen Mudden (Homogenbereich LBO 1) wird aus den Ergebnissen der Drucksonde eine undrained Scherfestigkeit  $c_u \approx 5 - \leq 20$  kPa abgeschätzt, da in dieser geologischen Einheit 2 kein nennenswerter Spitzenwiderstand ( $q_c \leq 0,3$  MPa) und keine nennenswerte Mantelreibung ( $f_s \leq 0,03$  MPa) festgestellt wurden. Im Torf (Homogenbereich LO) der geologischen Einheit 3 werden leicht höhere Spitzendruckwerte ( $q_c \leq 0,6$  MPa) und Mantelreibungen ( $f_s \leq 0,06$  MPa) erreicht, die eine Korrelation zur undrained Scherfestigkeit  $c_u \approx 15 - \leq 25$  kPa zulassen.

#### 7.1.1 Allgemeine Angaben und Annahmen

An der Querung ‚Pressung-07‘ soll das Stahlrohr der ELT 180 mit einem Nennquerschnitt von 800 mm im Abstand von ca.  $\geq 3$  m unter der Landstraße ‚L119‘ mit einem ca. 40 m nördlich parallel verlaufenden Landwirtschaftsweg (‚Schmerland‘) sowie 2 Dränagebräben im Preßbohrverfahren nach ATV DIN 18319:2019-09 verlegt werden.

Während der Baugrunderkundung im Zeitraum vom 14.- 24.09.2020 wurde Grundwasser unter trockenen Witterungsbedingungen im Haupt-Aufschluss Q004\_Vk\_neu\_2b in 2,0 m unter OKG (entspricht ca. -2,5 m NHN) angetroffen.

In niederschlagsreichen Zeiten ist ein weiterer Anstieg bis zur Geländeoberkante (OKG) möglich bzw. nicht auszuschließen.

Unter Beachtung der Mindestüberdeckung nach DWA – A 125 von  $1,5 \times D_a$  beim Pressen mit offenem Stahlrohr bzw. mit Horizontal-Pressbohrgerät liegt die Oberkante des zur Verpressung vorgesehenen Produktrohres DN 800 bei ca. -2,5 m NHN, wenn man die nördlich neben der Landstraße L119 mit LW-Weg ‚Schmerland‘ liegende Grabensohle in ca. -1,2 m NHN /U19/ als Bezugshöhe annimmt.

In diesem Fall würde das Vortriebsrohr (= Produktrohr DN 800) zumindest außerhalb des Straßenaufbaus im Torf und ggf. in damit assoziierten Mudden der geologischen Einheiten 3 und 2 verlaufen (s. geologischer Schnitt in Anlage A2).

Hinweis: Zusätzlich wird parallel, in einem horizontalen Abstand (Rohrachsen) von ca. 4,0 m zur Hauptleitung (DN 800), die Verlegung eines trassenbegleitenden LWL-Kabels vorgesehen. Dazu ist eine zweite Bohrung notwendig. Diese soll mittels HDD-Verfahren durchgeführt werden. In den Bohrkanaal wird ein HDPE-Kabelleerrohr (DA225) eingezogen. In das Innere des Kabelleerrohrs werden zwei weitere entsprechend kleiner dimensionierte Kabelleerrohre (DA50) eingebracht.

## 7.1.2 Verfahren

Vorschläge zu geeigneten Rohrvortriebsverfahren erfolgen auf der Grundlage des Anhanges B des Arbeitsblattes DWA-A 125 /U3/ sowie den Angaben in /U13/. Nach der Tabelle im Anhang B wird der Einsatz von Mikrotunnelbau (DWA-A 125 Abschnitt 6.1.3.1) in breiigen bis weichen Böden (LBM 1 und LBO 1) im und oberhalb des Grundwassers als kritisch eingeschätzt. Nach den Angaben in /U13/ werden breiige bis weiche Böden mit Konsistenzzahlen  $I_c < 0,5$  in die Klasse S4 eingeordnet, die als ‚nicht steuerbar‘ gilt. Das heißt, steuerbare Verfahren (DWA-A 125 Abschnitt 6.1.3.1) sollten innerhalb der geologischen Einheit 1, 2 und 3 nach /U13/ nicht zum Einsatz kommen.

In Böden mit breiiger bis weicher Konsistenz können auf Grundlage der Erfahrungswerte in Anhang B des Arbeitsblattes DWA-A 125 demnach die folgenden, in Tabelle 7-1 aufgelisteten Methoden zum Einsatz kommen:

Tabelle 7-1: Mögliche Verfahren des Rohrvortriebes nach DWA-A 125

Abschnitt nach DWA-A 125	Verfahren	Rohraußendurchmesser $D_a$ (mm)	Vortriebslänge für homogene Böden (m)	Mindestüberdeckung nach DWA A-125
<b>6.1.2.2.1</b> <b>9.5</b>	Horizontalramme/-presse mit offenem Rohr	$\leq 2000$	$(D_a \text{ in mm})/10$	$1,5 \times D_a$
<b>6.1.2.2.2</b> <b>9.5</b>	Horizontal-Pressbohrgerät	$\leq 1600$	$(D_a \text{ in mm})/10$	$1,5 \times D_a$

Bei der durchgeführten Baugrunderkundung wurden innerhalb der geologischen Einheiten 1 bis 3 keine Steine und Blöcke bzw. Bohrhindernisse angetroffen. Angesichts der Geologie sollten Steine und Blöcke in den geologischen Einheiten 1 (Klei), 2 (Mudde) und 3 (Torf) nicht angetroffen werden. Erst in den ab ca.  $\geq 8$  m unter OKG einsetzenden pleistozänen Sanden der Einheit 4 können Kiese sowie vereinzelt auch Findlinge als Steine und Blöcke erwartet werden.

Bei der Auswahl des Rohrmaterials und Bohrverfahrens sind die Höhe des Grundwassers, der Einfluss des hydrostatischen Drucks auf das Rohr und die Spundwände am Start- und Zielschacht zu berücksichtigen und entsprechende erforderliche statische Nachweise zu erbringen.

Ergibt sich während der Ausführung die Gefahr von Ausfließen von Boden, Wassereintrüben, Vortriebshebungen, Schäden an Vortriebsrohren oder baulichen Anlagen, hat der Auftragnehmer unverzüglich die notwendigen Maßnahmen zur Verhütung von Schäden zu treffen und die Gefährdung sowie bereits eingetretene Schäden dem Auftraggeber unverzüglich mitzuteilen.

### 7.1.3 Setzungsprognose infolge Rohrvortrieb

Im Rahmen der Planung von Rohrvortrieben ist die Prognose von Setzungen des Baugrunds oberhalb der Leitung und eine daraus abgeleitete Bewertung möglicher konstruktiver Schäden von Bestandbebauung und Versorgungsleitungen sowie Sicherungsmaßnahmen zu ermitteln.

Die zu erwartenden Setzungen im Bereich der Untersuchungstrasse infolge der geplanten Durchörterung ergeben sich aus dem Verhältnis des Rohrdurchmessers zur Überdeckungshöhe in Abhängigkeit des anstehenden Bodens. Für eine überschlägige Berechnung der Setzungen infolge von Durchörterungen wird der Ansatz nach SCHERLE verwendet, der sich im Vergleich zu Analytischen Verfahren als überschlägliche Methode bewährt hat. Der Ansatz nach Scherle ist in /U13/ beschrieben.

Hierbei handelt es sich um eine vereinfachte Setzungsprognose in homogenem Baugrund auf Grundlage von Überschnitt, Bodenmehrentnahme und allgemeiner Auflockerung. Die maximale Setzungsamplitude im Mittelpunkt der Setzungsmulde ergibt sich wie folgt:

$$S_{max}(cm) = \frac{D_a}{1 + \frac{h}{2D_a}} \cdot B_K$$

$$L(m) = D_a + h$$

mit:

$D_a$  = Rohraußendurchmesser (m)

$B_K$  = Bodenkennziffer (-)

$h$  = Überdeckungshöhe (m)

$L$  = Länge bzw. Einflussbreite der Setzungsmulde (m)

Die Zuordnung der Bodenkennziffer kann Tabelle 7-2 entnommen werden.

Tabelle 7-2: Zuordnung Bodenkennziffer  $B_K$

Lagerungsdichte Konsistenz	sehr dicht	dicht	locker	sehr locker	halbfest	steif	weich	breiig
$B_K$	1,5	2	3	4	2	3	4	6

Anhand einer breiigen bis weichen Konsistenz im Überdeckungsbereich des Rohrvortriebes sowie einer angenommenen Haupt-Überdeckungshöhe unter der Landstraße ‚L119‘ von 3,2 m wird die maximale Setzung im Mittelpunkt der Setzungsmulde zu 1,0 bis 2,0 cm (siehe Tabelle 7-3) abgeschätzt.

Tabelle 7-3: Setzungsprognose für 3,2 m Überdeckungshöhe

Rohrdurchmesser (m)	Setzungsprognose (cm)	Länge der Setzungsmulde (m)
DN 800 / $D_a = 0,813...0,82$	1,0 – 2,0	4,0

Die Setzungsprognose kann nur dann eingehalten bzw. unterschritten werden, wenn der Rohrvortrieb mit entsprechend geeigneter Technik und einer gewissenhaften Bauausführung erfolgt. Es wird darauf hingewiesen, dass im Zuge der Durchörterung vorlaufende Hebungen in der Größenordnung der möglichen Setzungen auftreten können.

## 7.2 Beweissicherung

Aus geotechnischer Sicht wird im entsprechenden Einflussbereich eine Beweissicherung durch Fotos und geodätische Einmessung der Geländeoberfläche an den Press- und Zielgruben beidseitig des Grabens vor und nach der Bauausführung empfohlen. Die Bauarbeiten sind so zu planen und auszuführen, dass Schäden (Hebungen oder Setzungen) im Einflussbereich des Straßendamms und des nebenliegenden Landwirtschaftsweges vermieden werden. Der Einflussbereich einschließlich eines geeigneten Sicherheitszuschlages wird mit jeweils 50,0 m in beiden Richtungen von der projizierten Mittelachse der geplanten ‚Pressung-07‘ empfohlen. Insgesamt sollen ca. 100,0 m Profillänge beidseitig des Verkehrsdammes der Landstraße L119, ausgehend von den Press- bzw. Zielgruben sowie mit Erfassung des Landwirtschaftsweges ‚Schmerland‘, der zwischenliegenden Grünfläche und beider Drägegräben, geodätisch in Lage und Höhe vor und nach der Baumaßnahme eingemessen werden.

## 7.3 Fremdleitungen

Die genaue Lage der Fremdleitungen muss bei der Planung des Verlaufs und der Tiefe unter OKG sowie der Lage von Start- und Zielschacht recherchiert und beachtet werden. Der lichte Abstand zwischen Fremdleitungen und der Gashochdruckleitung ETL 180 im Kreuzungspunkt muss mit den Fremdleitungsbetreibern abgestimmt werden.

In /U13/ werden zu sich kreuzenden Gasleitungen keine spezifischen Hinweise gegeben, da die aus der Kreuzung ergebenden Probleme und Schwierigkeiten in der Regel immer speziell besprochen werden müssen.

Laut /U16/ darf für Kreuzungen von Rohrleitungen ein Mindestabstand von 0,2 m nicht unterschritten werden.

## 7.4 Press- und Zielgrube

Die Errichtung der Start- bzw. Press- und Zielgrube hat unter Beachtung der Angaben in DIN 4124:2012-01 und DIN 4123:2013-04 zu erfolgen. Unter Beachtung der Lage- und Höhensituation des in ca. -0,8...-0,2 m NHN liegenden Geländes und der Verkehrsdämme der L119 (OK.Asphalt ca. +0,8 m NHN gem. /U19/) sowie des ca. 40 m nördlich liegenden Landwirtschaftsweges (OK.Asphalt ca. -0,25 m NHN gem. /U19/) wird eine Presslänge von ca. 100 m abgeschätzt.

Die genaue Lage von Fremdleitungen muss mit den jeweiligen Betreibern im Vorfeld der Baumaßnahme genau erörtert werden und die Lage des geplanten Rohrvortriebs der ETL 180 ggf. angepasst werden.

Im Bereich der Start- und Zielgrube stehen grundwasserführende breiig bis weiche bzw. teilweise weich bis steife bindige Böden an. Aus diesem Grund werden Spundwandkästen zur Ausbildung von Start- und Zielgrube empfohlen. Basierend auf den im geologischen Schnitt angegebenen Daten kann von einer Grubentiefe von ca. -4,0 m NHN ausgegangen werden.

Während der Baugrunderkundung am 24.09.2020 unter trockenen, sommerlichen Bedingungen wurde Grundwasser im Haupt-Aufschluß Q004\_Vk\_neu\_2b erst in 2,0 m unter OKG (entspr. ca. -2,5 m NHN) angetroffen. In niederschlagsreichen, humiden Zeiten ist jedoch ein starker Anstieg bis zur Geländeoberkante (OKG) möglich bzw. nicht auszuschließen. Für hydrostatische Bemessungszwecke sollte ein erhöhter Grundwasserstand in ca. -1,0 m NHN (entspr. einer hydrostatischen Wassersäule auf dem Niveau der angenommenen Grubensohle von ca. 3 m) angenommen werden.

Die in Abschnitt 6 und in /U1/ klassifizierten Böden sind leicht bis mittelschwer rammbar und die Wahrscheinlichkeit, dass Rammhindernisse angetroffen werden, ist aus geologischen Gesichtspunkten eher gering. Dennoch können Rammhindernisse, wie Steine und Blöcke, nicht völlig ausgeschlossen werden.

#### 7.4.1 Grubenverbau

Beispiele für Baugrubengrößen in Abhängigkeit des Nenndurchmessers DN sind im Arbeitsblatt DWA-A 125 /U3/ gegeben. Danach kann unter der Annahme von DN 800 die Mindest-Abmessung der Startgrube mit ca. 5,8 m x 4,0 m und die die Mindest-Abmessung der Zielgrube mit ca. 4,5 m x (2,5 m bis 3,0 m) angenommen werden.

Planungsseitig betragen die Grundriss - Abmessungen gemäß /U18/:

- Startgrube (Pressgrube) 20 m x 4 m
- Zielgrube 8 m x 4 m

Es werden aus oben genannten Gründen dichte Spundwandkästen empfohlen.

Im Haupt-Aufschluß der Rammkernsondierung Q004\_Vk\_neu\_2b wurden unter oberflächennahen Kleien nachfolgend bis 7,8 m  $\approx$  8 m unter OKG Torfe und breiige bis weiche Mudden angetroffen, die in Hinblick auf die Einbindung der Spundwände als nicht tragfähig angesehen werden. Darunter setzen ab ca. 8 m unter OKG (entspr. ca. -8,5 m NHN) die pleistozänen Sande der geologischen Einheit 4 ein, in die die Spundwände standsicher eingebunden werden müssen.

Die für eine Pressgrube notwendige horizontale Steifigkeit zur Aufnahme der notwendigen Vortriebskraft im Pressenwiderlager/Widerlagerwand wird nicht ohne zusätzliche Maßnahmen erreicht, da der Boden hinter der Widerlagerwand vorwiegend als Torf [HN/HZ] sowie untergeordnet als Mudde im breiigen bis weichen Zustand angenommen werden muss. Wie in Tabelle 6-3 angegeben, wird die Steifigkeit der geologischen

- Einheiten 3 und 2 (Torf bzw. Mudde) mit  $E_s \approx 0,5 - 2 \text{ MN/m}^2$

eingeschätzt.

Nach dem in /U15/ angegebenen Diagramm (nach SIA 195) zur Vordimensionierung des Pressenwiderlagers, wird unter Annahme einer Steifzahl  $E_s \approx 0,5 \text{ MN/m}^2$  für die überwiegend im Vortriebsbereich zu erwartenden Torfe, einer Grubentiefe von OKG bis  $h \approx 3,5 \text{ m}$  Tiefe unter OKG entspr. ca.  $-4,0 \text{ m NHN}$  (in den Einheiten 1 (Klei) und hauptsächlich 3 (Torf) bzw. 2 (Mudde) liegend) und einer Breite des Widerlagers  $b_{\text{wid}} \approx 3,0 \text{ m}$  eine maximale Vortriebskraft in der Größenordnung von lediglich  $V_{\text{zul}} \approx 50 \dots 100 \text{ kN}$  erreicht.

Eine genaue Berechnung der zulässigen Vortriebskraft ist nach DIN 4085:2017-08 möglich.

Maßnahmen zur Erhöhung der zulässigen Vortriebskraft werden in den Einheiten 3 (Torf) und 2 (Mudde) als erforderlich erachtet. Eine Möglichkeit wäre die konstruktive Aussteifung des Spundwandkastens durch weitere quer zum Spundwandkasten angeordnete Spundbohlen bzw. die Erhöhung der Scherfestigkeit des Bodens hinter der Widerlagerwand. Eine weitere Möglichkeit wären die Anordnung von horizontalen oder schwach geneigten pfahlähnlichen Elementen hinter der Widerlagerwand.

Eine Möglichkeit zur Vermeidung der Notwendigkeit eines Pressenwiderlagers wäre die Horizontalramme (DWA-A 125 Abschnitt 6.1.2.2.1), aber in diesem Fall ist zwar keine vertikale Widerlagerwand notwendig, aber die entstehenden Kräfte müssen dann über die Baugrubensohle abgetragen werden.

Infolge des maximal anzunehmenden hydrostatischen Wasserdrucks von ca.  $3,0 \text{ m}$  bzw. ca.  $0,30 \text{ bar}$  in ca.  $-4,0 \text{ m NHN}$  wird empfohlen, die Seite der Grube an der eingefahren wird mit einer sogenannten Brillenwand abzudichten. Zusätzlich sollte der breiige bis weiche Boden im Einfahrbereich hinter der Brillenwand ggf. verbessert bzw. die Scherfestigkeit erhöht werden, um ein Ausfließen zu erschweren. Nach Starkregenereignissen kann der Wasserdruck auch höher liegen.

## 7.4.2 Baugrubensohle und Wasserhaltungsmaßnahmen

Um den Einfluss einer Grundwasserabsenkung lokal zu begrenzen wird empfohlen, das Grundwasser nur innerhalb des dichten Spundwandkastens abzusenken. Aufgrund der geländenahen setzungsempfindlichen Schichten (Klei, Mudde und Torf der geologischen Einheiten 1 – 3) ist großräumige Wasserhaltung zu vermeiden.

Dazu sind innerhalb der Spundwandkästen der Press- und Zielgruben geeignete Sohlstabilisierungs- und Entwässerungsmaßnahmen in den, im Baugrubensohlbereich von  $\approx 3,5 \text{ m}$  Tiefe unter OKG (entspr. ca.  $-4,0 \text{ m NHN}$ ) anstehenden Torfen und Mudden der geologischen Einheiten 3 und 2 vorzusehen.

Während der Baugrunderkundung am 24.09.2020 unter trockenen, sommerlichen Bedingungen wurde Grundwasser im Haupt-Aufschluß Q004\_Vk\_neu\_2b erst in  $2,0 \text{ m}$  unter OKG (entspr. ca.  $-2,5 \text{ m NHN}$ ) angetroffen. In niederschlagsreichen, humiden Zeiten ist jedoch ein starker Anstieg bis zur Geländeoberkante (OKG) möglich bzw. nicht auszuschließen.

Zur Sohlstabilisierung und Wasserhaltung sollte eine  $\geq 0,5$  m dicke Auflastfilter-Kiesschicht (GW/GI) mit Pumpensumpfausbau (zum Beispiel aus perforierten Brunnenschachtringen  $\varnothing 1,0$  m) und Entwässerung zur Vorflut vorgesehen werden. Ergänzend können Kleinfiterbrunnen, bestehend aus Filterlanzen 2'' bis 2½'' (DN 50...65) mit filterstabiler Feinkies-Sandummantelung (0-4 mm) in 5''-Bohrlöchern (DN 125) vorgesehen werden, die außen im Abstand von ca. 1 m um die Start- und Zielgruben-Spundwände herum bei ca. 2 – 3 m Filterlanzen-Abstand angeordnet werden. Der trichterförmig um die Filterlanzen entstehende Unterdruck saugt das Wasser aus dem Boden und leitet es zu einer Vakuum-Baupumpe, von wo es über die Wasserpumpe abgeführt wird.

Alternativ können eine Düsenstrahlsohle durch Injektion von Zementsuspension oder eine Unterwasserbetonsohle als Trag- und Sperrschicht hergestellt werden, um einen Wideranstieg des Wassers nach dem Leerpumpen zu verhindern. Die Mächtigkeit der Düsenstrahl- bzw. Unterwasserbetonsohle (WU-Sohle) muss den statischen Erfordernissen während der Pressarbeiten entsprechen. Ggf. kann die Düsenstrahl-/WU-Sohle mit dem Spundwandkasten verankert werden. Das Einbringen von pastösen Stoffen muss bei der unteren Wasserbehörde angezeigt werden.

In die Düsenstrahl-/WU-Sohle sollten sowohl bei der Press- als auch der Zielgrube jeweils Brunnenschachtringe (zum Beispiel  $\varnothing 1,0$  m) als Pumpensümpfe mit Entwässerung zur Vorflut integriert werden, um eine Entspannung gegen hydraulische Drücke zu bewirken.

Der Widerstand gegen hydraulische Drücke sowie die Tragfähigkeit der Baugrubensohle muss nachgewiesen werden. Bei der Auswahl der Spundwände und der Entwässerungs- bzw. Abdichtungsverfahren der Baugrubensohle ist hydrostatisches Grundwasser in der vorgenannten Größenordnung bis mindestens -1,0 m NHN, besser jedoch bis zur OKG (im Mittel ca. -0,5 m NHN), zu berücksichtigen.

### 7.4.3 Bodenaushub (Lösbarkeit und Wiederverwendbarkeit)

Für die Erschließung der Start- und Zielgrube müssen folgende Aushubmaterialien ausgebaut, gelagert, wiedereingebaut bzw. entsorgt werden:

- Kulturboden (geologische Einheit 0)
- Klei (geologische Einheit 1)
- Mudde (geologische Einheit 2)
- Torf (geologische Einheit 3)

Der Kulturboden ist separat zu lagern, vor Verdichtung und Austrocknung zu schützen und wird nach Beendigung der Bauarbeiten wieder als Kulturboden aufgebracht.

In jedem Fall müssen die Mudden der geologischen Einheit 2 und die Torfe der geologischen Einheit 3 und vor ihrer Verwertung auf Grundlage der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) geprüft werden. Auf Grundlage des Organikgehalts werden die Mudden und Torfe nach LAGA

in Z2 eingestuft und dürfen auf dieser Grundlage eigentlich nicht wiederverwendet werden. Es wird empfohlen schon vor Beginn der Baumaßnahme mit den zuständigen Behörden zu sprechen, um eine Lösung zur Verwertung zu erarbeiten. Liegt der TOC-Wert (Total Organic Content) oberhalb des entsprechenden Zuordnungswertes, muss das Bodenmaterial nicht zwangsläufig beseitigt werden. Häufig kann und sollte es unter bestimmten Bedingungen verwertet bzw. wiederverwendet werden. Die LAGA M20 sieht in solchen Fällen eine Einzelfallprüfung vor.

Hinsichtlich Lösbarkeit bzw. hinsichtlich der gewerksspezifischen ATV DIN 18300:2019-09 werden der Kulturboden der geologischen Einheit 0 dem Homogenbereich HBE 0, der Klei der geo-logischen Einheit 1 dem Homogenbereich HBE 1, die Mudde der geologischen Einheit 2 dem Homogenbereich HBE 2 und der Torf der geologischen Einheit 3 dem Homogenbereich HBE 3 zugeordnet. Die Bandbreiten der Bodenparameter der Homogenbereiche HBE 0 bis HBE 4 sind im Basisstreckenbericht /U1/ enthalten.

#### 7.4.4 Baugrubenverfüllung

Zunächst wird darauf hingewiesen, dass die stark zusammendrückbaren Kleiböden, Mudden und Torfe der geologischen Einheiten 1 bis 3 nicht bis nur gering, in jedem Falle ‚unzureichend‘ verdichtbar sind. Mit nachträglichen Setzungen und Sackungen wäre zu rechnen. Torfe sind generell unmittelbar nach dem Aushub auszusondern und dürfen nicht mit in die Haufwerke B oder C gelangen.

Im Hinblick auf die angestrebte setzungs- und verformungsarme Verfüllung der dem Straßendamm der Landstraße ‚L119‘, dem ca. 40 m nördlich parallel verlaufenden Landwirtschaftsweg (‚Schmerland‘) sowie dem südlich der L119 liegenden Drainagegraben relativ nahe liegenden Press- und Zielgruben sollten für die Haupt-Verfüllung bis zur Ebene von 0,60 m unter OKG verdichtungsfähige, nichtbindige Mineralbaustoffe aus

- weit- bis intermittierend gestuften, sandigen Kiesen bzw. Brechkorngemischen (Hartsteinschottern) der Bodengruppen [GW/GI] nach DIN 18196:2011-05 in den empfohlenen Sieblinienbereichen nach ZTVT StB95/2002 der Körnung 0/32...0/45

vorgesehen werden.

Alternativ zu dieser Haupt-Verfüllung der Baugruben mit nichtbindigen Mineralbaustoffen kann auch der Einbau von bindemittelstabilisiertem Aushubboden aus dem Haufwerk C bis zur Ebene von 0,60 m unter OKG erfolgen.

Als geeignete Stabilisierungsmethode wird in Anbetracht der im Haufwerk C gelagerten feinkörnigen Mudde- und Kleiböden eine

- Stabilisierung mit Mischbindemitteln als Kombination aus genormten hydraulischen Bindemitteln (z.B. CEM I, II, III) und Baukalken (z.B. CL 90, CL 80, DL 85, DL 80)

erachtet. Von einer reinen Kalkstabilisierung ist aus umwelt- und gesundheitsrelevanten Gesichtspunkten in Anbetracht der Nähe der Baumaßnahmen zu urbanen Siedlungsgebieten abzuraten.

Weitere Details zu den hierzu erforderlichen Eignungsprüfungen zur Ermittlung der optimalen Bindemittelart und –menge sind dem Geotechnischen Basisstreckenbericht zum BV ‚Neubau der Gashochdruckleitung ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen‘, Abschnitt 5.5.2.2, FUGRO Germany Land GmbH /U1/ zu entnehmen.

Mit diesen standsicheren und verformungsarmen Verfüllmaßnahmen wird sichergestellt, daß die Verkehrsdammschultern (bzw. Grabenschultern) nicht horizontal deformieren und keine Böschungsbruchgefährdungen provoziert werden.

Alle diesbezüglichen Wiederverfüllmaßnahmen sind in Schichtlagen von jeweils ca. 30 cm durchzuführen und lagenweise auf einen Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100\%$  mit geeigneten Verdichtungsgeräten zu verdichten.

Lediglich im geländeoberflächennahen Abschluß können bindige, weich- bis steifkonsistente Böden des Haufwerkes B von  $t = 0,60 - 0,30$  m unter OKG und nachfolgend der Mutterboden des Haufwerkes A (geologische Einheit 0 – HBE 0) bis zur Geländeoberkante eingebaut werden, da die Press- und Zielgruben zwar in Verkehrsdamm- bzw. Grabennähe liegen, jedoch bereits in den jeweiligen Randbereichen der Agrarflächen.

---

## 8. Bemerkungen

Die durchgeführten geotechnischen Felduntersuchungen haben verfahrensbedingt einen stichprobenartigen Charakter. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt. Sollten sich im Verlauf der weitergehenden Bauarbeiten die Bodenverhältnisse örtlich anders darstellen als bis dato erkundet bzw. Unklarheit bestehen, so ist ein Mitarbeiter der Firma Fugro bezüglich der im vorliegenden Gutachten ausgearbeiteten Bewertungen und Empfehlungen hinzuzuziehen.

Für den Aushub und die Verwertung bzw. Entsorgung der anstehenden Böden ist es in Vorfeld der Baumaßnahme erforderlich ein Entsorgungskonzept mit der zuständigen Abfallbehörde abzustimmen.

Die richtige Verwendung der bodenmechanischen Kennwerte sowie deren Überprüfung vor Ort obliegt den mit der Planung und Durchführung betrauten Fachingenieuren und Planern unter entsprechender Würdigung und Interpretation aller Belange zur geplanten Bauausführung und der angetroffenen geologischen und hydrologischen Verhältnisse.

# Anlage A

---

Aufschlussdokumentation

- A.0 Erläuterungen der Abkürzungen und Symbole**
- A.1 Aufschlussdokumentation**
  - A.1.1 Rammkernsondierprofile
  - A.1.2 Drucksondierungsprofile
- A.2 Geologischer Schnitt**

# Anlage A.0

Erläuterungen der Abkürzungen und Symbole

## A0 Erläuterungen der Abkürzungen und Symbole nach DIN 14688, DIN 4023 und DIN 18196

### Symbole für Lockergestein

	Ton
	Schluff
	Sand
	Feinsand
	Mittelsand
	Grobsand
	Kies
	Feinkies
	Mittelkies
	Grobkies
	Steine
	Geröll
	Lehm
	Torf
	Aufschüttung
	Mutterboden
	Geschiebelehm
	Geschiebemergel
	Klei
	Mudde

### Konsistenz / Lagerungsdichte

	breiig
	sehr weich / weich
	steif
	halbfest
	sehr locker / locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht
	nass

### Laborergebnisse

×	Wassergehalt
○	Ausrollgrenze
●	Fließgrenze
○ <sup>Pl</sup> ●	Plastizitätsindex
△	Feinanteil
☒	Kalkgehalt
■	Organischer Anteil

### undrÄnierte Scherfestigkeit

△	Pocket penetrometer
○	Torvane
●	UU-triaxial

### Grundwasser

	Grundwasserspiegel (angebohrt)
	Grundwasserspiegel (Ruhe)

### Drucksondierung

	undrÄnierte Scherfestigkeit [kPa] (Nk=20)
	undrÄnierte Scherfestigkeit [kPa] (Nk=15)
	relative Lagerungsdichte [%] (K0=1)
	relative Lagerungsdichte [%] (K0=0,5)

### Standard Penetration Test

x/x/x	Schlagzahl für 45 cm Eindringtiefe
x/x(x)	Abbruch - Schlagzahl (Eindringtiefe in cm)
R	Abbruch
i	ungültiger Test

	Bodenklasse nach DIN 18196
	Baugrundmodell / Schichtfolge

Anlage A.1

Aufschlussdokumentation

# Anlage A.1.1

Bohrungen,

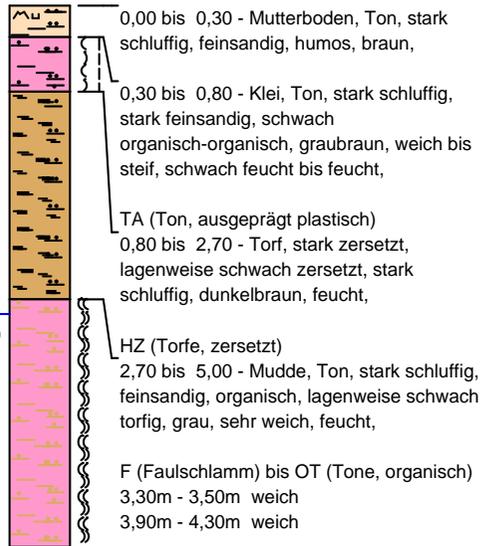
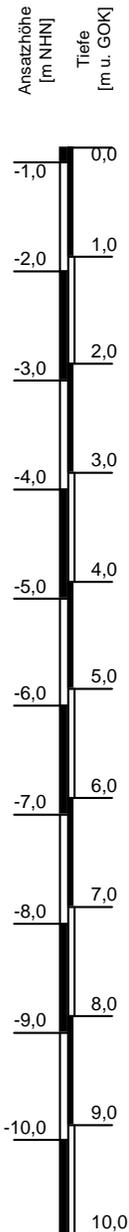
Rammkernsondierungen und

Leichte/Schwere

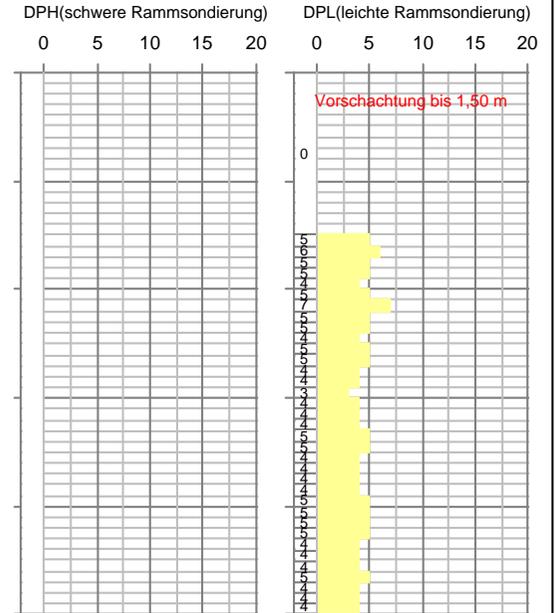
Rammsondierung

RKS & DPH (Schwere Rammsondierung) bzw. DPL (leichte Rammsondierung)

A007\_Vk



0,30		HBE-0			
0,80	HBR-2	HBE-1	HBB-2	HBNB-2	HBHD-2
2,70	HBR-O1	HBE-3	HBB-O1	HBNB-O1	HBHD-O1
3,30	HBR-1	HBE-2	HBB-1	HBNB-1	HBHD-1
3,50	HBR-2	HBE-2	HBB-2	HBNB-2	HBHD-2
3,90	HBR-1	HBE-2	HBB-1	HBNB-1	HBHD-1
4,30	HBR-2	HBE-2	HBB-2	HBNB-2	HBHD-2
5,00	HBR-1	HBE-2	HBB-1	HBNB-1	HBHD-1



Legende:

- HBR Homogenbereich Pfahlvortrieb HBNE Homogenbereich Nassbaggerarbeiten
- HBB Homogenbereich Bohrarbeiten HBHD Homogenbereich Horizontalspülbohrarbeiten
- HBE Homogenbereich Erdarbeiten

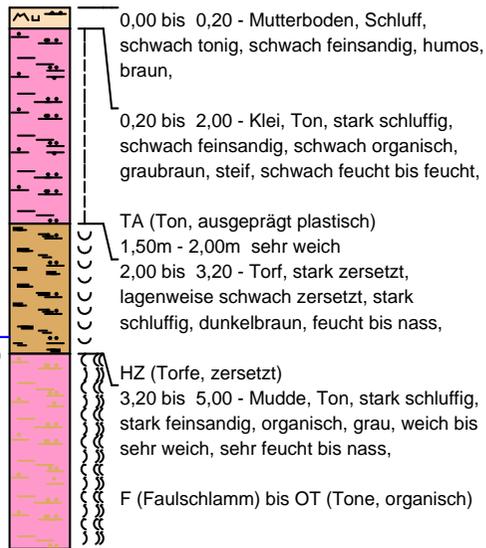
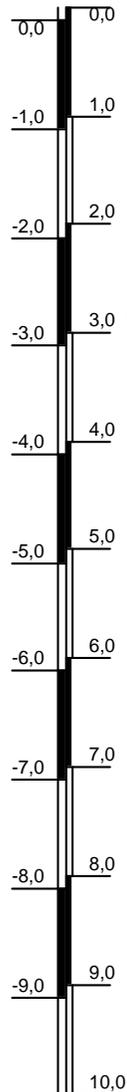
Höhenmaßstab: 1:70

<b>Projekt: BGU zum BV "Neubau ETL 180 Brunsbüttel - Hetlingen"</b>	
<b>Lokation: A007_Vk</b>	Rechtswert: 533128
Auftraggeber: Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG	Hochwert: 5966207
Projektnummer: 362-19-016	Ansatzhöhe: -0,85 m NHN
Sondierdatum: 14.09.2020	Endtiefe: 5,00 m u. GOK

RKS & DPH (Schwere Rammsondierung) bzw. DPL (leichte Rammsondierung)

**A008\_Vk**

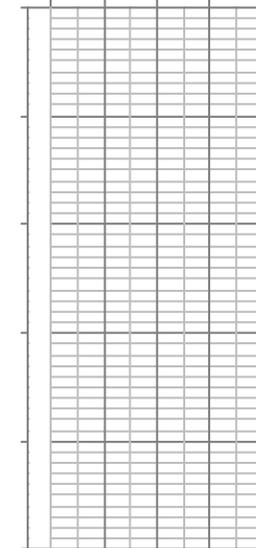
Ansatzhöhe  
[m NHN]  
Tiefe  
[m u. GOK]



0,20		HBE-0			
	HBR-2	HBE-1	HBB-2	HBNB-2	HBHD-2
1,50					
2,00	HBR-2	HBE-1	HBB-1	HBNB-2	HBHD-2
3,20	HBR-O1	HBE-3	HBB-O1	HBNB-O1	HBHD-O1
5,00	HBR-2	HBE-2	HBB-2	HBNB-2	HBHD-2

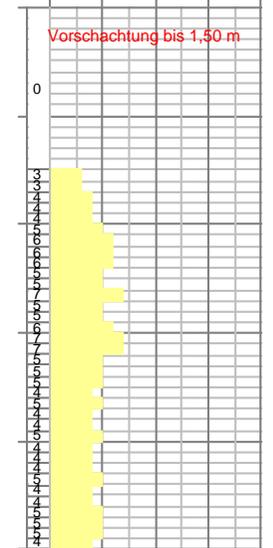
DPH(schwere Rammsondierung)

0 5 10 15 20



DPL(leichte Rammsondierung)

0 5 10 15 20



Legende:

- HBR Homogenbereich Pfahlvortrieb HBNE Homogenbereich Nassbaggerarbeiten
- HBB Homogenbereich Bohrarbeiten HBHD Homogenbereich Horizontalspülbohrarbeiten
- HBE Homogenbereich Erdarbeiten

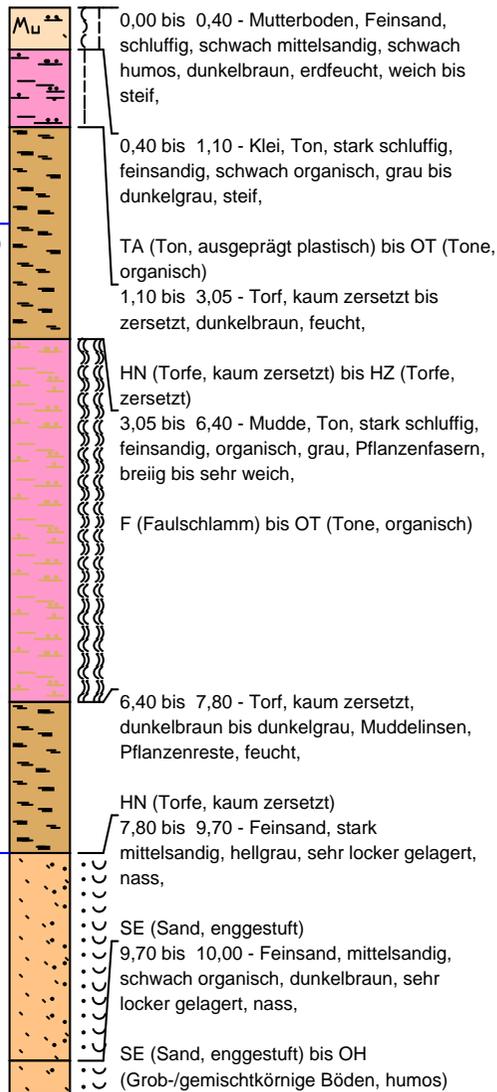
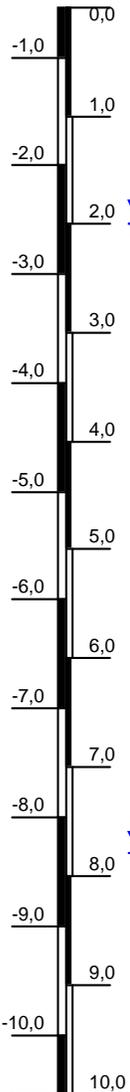
Höhenmaßstab: 1:70

<b>Projekt: BGU zum BV "Neubau ETL 180 Brunsbüttel - Hetlingen"</b>	
<b>Lokation: A008_Vk</b>	Rechtswert: 533334
Auftraggeber: Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG	Hochwert: 5965799
Projektnummer: 362-19-016	Ansatzhöhe: 0,12 m NHN
Sondierdatum: 14.09.2020	Endtiefe: 5,00 m u. GOK

RKS & DPH (Schwere Rammsondierung) bzw. DPL (leichte Rammsondierung)

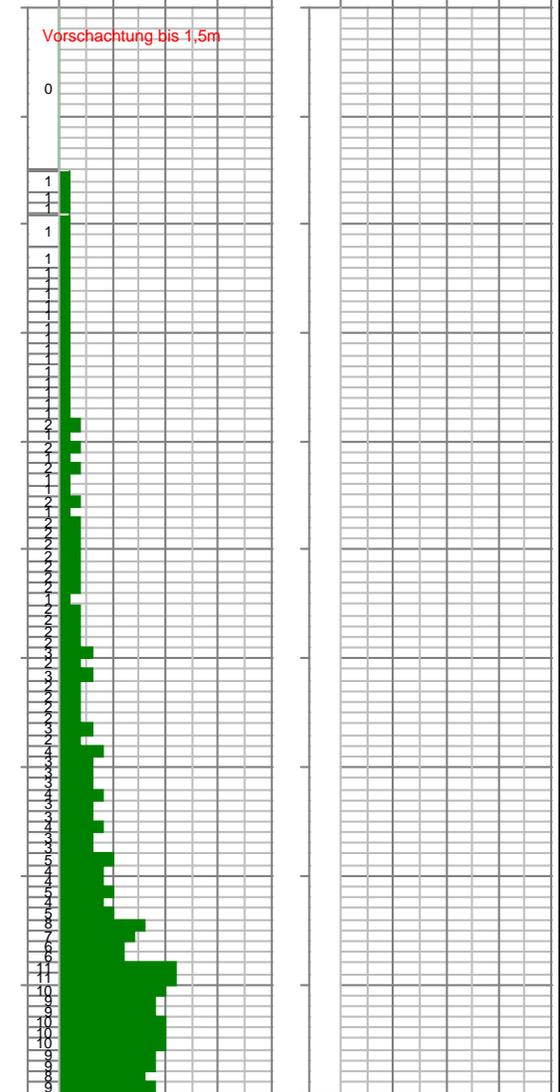
**Q004\_Vk\_neu\_2b**

Ansatzhöhe  
[m NHN]  
Tiefe  
[m u. GOK]



0,40		HBE-0			
1,10	HBR-2	HBE-1	HBB-2	HBND-2	HBHD-2
3,05	HBR-O2	HBE-3	HBB-O2	HBND-O2	HBHD-O2
6,40	HBR-1	HBE-2	HBB-1	HBND-1	HBHD-1
7,80	HBR-O2	HBE-3	HBB-O2	HBND-O2	HBHD-O2
9,70	HBR-3	HBE-4	HBB-3	HBND-3	HBHD-3
10,00	HBR-3	HBE-4	HBB-3	HBND-3	HBHD-3

DPH(schwere Rammsondierung) 0 5 10 15 20  
DPL(leichte Rammsondierung) 0 5 10 15 20



Legende:

- HBR Homogenbereich Pfahlvortrieb HBND Homogenbereich Nassbaggerarbeiten
- HBB Homogenbereich Bohrarbeiten HBHD Homogenbereich Horizontalspülbohrarbeiten
- HBE Homogenbereich Erdarbeiten

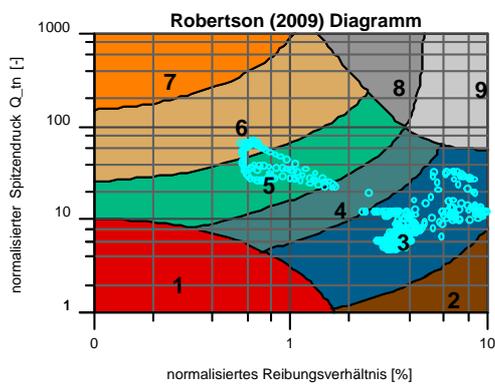
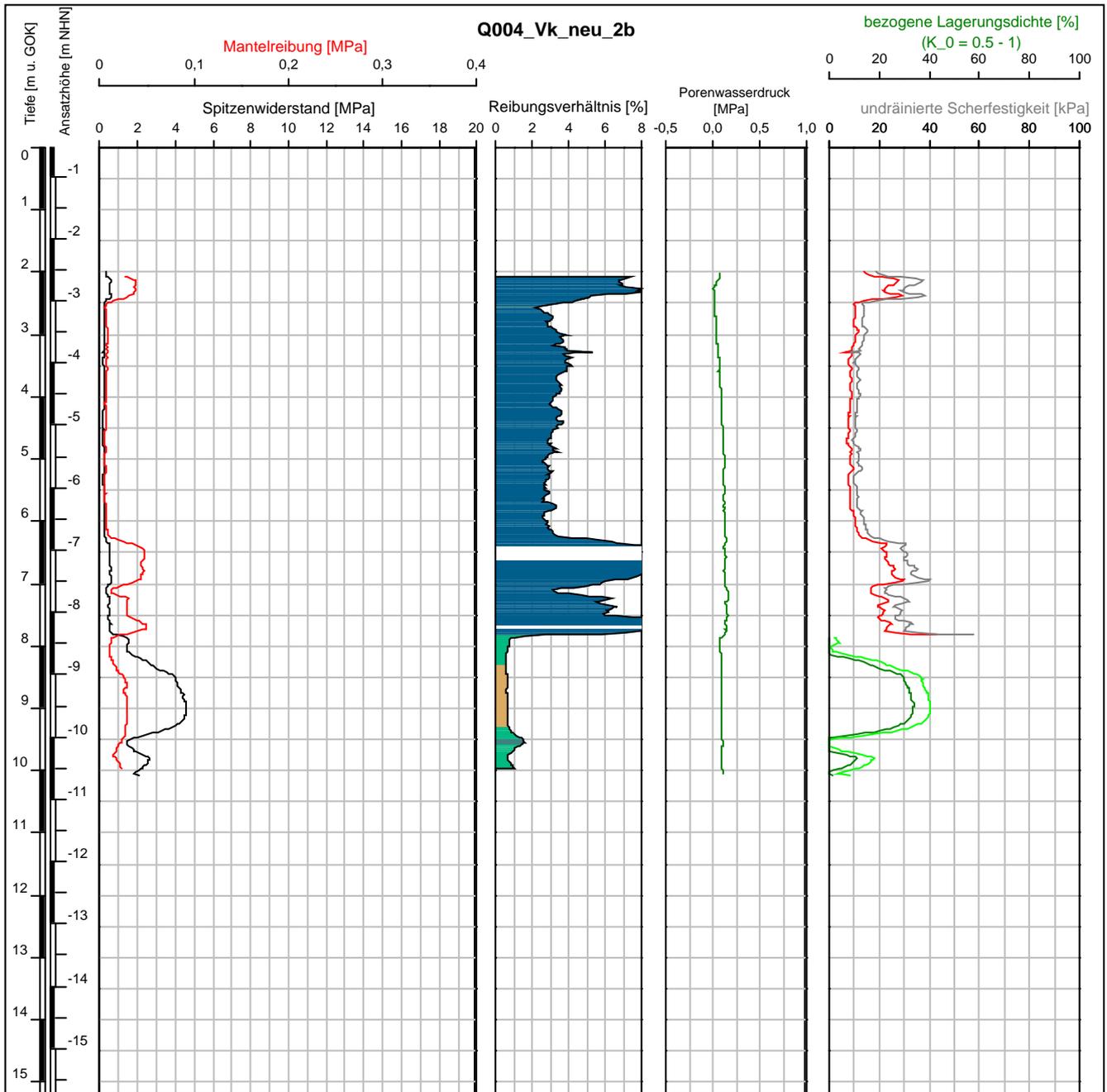
Höhenmaßstab: 1:70

<b>Projekt: BGU zum BV "Neubau ETL 180 Brunsbüttel - Hetlingen"</b>	
<b>Lokation: Q004_Vk_neu_2b</b>	Rechtswert: 533129
<b>Auftraggeber: Gasunie Deutschland GmbH &amp; Co. KG</b>	Hochwert: 5966100
<b>Projektnummer: 362-19-016</b>	Ansatzhöhe: -0,54 m NHN
<b>Sondierdatum: 24.09.2020</b>	Endtiefe: 10,00 m u. GOK



Anlage A.1.2

Drucksondierungen



- Legende (Farbgebung im Robertson (2009) Diagramm)**
- 1 empfindlicher, feinkörniger Boden
  - 2 organischer Boden - TORF
  - 3 TON - Ton bis schluffiger Ton
  - 4 Schluffgemische - toniger SCHLUFF bis schluffiger TON
  - 5 Sandgemische schluffiger SAND bis sandiger SCHLUFF
  - 6 SAND - reiner SAND bis schluffiger SAND
  - 7 SAND - dichter Sand bis kieseliger Sand
  - 8 sehr steifer sandiger TON bis toniger SAND\*
  - 9 sehr steifer feinkörniger Boden\*
- \*überkonsolidiert oder zementiert

Höhenmaßstab: 1:100

Blatt 1 von 1

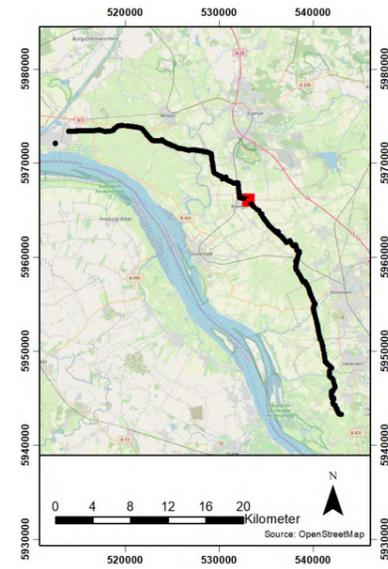
<b>Projekt: BGU zum BV "Neubau ETL 180 Brunsbüttel - Hetlingen"</b>	
<b>Bohrung: Q004_Vk_neu_2b</b>	
Auftraggeber: Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG	Rechtswert: 533129 m
Bohrfirma: Fugro Germany Land GmbH	Hochwert: 5966100 m
Bearbeiter: I.Brandt	Ansatzhöhe: -0,54 m NHN
Datum: 29.10.2020	Endtiefe: 10,09 m u. GOK



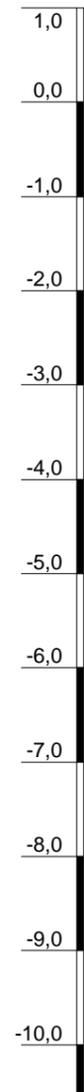
Anlage A.2

Profilschnitt

- Geografische Lage der Bohrpunkte -  
- Angabe GK-Koordinaten -



Ansatzhöhe  
[m ü. NN]

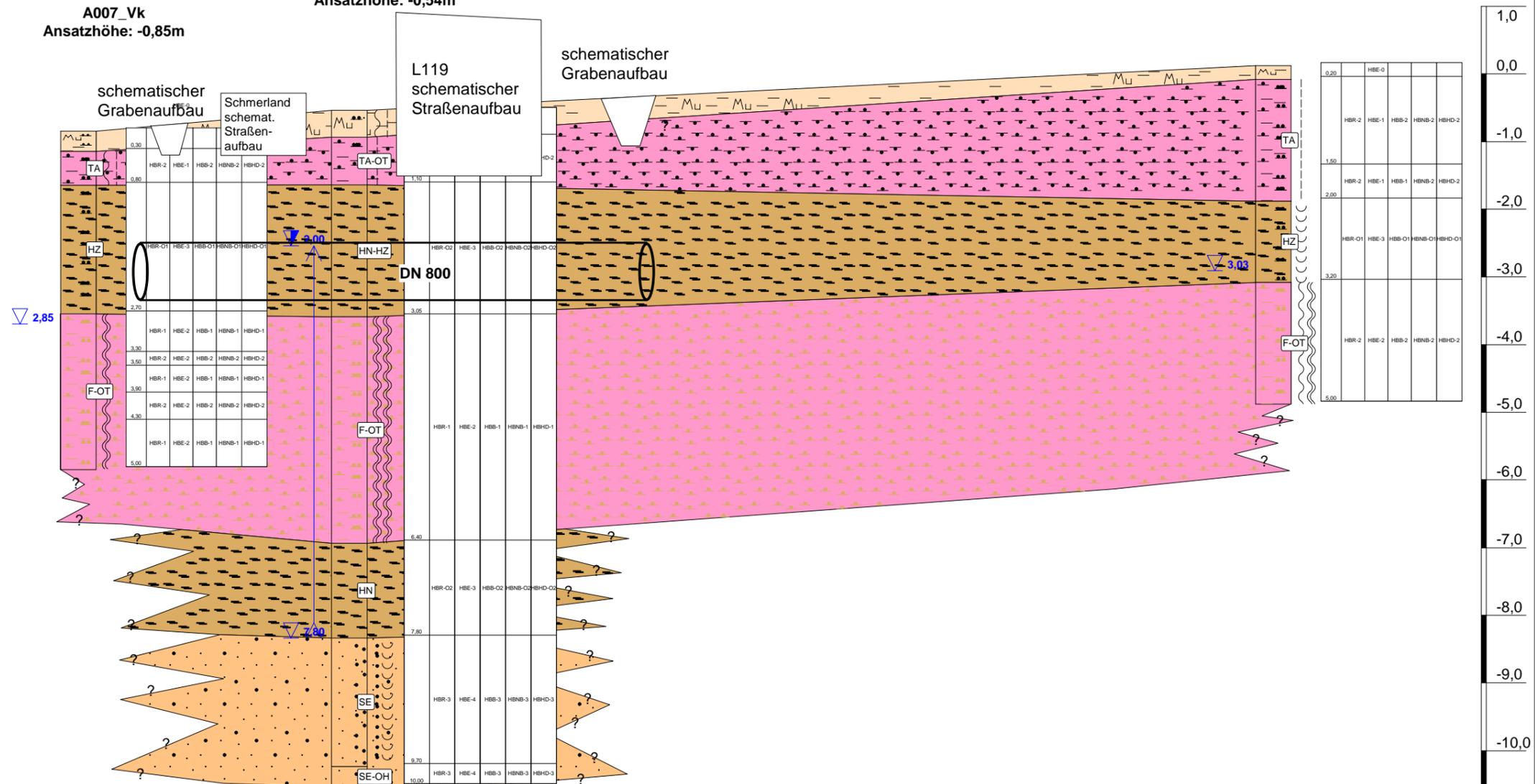
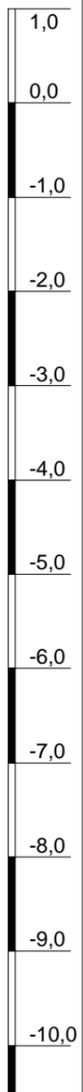


A007\_Vk  
Ansatzhöhe: -0,85m

Q004\_Vk\_neu\_2b  
Ansatzhöhe: -0,54m

A008\_Vk  
Ansatzhöhe: 0,12m

Ansatzhöhe  
[m ü. NN]



Revision:	Objekt:
01	Pressung-07
Projekt:	
Neubau ETL 180 Brunsbüttel - Hetlingen	
Auftraggeber:	
gasunite	

Legende:

HBR	Homogenbereich Pfahlvortrieb
HBE	Homogenbereich Erdarbeiten
HBB	Homogenbereich Bohrarbeiten
HBHD	Homogenbereich Horizontalspülbohrarbeiten
HBNB	Homogenbereich Nassbaggerarbeiten

\* aus "180\_2\_05\_07\_  
Bauwasserhaltungsabschnitte  
\_10032021\_rev03.xlsx"  
vom 10.03.2021, GME

Die Höhen- und Tiefenangaben von eventuellen Gräben, Straßen- und Bahnaufbauten, sowie die Geländeoberfläche, basieren auf den zu dem Zeitpunkt zur Verfügung gestellten Informationen („ETL180\_Vermessungspunkte\_201218.dxf“ vom 19.03.2021, GME). Bei der Ausführung der Querungsarbeiten müssen aktuelle Höhen- und Tiefenwerte berücksichtigt werden, falls Abweichungen vorliegen.

Höhenmaßstab: 1:75