



**WASSER  
VERBAND  
NORD**

## **B.1 - ERLÄUTERUNGSBERICHT**

### **Neubau einer Trinkwasserleitung nach Pellworm**

**Wasserverband Nord**

30. November 2023

B.1-Rev00 (223105)



## REVISIONEN

Rev.	Kommentar	Datum
00	Erstausgabe	30. November 2023



## INHALT

1. Antragsgegenstand.....	8
2. Allgemeines .....	9
2.1 Antragsteller	9
2.2 Vorhabenbegründung	10
3. Planungsgrundlagen .....	10
3.1 Rohrkenndaten	11
3.2 Trassenführung	11
3.3 Wasserstände	13
3.4 Wasserseitige Zuwegung	13
3.5 Generelle Erreichbarkeit mit schwimmenden Geräten	14
3.6 Kampfmittelaltlasten	15
3.7 Fremdleitungen	15
3.8 Baugrund	15
3.9 Trassenuntersuchungen	18
4. Baubeschreibung Anlandung Pellworm .....	18
4.1 Platzierung Rig- und Pipe Site	18
4.2 Allgemeiner Ablauf	20
4.3 Zuwegung	21
4.4 Charakteristik der Bohrung	22
4.4.1 Durchmesser der Bohrung	22
4.4.2 Ein- und Austrittswinkel	22
4.4.3 Radius / Verlauf	22
4.4.4 Bohrungslänge	22
4.5 Baugrund im Deichbereich	23



4.6	Verlaufssteuerung	25
4.7	Erforderliche Gerätekapazität	25
4.8	Geländebedarf	25
4.8.1	Rig-Site	25
4.8.2	Pipe-Site	26
4.8.3	Zusammenfassung Geländebedarf	27
4.9	Handling der Bohrspülung	27
4.10	Bodenaushub	29
4.10.1	Baugruben	29
4.10.2	Bodenaustrag aus Bohrloch	29
4.10.3	Separation und Entsorgung des Bohrkleins	29
4.11	Schutzrohrinstallation	29
4.12	Hochwassersicherheit im Bauzustand/ Endzustand	30
4.12.1	Bauzustand	30
4.12.2	Endzustand	30
4.13	Fehlbohrungen	30
4.14	Baustellenräumung/Endzustand	30
4.15	Landseitige Rohrverlegung	31
<b>5.</b>	<b>Baubeschreibung Anlandung Hamburger Hallig.....</b>	<b>31</b>
5.1	Platzierung Rig- und Pipe Site	32
5.2	Allgemeiner Ablauf	32
5.3	Zuwegung	32
5.4	Charakteristik der Bohrung	33
5.4.1	Durchmesser der Bohrung	33
5.4.2	Ein- und Austrittswinkel	33
5.4.3	Radius / Verlauf	34



5.4.4	Bohrungslänge	34
5.5	Baugrund im Bereich der Uferbefestigung	34
5.6	Verlaufssteuerung	38
5.7	Erforderliche Gerätekapazität	38
5.8	Geländebedarf	38
5.8.1	Rig-Site	38
5.8.2	Pipe-Site	39
5.8.3	Zusammenfassung Geländebedarf	40
5.9	Handling der Bohrspülung	40
5.10	Bodenaushub	42
5.10.1	Baugruben	42
5.10.2	Bodenaustrag aus Bohrloch	42
5.10.3	Separation und Entsorgung des Bohrkleins	42
5.11	Schutzrohrinstallation	42
5.12	Hochwassersicherheit	43
5.13	Fehlbohrungen	43
5.14	Baustellenräumung/Endzustand	43
5.15	Landseitige Rohrverlegung	44
<b>6.</b>	<b>Baubeschreibung Rohrlegung.....</b>	<b>45</b>
6.1	Überdeckung	45
6.2	Legeverfahren	45
6.3	Rohrbau	47
6.4	Dokumentation	47
6.5	Bauablauf	48
6.6	Anlandung Pellworm	48
6.6.1	Vorbereitung	48



6.6.2	Einzug	48
6.6.3	Einbettung	49
6.7	Anlandung Hamburger Hallig	49
6.8	Übergang von Anlandung zur Seetrasse	49
6.9	Eingriffsflächen	49
6.10	Betrieb der Rohrleitung	50
7.	Bauzeit .....	50

## PLANVERZEICHNIS

C.1	Übersichtsplan	M 1:50.000
<b><u>Anlandung Pellworm</u></b>		
C.2.3	Draufsicht / Längsschnitt, Anlandung Pellworm	M 1: 500
C.3.3	Systemquerschnitt, Anlandung Pellworm	M 1: 10
C.4.3	Geländebedarf, Anlandung Pellworm	M 1: 500
<b><u>Anlandung Hamburger Hallig</u></b>		
C.2.1	Draufsicht / Längsschnitt, Anlandung Hamburger Hallig	M 1: 500
C.3.1	Systemquerschnitt, Anlandung Hamburger Hallig	M 1: 10
C.4.1	Geländebedarf, Anlandung Hamburger Hallig	M 1: 500
<b><u>Anschluss TW Hamburger Hallig</u></b>		
C.2.2	Draufsicht / Längsschnitt, Anschluss TW Hamburger Hallig	M 1: 500
C.4.2	Systemquerschnitt, Anschluss TW Hamburger Hallig	M 1: 10



## ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage B.1.1..... Allgemeine Verfahrensbeschreibung HDD

## MATERIALBAND

G.1 .....Machbarkeitsstudie Trinkwasserleitung Pellworm, 220210-REP-M001-Rev0, 8.  
März 2021, de la Motte & Partner GmbH

G.2 .....Machbarkeitsstudie Trinkwasserleitung Pellworm,  
20\_144\_Machbarkeitsstudie\_Wasserleitung\_Pellworm, GFN

G.3 .....Grundsatzberechnungen

## ABKÜRZUNGEN

$d_a$	<i>Außendurchmesser</i>
$d_i$	<i>Innendurchmesser</i>
GOK	<i>Geländeoberkante, Geländeoberkante</i>
HDD	<i>Horizontal Directional Drilling / gesteuertes Spülbohrverfahren</i>
HThw	<i>Höchstes Tidehochwasser</i>
KampfmV SH 2012	<i>Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren vom 07. Mai 2012</i>
LKN.SH	<i>Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein</i>
MThw	<i>Mittleres Tidehochwasser</i>
MTnw	<i>Mittleres Tideniedrigwasser</i>
NHN	<i>Normal Höhen Null</i>
NTnw	<i>Niedrigstes Tideniedrigwasser</i>
PE	<i>Polyehtylen</i>
<b><u>RC</u></b>	<i>Resistance to Crack</i>
s	<i>Wandstärke</i>
<b><u>SDR</u></b>	<i>Standard Dimension Ration (Verhältnis Außendurchmesser zur Wanddicke)</i>



## 1. ANTRAGSGEGENSTAND

Antragsgegenstand ist der Neubau einer Trinkwasserleitung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer zwischen der Hamburger Hallig und Pellworm.

Hierbei sind folgende Leitungsabschnitte zu erstellen:

• Landleitung auf Pellworm	offene Bauweise	Länge ca.	65 m
• Anlandung Pellworm	HDD	Länge ca.	616 m
• Seeleitung	Fräsverfahren	Länge ca.	9.417 m
• Anlandung Hamburger Hallig	HDD	Länge ca.	339 m
• Landleitung Hamburger Hallig	HDD	Länge ca.	39 m

Damit hat der Leitungsverlauf insgesamt eine Länge von ca. 10.476 m.

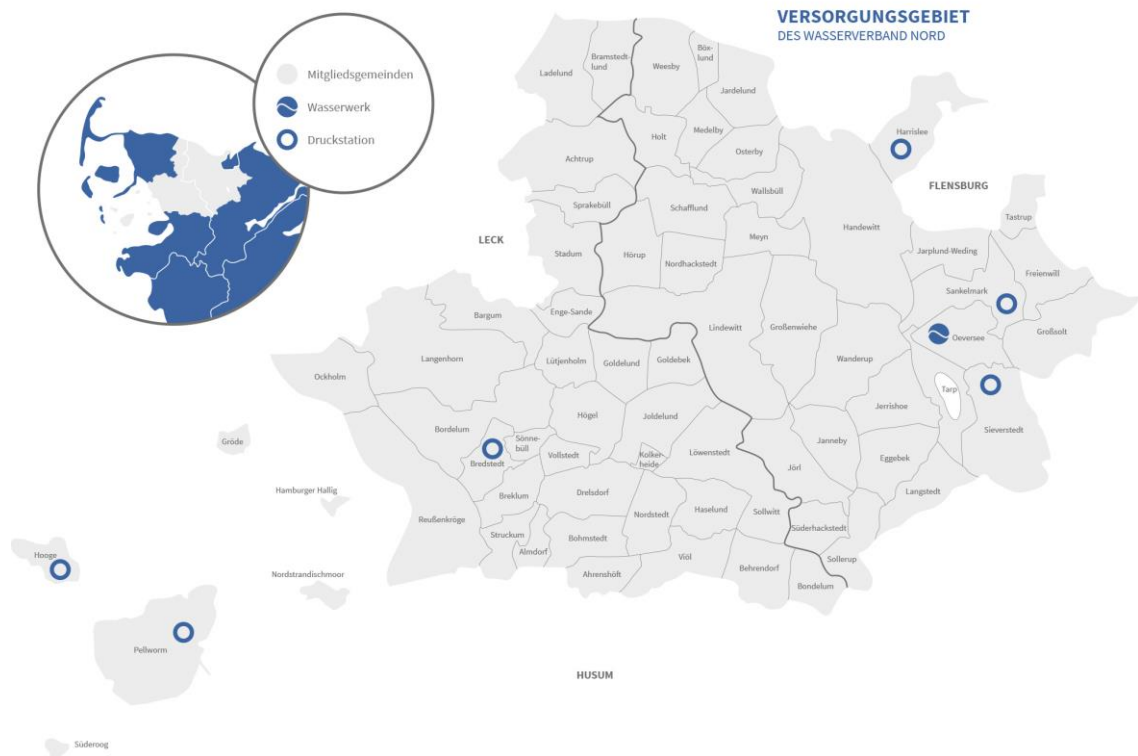
Der Verlauf kann dem Übersichtplan C.1 sowie der Koordinatenliste in Unterlage D.2 entnommen werden.



## 2. ALLGEMEINES

### 2.1 Antragsteller

Der Wasserverband Nord ist, als Körperschaft des öffentlichen Rechts, ein Zusammenschluss von 66 Gemeinden in den Kreisen Schleswig-Flensburg und Nordfriesland. Die Aufgabe des Wasserverbandes Nord ist die zuverlässige Versorgung der Mitglieder mit Trinkwasser. In einem großen Teil der Mitgliedsgemeinden übernimmt der Wasserverband Nord auch die Aufgaben der Abwasserbeseitigung. In der unterstehenden Abbildung ist eine Übersicht des dargestellt.



Antragsteller für das geplante Vorhaben ist der:

**Wasserverband Nord**

Wanderuper Weg 23

24988 Oeversee

## 2.2 Vorhabenbegründung

Das Versorgungsgebiet des Wasserverbandes Nord erstreckt sich bis ins Schleswig-holsteinische Wattenmeer. Unter anderem werden die Insel Pellworm sowie über Pellworm die Halligen Hooge und Süderoog mit Trinkwasser versorgt.

Die derzeitige Versorgung läuft über eine 1986 erbaute Trasse, die von der Hallig Nordstrandischmoor nach Pellworm führt. Die Trasse besteht aus zwei parallel geführten, stahlarmierten PE-Rohren mit einem Innendurchmesser von  $d_i = 184 \text{ mm}$ .

Die Trasse von 1986 ersetzt eine ältere Trasse von 1964. Die führt mit zwei PE-Leitungen  $d 125$  von der Hamburger Hallig nach Pellworm. Allerdings ist diese Trasse außer Betrieb und wird auf Grund von Schwachstellen im Bereich der Rohrverbindungen auch in Zukunft nicht wieder in Betrieb genommen werden können.

Auf Grund der morphologischen Entwicklungen auf der in Betrieb befindlichen Versorgungstrasse (von Nordstrandischmoor nach Pellworm) liegen die beiden Leitungen an mehreren Stellen frei. Hierdurch ist die Sicherheit der Trinkwasserversorgen aktuell gefährdet.

Um die Trinkwasserversorgung von Pellworm und der Angeschlossenen Halligen zukünftig sicherstellen zu können, ist der Bau einer neuen Leitung erforderlich, der mit diesen Unterlagen beantragt wird. Aus Gründen der Redundanz ist es vorgesehen die bestehenden Leitungen weiterhin so lange wie möglich zu nutzen.

## 3. PLANUNGSGRUNDLAGEN

Die folgenden Punkte geben eine Zusammenstellung der für die Planung relevanten technischen und örtlichen Rahmenbedingungen.

### 3.1 Rohrkenndaten

Für die Trinkwasserleitung sind folgende Rohrkenndaten zu berücksichtigen:

#### **Trinkwasserleitung PE100 (RC), SDR 11, d<sub>a</sub> 200**

Außendurchmesser	d <sub>a</sub>	200,0 mm
Wanddicke	s	18,2 mm
Innendurchmesser	d <sub>i</sub>	163,6 mm
Werkstoff		PE 100 (RC)

Die Leitung wird im Bereich der Seeleitung auftriebssicher Ballastiert. Hierfür stehen aktuell zwei Varianten zur Verfügung:

- Ballastierung mit Stahlseilen, die bei der Installation mit einer beständigen Umwicklung um das Rohr befestigt werden
- Werksseitige Ballastierung mit einer mineralischen Ummantelung, die zusätzlich mit einem PE-Mantel umhüllt wird

Bei beiden Varianten sind dauerhaft beständig. Die o.g. Kenndaten des Produktrohres bleiben unverändert.

Die Anlandungen auf Pellworm und der Hamburger Hallig sind im HDD-Verfahren vorgesehen. Hierbei werden die Anlandungen mit einem Schutzrohr vorbereitet, in dass die Trinkwasserleitung anschließend eingebracht wird (hierzu siehe auch Kapitel 4.11 bzw. 5.11). Um die Trinkwasserleitung sicher einziehen zu können ist folgende Schutzrohrdimension geplant:

#### **Schutzrohr für Trinkwasserleitung => PE, SDR 11, d<sub>a</sub> 355**

Anzahl		1 je Anlandung
Außendurchmesser	d <sub>a</sub>	355,0 mm
Wanddicke	s	32,3 mm
Innendurchmesser	d <sub>i</sub>	290,6 mm
Werkstoff		PE 100

### 3.2 Trassenführung

Aus Sicht des Leitungsbetriebes ist für die Trassierung der Rohrleitung die voraussichtliche Lagestabilität /-sicherheit, unter Berücksichtigung der zu erwartenden morphologischen Veränderungen entlang der Trasse, ein maßgebendes Kriterium.

Auf Basis der möglichen Anschlusspunkte auf Pellworm sowie Festlandseitig ergeben sich übergeordnet zwei denkbare Trassenführungen:

- Trassen Nord von der Hamburger Hallig nach Pellworm
- Trasse Süd von der Hallig Nordstrandischmoor nach Pellworm

Diese Trassen wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (siehe G.1) von technischer und naturschutzfachlicher Seite betrachtet.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde die Verlegung der Rohrleitung mit einem Vibrationsschwert, dass an einer schwimmenden Einheit geführt wird, angenommen. In dieser Gerätekongstellatation wurde eine maximale Legetiefe von 3 m vorausgesetzt. Eine entsprechende Legetiefe in der Trasse Nord wurde als nicht ausreichend eingestuft um den zu erwartenden morphologischen Veränderungen des Priels Strand zu begegnen. Als technische Lösung zur Querung des Priels Strand wurde eine HDD-Maßnahme angedacht, die jedoch neben einer erforderlichen stationären Baustelleneinrichtung, welche über mehrere Wochen im Watt installiert werden müsste, auch ein erhöhtes Ausführungsrisiko mit sich bringt.

Darüber hinaus wurde eine Legetiefe von 3 m im Bereich des Rummellochs als ausreichend aber kritisch eingestuft.

Die Trasse Süd entspricht im Prinzip der 1986 gebauten Trinkwasserleitung und verläuft parallel etwas weiter südlich zu dieser. Obwohl es bei der 1986 gebauten Trasse zu Problemen bei der Verlegung am östlichen Hang der Hever kam, die auf schwierige Baugrundverhältnisse zurückzuführen sind, favorisiert die Machbarkeitsstudie vor allem auf Grund der Risiken auf der nördlichen Trasse im Bereich Strand und Rummelloch die Trasse Süd.

Mittlerweile hat sich herausgestellt, dass eine bautechnische Option, die Rohrleitung im Bereich der Priele Rummelloch und Strand mittels einer selbstfahrenden Fräse ca. 8 m tief einzubetten, verfügbar ist. Damit kann den zu erwartenden morphologischen Veränderungen begegnet werden. Die selbstfahrende Fräse hat gegenüber einer schwimmenden Legeeinheit den Vorteil keine seitlichen Anker zu benötigen. Durch den Wegfall des Ankerhandlings kann die selbstfahrende Fräse deutlich schneller arbeiten und benötigt weniger Arbeitsraum. Hierdurch wird die Eingriffsfläche und die Arbeitszeit vor Ort entsprechend reduziert, welches auch aus naturschutzfachlicher Sicht als positiv zu bewerten ist.

Ebenso kann durch eine Fräse eine deutlich größere Spannweite von weichen bis festen Baugrundverhältnissen bis in große Tiefen bearbeitet werden, als es mit einem Vibrationsschwert möglich wäre. Damit geht auch ein geringeres Ausführungsrisiko einher.

Durch die aufwendigen Verankerungsarbeiten einer schwimmenden Legeeinheit, der damit verbundenen langen Bauzeit und den hohen Rüstkosten hat die selbstfahrende Fräse auch einen wirtschaftlichen Vorteil.

Auf der südlichen Trasse ist der Einsatz einer selbstfahrenden Legeeinheit aufgrund der Wassertiefen in der Hever hingegen nicht möglich. Hier muss der Einsatz einer schwimmenden Legeeinheit mit einem Vibrations/Spülschwert weiter betrachtet werden, mit der dann auch das betonnte Fahrwasser der Hever gequert werden müsste.

Vor diesem Hintergrund wird, entgegen dem Ergebnis der Machbarkeitsstudie, die Rohrlegung mit einer selbstfahrenden Fräse auf der nördlichen Trasse zwischen der Hamburger Hallig und Pellworm beantragt.

Eine Übersicht der Trassenführung kann der Planunterlage C.1 entnommen werden.

### 3.3 Wasserstände

Für die Wasserstände im Projektgebiet wird der Pegel „Pellworm Anleger“ herangezogen. Demnach ist mit folgenden Wasserständen zu rechnen:

- Höchstes Tidehochwasser (HThw): + 4,29 müNN
- Mittleres Tidehochwasser (MThw): + 1,50 müNN
- Mittleres Tideniedrigwasser (MTnw): - 1,71 müNN
- Niedrigstes Tideniedrigwasser (NTnw): - 2,93 müNN

### 3.4 Wasserseitige Zuwegung

Die wasserseitigen Baustellen müssen neben den eigentlichen Baustelleneinrichtungen auch während der Baudurchführung mit Versorgungseinheiten bedient werden. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um den Crew-Transfer und um Transporte von Verbrauchsmaterial sowie von Reparatur- und Ersatzteilen. Diese Transporte werden im Bereich des Nationalparks auf ein Minimum beschränkt und werden im Zuge der Ausführungsplanung des ausführenden Unternehmens im Rahmen eines detaillierten Logistikplans mit den zuständigen Fachbehörden abgestimmt.

Als Basis des Logistikplans werden die Priele für die Zuwegung des jeweiligen Baustellenbereiches genutzt. Die Priele werden bevorzugt genutzt, da sie einen möglichst kurzen Transfer über flache Wattbereiche ermöglichen.

Für die Anlandungsbereiche werden im Vorwege die zum Zeitpunkt der Bauausführung günstigsten Zuwegungen durch Pricken markiert.

### 3.5 Generelle Erreichbarkeit mit schwimmenden Geräten

Für die Arbeiten mit schwimmendem Gerät im Bereich der Anlandungen bzw. auf der Trasse im Watt sind Arbeitsschiffe / Pontons mit Tiefgängen zwischen 0,5 und 0,8 m vorgesehen. Somit kann, unter Berücksichtigung eines MThw von 1,5 m NHN (siehe Kapitel 3.3) und einem Abstand von 0,1 m zum Grund, dem schwimmendem Gerät folgende Geländehöhe passiert werden:

$$1,5 \text{ (MThw)} - 0,8 \text{ (Tiefgang)} - 0,1 \text{ (Kielfreiheit)} = 0,6 \text{ m NHN}$$

Da das MThw eine stationäre Angabe ist, wurde die Annahme getroffen, dass sich die Wasserstandsverhältnisse linear zwischen den beiden Anlandungspunkten verhalten.

Die höchsten Erhebungen sind an folgenden Stellen zu erwarten (Basis Laserscan-

Befliegung des LKN.SH von 2019):

- Seeseitiger Anlandungspunkt Pellworm      Geländehöhe ca. 0,24 m NHN
- Wattrücken etwa mittig auf der Trasse      Geländehöhe ca. 0,42 m NHN

Unter den oben aufgeführten Annahmen besteht auch im Bereich der höchsten Erhebung entlang der Trasse die Möglichkeit, diese bei MThw mit 0,18 m Sicherheit zu passieren. Diese Werte sind als mittlere Werte zu verstehen und können bei ungünstigen Witterungsverhältnissen temporär unterschritten werden. Das ausführende Unternehmen wird für kritische Transporte die Spring-Tidezeiten, bei denen mit erhöhten Wasserständen zu rechnen ist, berücksichtigen.

### 3.6 Kampfmittelaltlasten

Die durch den Trassenneubau betroffenen Gemeinden Reußenköge und Pellworm sind nicht in der Anlage 1, KampfmV SH 2012 aufgeführt. Nach Rücksprache mit dem Kampfmittelräumdienst Schleswig-Holstein entfällt somit in diesen Gemeinden die entsprechende Pflicht einer Voruntersuchung.

Ein Großteil der Maßnahme verläuft im Wattenmeer zwischen den Gemeinden Reußenköge und Pellworm. Dieser Bereich ist keiner Gemeinde zugehörig. Es handelt sich um Seeflächen des Bundes. Ebenfalls nach Rücksprache mit dem Kampfmittelräumdienst Schleswig-Holstein besteht auch hier keine Verpflichtung auf eine entsprechende Untersuchung. Ebenso sind keine Verdachtsmomente (Munitionsverklappungsgebiet o.ä.) bekannt, die Voruntersuchungen auf Kampfmittelaltlasten nahelegen würden.

### 3.7 Fremdleitungen

Im Zuge der Anlandung auf der Hamburger Hallig wird die „alte“ Trinkwasserversorgung zur Insel Pellworm unterquert.

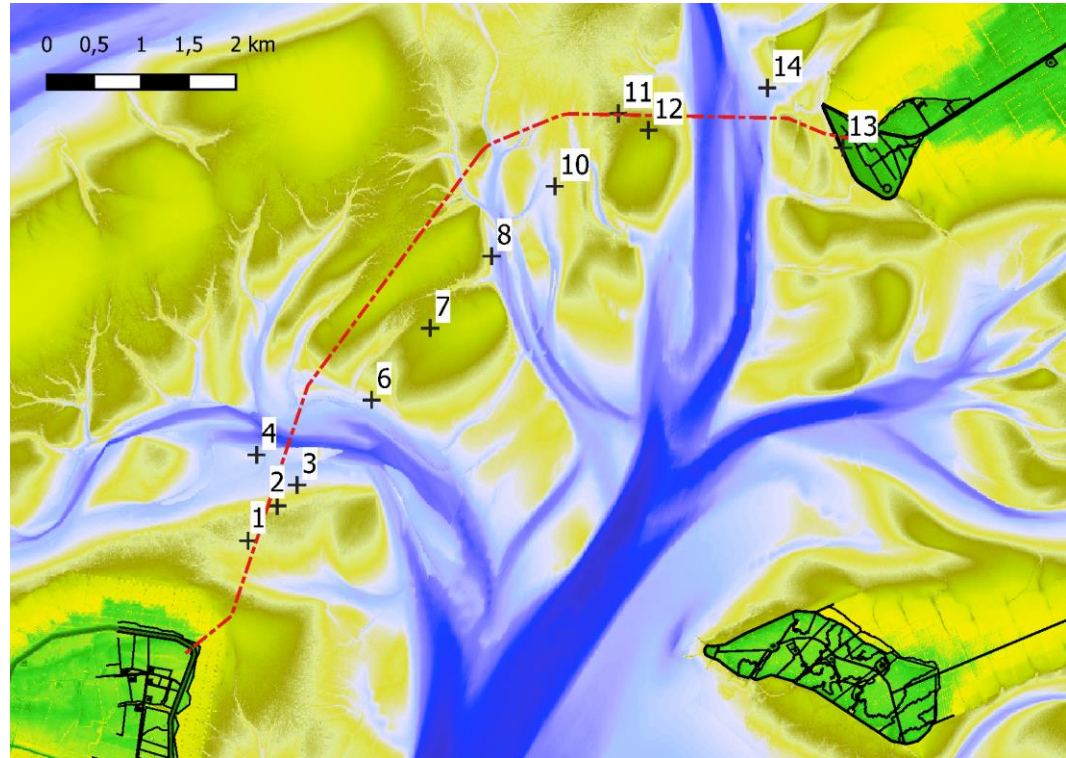
Im weiteren Verlauf der Trasse werden keine Fremdleitungen gekreuzt bzw. tangiert.

### 3.8 Baugrund

Im Bereich der Trasse liegen dem Wasserverband Nord Baugrundinformationen aus dem Bohrarchiv des LKN.SH (Landwirtschafts- und Umweltatlas) vor. Diese wurden 2015 zur Verfügung gestellt und geben übergeordnete Informationen zu den zu erwartenden Baugrundsichten. Eine Lageübersicht der Bohrpunkte kann der Abbildung 3-1 entnommen werden.

### Abbildung 3-1

Ansatzpunkte der  
vorliegenden  
Baugrundinformati-  
on  
Quelle: LKN-LLUR  
2015

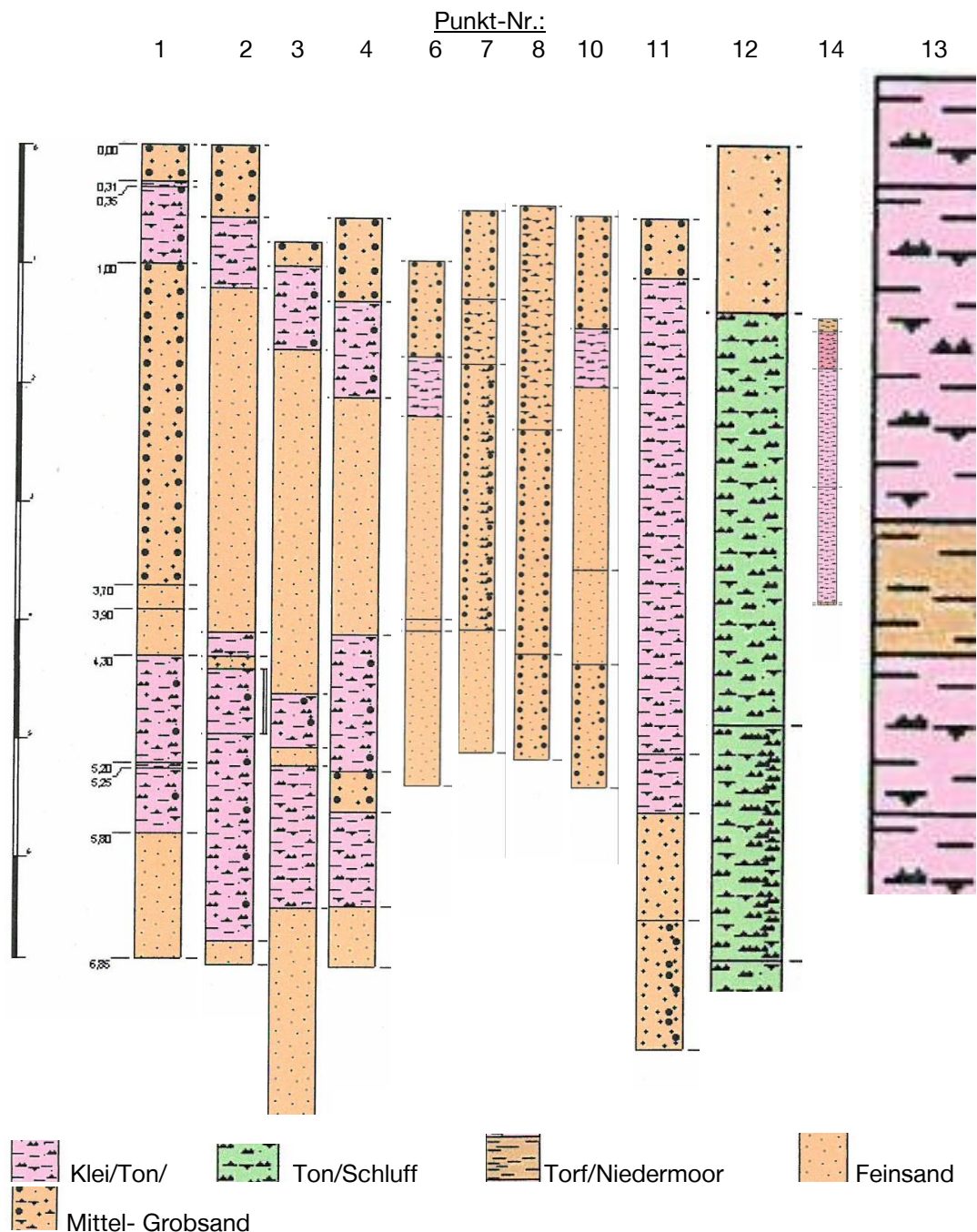


Die Bohrprofile sind in der Abbildung 3-2 idealisiert zusammengetragen und grob auf einen Höhenmaßstab und Meter über NHN angepasst. So können die jeweiligen Schichtstärken und Höhenlagen der Schichten miteinander verglichen werden.



Abbildung 3-2

Zusammenstellung  
Bohrprofile  
Quelle: LKN-LLUR  
2015



Die in Abbildung 3-2 dargestellten Bohrprofile weisen von Pellworm Richtung Hamburger Hallig relativ einheitliche Verhältnisse mit einer oberflächennahen Sandschicht, die von einer ca. 80 cm starken Ton-/Schluffschicht unterlagert wird, auf. Vor dem Priel Strand weiter Richtung Hamburger Hallig (Bohrprofile 11-14) gewinnen die Ton-/Schluffschichten sowie Klei an Mächtigkeit. Im Bereich der Hamburger Hallig wird zwischen den bindigen Schichten in 3 bis 4 m Tiefe auch eine Torfschicht ausgewiesen.

Weitere Baugrundinformationen zu den Anlandungen können dem Kapitel 4.5 für den Deichbereich auf Pellworm und dem Kapitel 5.5 im Bereich der Uferbefestigung der Hamburger Hallig entnommen werden.

### 3.9 Trassenuntersuchungen

Zur Dokumentation des Ist-Zustandes und zur finalen Abstimmung der Legearbeiten ist eine Trassenvermessung und Peilung im Rahmen der Bauvorbereitung vorgesehen. Die Vermessungsarbeiten erfolgen landseitig Fußläufig und im Wattbereich Fußläufig bzw. von einem Vermessungsboot aus.

Im Rahmen der Bauvorbereitung wird mit der Fachbehörde (LKN.SH) abgestimmt, ob weitere Baugrunderkundungen im Deichbereich auf Pellworm bzw. der Uferbefestigung auf der Hamburger Hallig durchgeführt werden.

## 4. BAUBESCHREIBUNG ANLANDUNG PELLWORM

Nachfolgen wird die Baubeschreibung zur Anlandung der Wasserleitung auf Pellworm aufgeführt. Hierbei wird mit „Rig Site“ der Standort der Bohranlage und mit „Pipe Site“ der Bereich in dem das in die Bohrung einzuziehende Rohr platziert wird bezeichnet.

### 4.1 Platzierung Rig- und Pipe Site

Für das bessere Verständnis der Wahl des Standortes der Bohranlage und der Richtung des Schutzrohreinzeuges ist die Kenntnis des Arbeitsablaufes und die hieraus resultierenden Anforderungen erforderlich. Eine Allgemeine Beschreibung des HDD-Verfahrens ist unter Anlage B.1.1 aufgeführt. Unterstehend wird noch einmal auf die Abhängigkeiten zwischen Bohrplatz und Schutzrohreinzug eingegangen:

#### Arbeitsablauf

Unmittelbar nach dem das Bohrloch auf seine endgültige, für den Einzug des Schutzrohres erforderliche Größe aufgeweitet ist, wird der Schutzrohrstrang mit einem Zugkopf an das im Bohrloch befindliche Bohrgestänge gekoppelt. Hiernach erfolgt der Einzug des Schutzrohres Richtung Bohranlage, indem das Bohrgerät das Bohrgestänge

samt Schutzrohr sukzessive zurückzieht. Das Bohrgestänge wird an der Bohranlage mit dem Einzug entsprechend ausgebaut. Je größer die Zeitspanne zwischen Fertigstellung des Bohrlochs und dem Einzug des Schutzrohrs ist, desto größer wird das Risiko, dass zwischenzeitlich das hydraulisch gestützte Bohrloch instabil wird und einbricht. Dies kann im schlimmsten Fall zur Aufgabe des Bohrloches führen. Insofern ist die Zeitspanne zwischen Bohrlochherstellung und Einzug auf ein Minimum zu reduzieren.

Grundsätzlich sind 4 Konstellationen im Hinblick auf die Platzierung der Arbeitsflächen und die Einzugsrichtung des Schutzrohres denkbar:

- a) Platzierung der Bohranlage im Watt mit anschließendem Einzug des Schutzrohres von Land Richtung Watt
- b) Platzierung der Bohranlage im Watt mit anschließendem Einzug des Schutzrohres vom Watt Richtung Land
- c) Platzierung der Bohranlage an Land mit anschließendem Einzug des Schutzrohres von Land Richtung Watt
- d) Platzierung der Bohranlage an Land mit anschließendem Einzug des Schutzrohres vom Watt Richtung Land

Aus dem oben beschriebenen Arbeitsablauf ergibt sich, dass der Einzug des Schutzrohres immer in Richtung einer Bohranlage erfolgen muss. Somit müsste für die Varianten b) und c) die Bohranlage nach Fertigstellung des Bohrloches abgebaut und auf der gegenüberliegenden Seite der Bohrung wieder aufgebaut werden. Auf Grund der erforderlichen Minimierung der Zeitspanne zwischen Fertigstellung des Bohrloches und Einzug des Schutzrohres würde dies eine unnötige Verzögerung und Gefährdung der Bohrlochstabilität bedeuten. Es wäre jedoch denkbar, von vornherein zwei komplette Einrichtungsflächen für die Bohranlagen auf beiden Seiten der Bohrung zu mobilisieren. Es ergibt sich, dass die Varianten b) und c) lediglich zu einer Erhöhung des Aufwandes und des Eingriffes führen und werden deshalb ausgeschlossen.

Bei der Variante a) wird die Einrichtungsfläche der Bohranlage im Watt platziert. Die zugehörige Separationsanlage sowie die Bentonitmischanlage könnten ebenfalls im Watt oder an Land platziert werden. Werden die Separations- und Mischanlage an Land platziert, wird neben der erforderlichen Rückführleitung eine weitere Leitung für die „frische“ Bohrspülung erforderlich. Nachteilig ist hierbei unter anderem, dass die Bohrspülung nicht so schnell auf den Baugrund abgestimmt werden kann, und dass sich der Pumpenaufwand verdoppelt. Des Weiteren ist die Bohranlage im Havariefall nicht ohne weiteres zu erreichen, so dass sich erhebliche Verzögerungen im Bauablauf

einstellen können. Zur Vermeidung von Arbeiten im Watt und auf Grund des erhöhten Aufwandes wird von einer Positionierung der Bohranlage im Watt abgesehen.

Als letzte Variante bleibt die Variante d), die den reibungslosesten Bauablauf und den geringsten Arbeitsaufwand im Watt verspricht. Durch die Platzierung der Bohranlage an Land sind die Bohraktivitäten größtenteils unabhängig von den Wetterverhältnissen im Seebereich. Des Weiteren kann die Bohranlage im Schadensfall problemlos mit Ersatzteilen versorgt werden. Es wird jedoch das Handling des Schutzrohres im Watt erforderlich.

Aus bautechnischer und sicherheitstechnischer Sicht sowie zur Minimierung der Arbeiten im Wattbereich wird die Variante d) mit der Platzierung der Bohranlage an Land mit anschließendem Einzug des Schutzrohres vom Watt Richtung Land gewählt.

## 4.2 Allgemeiner Ablauf

Es ist beabsichtigt, den Hauptdeich sowie die Salzwiesen bzw. den Lahnungsbereich im Deichvorland mit einem PE-Schutzrohr da 355 mm zu unterqueren. In dieses Schutzrohr wird zu einem späteren Zeitpunkt die Trinkwasserleitung da 200 mm eingezogen.

Es ergibt sich folgender grober Bauablauf:

- Baustelleneinrichtung für die Bohrung
- Vorfertigen des Schutzrohres (Landseitig im Bereich des Ausrüstungshafens des späteren AN)
- Pilotbohrung (binnenseitig des Deiches Richtung Watt)
- Setzen eines Verbaukastens und eines Casingrohres über das Pilotgestänge am Bohraustrittspunkt im Watt (zum Auffangen der Bohrspülung bei den folgenden Arbeitsschritten)
- Aufweiten des Bohrloches auf den erforderlichen Durchmesser
- Antransport des Schutzrohres (Aufgewickelt als Ringbund auf einem Ponton)
- Schutzrohreinzug in Bohrung inkl. Austausch der Bohrspülung gegen abdichtendes Material zusammen mit bzw. unmittelbar nach dem Schutzrohreinzug
- Sicherung des Schutzrohres
- Entfernen der Einfassung des Bohraustrittspunktes im Watt
- Sicherung bzw. Räumung der Baustellenflächen

### 4.3 Zuwegung

Die landseitige Baustelleneinrichtung ist auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche an der nord-östlichen Spitze Pellworms etwa 50 m binnenseitig des Hauptdeiches vorgesehen. Die Zuwegung erfolgt über den Seeweg und den Hafen von Pellworm, sowie über das vorhandene Wegenetz. Vom Bupheverweg wird der binnenseitig gelegene Deichverteidigungsweg genutzt.

Als schwerster Transport sind der An- und Abtransport des Bohrgerätes anzunehmen. Hierbei handelt es sich jeweils um einen Einzeltransport mit folgenden Kenndaten:

- Einzelgewicht Bohranlage ca. 20 to
- Gesamtgewicht Transport ca. 40 to
- Zu erwartende Achslasten ca. 6 to

Die Transportroute auf Pellworm sowie ggf. erforderliche Maßnahmen zur Lastverteilung in sensiblen Bereichen des Straßenverlaufs (z.B. Überfahrt der Sommerdeichlinie) werden im Rahmen der Bauvorbereitung mit der Fachbehörde (LKN.SH) abgestimmt.

Für die direkte Anbindung der Baustelleneinrichtungsfläche ist die Herstellung einer temporären Baustraße erforderlich. Hierbei wird die vorhandene Feldzufahrt über den Entlastungsgraben genutzt. Die vorhandene Überfahrt wird zur Lastverteilung mit Lastverteilungsplatten geschützt.

Die erforderliche Baustraße wird mit einem Aufbau aus Lastverteilungsplatten in 4 m Breite vorgesehen. Der Aufbau erfolgt direkt auf der GOK.

Die Zuwegung zum Bohraustrittspunkt erfolgt über den Seeweg mit schwimmenden Geräten.

Für die Ortung der Pilotbohrung (siehe Kapitel 4.5) wird eine fußläufige Verbindung zwischen dem Eintritts- und dem Austrittspunkt der Bohrung vorgesehen. Diese verläuft unmittelbar auf der Bohrtrasse.

## 4.4 Charakteristik der Bohrung

Nachfolgend werden die Bohrdimensionen und die Bohrgeometrie für die Anlandung auf Pellworm aufgeführt.

### 4.4.1 Durchmesser der Bohrung

Aufgrund der Dimension des einzubringenden Schutzrohres wird, um einen sicheren Einzug zu gewährleisten, folgender Mindestbohrlochdurchmesser gewählt:

Bohrlochdurchmesser für Schutzrohr  $d_a = 355 \Rightarrow \text{min } 508 \text{ mm (20")}$

Der Systemquerschnitt der Bohrung ist in der Planunterlage C.3.3 dargestellt.

### 4.4.2 Ein- und Austrittswinkel

Aufgrund der erforderlichen Bohrungstiefe, des Abstands der Baugruben zu den Hindernissen und des gewählten Biegeradius werden folgende Winkel eingeplant:

- Rig Site: 12°
- Pipe Site: 12°

### 4.4.3 Radius / Verlauf

In der Horizontalen ist die Bohrgradienten planmäßig gerade, d.h. ohne horizontale Krümmung. Die Anlandung erfolgt in einer vertikal gekrümmten Bohrachse ( $R_{\min} = 200 \text{ m}$ ).

Zwischen der Start- und Zielbaugrube gibt es im vorliegenden Fall keinen nennenswerten Höhenunterschied.

Der Höhenunterschied zwischen Ein-/Austrittspunkt und tiefstem Punkt der Bohrung beträgt ca. 9 m. Die Bohrgradienten kann der Planunterlage C.2.3 entnommen werden.

### 4.4.4 Bohrungslänge

Folgende „Hindernisse“ werden im Zuge der Anlandung auf Pellworm unterfahren:

- Entlastungsgraben
- Deichverteidigungsweg
- Hochwasserschutzdeich
- Salzwiesen / Lahnungsbereich



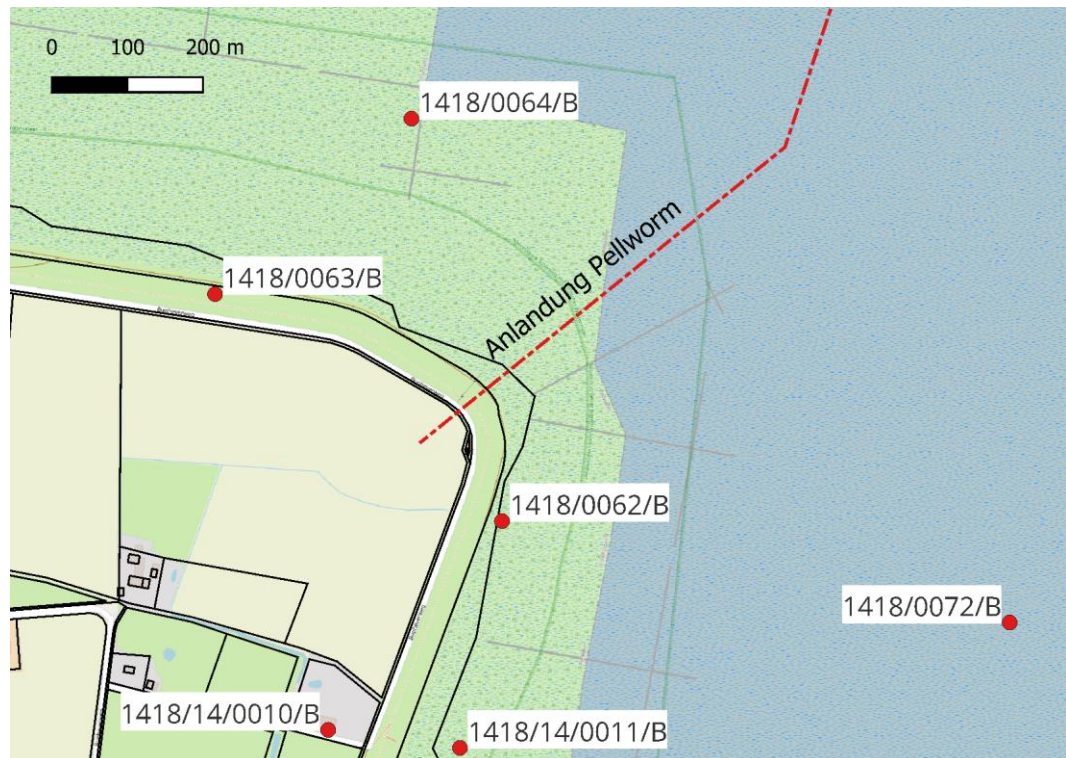
Zur Unterfahrung dieser „Hindernisse“ mit entsprechender Überdeckung bzw. Sicherheitsabstand im gewählten Biegeradius ist eine Bohrungslänge von ca. 616 m vorgesehen.

#### 4.5 Baugrund im Deichbereich

Bezogen auf die Anlandung Pellworm können dem Umweltportal Schleswig-Holstein (<https://umweltportal.schleswig-holstein.de/portal/>) weitere Informationen zu vorhandenen Baugrundprofilen entnommen werden. Die Positionen der verfügbaren Bohrprofile sind in der Übersicht Abbildung 4-1 als rote Punkte mit der zugehörigen Archivnummer dargestellt.

**Abbildung 4-1**

Übersicht verfügbare  
Baugrundinformationen  
im Bereich  
Pellworm  
Quelle: Umweltportal  
Schleswig-Holstein



Im Deichbereich liegt das Bohrprofil 1418/0062/B mit ca. 150 m Abstand am dichtesten an der geplanten Anlandungsbohrung. Das entsprechende Profil ist in der Abbildung 4-2 dargestellt. Die Ansatzhöhe dieses Profils liegt bei ca. 1,8 m ü NHN. Hierin sind oberflächennah Ton- und Schluffschichten zu entnehmen (bis ca. 0,3 m ü NHN, die von Feinsanden unterlagert werden. Als Referenz ebenfalls ist das Bohrprofil 1418/0063/B abgebildet, das etwa 300 m nordwestlich der Anlandung liegt. Die Ansatzhöhe dieses Profils liegt etwas höher bei ca. 2,3 m ü NHN. Hier sind die tonigen und schluffigen Schichten etwas mächtiger und enden bei ca. -2,3 m ü NHN.

Die Anlandungsbohrung ist im Deichbereich mit einer Tiefenlage von ca. -6,3 m ü NHN geplant (siehe Planunterlage C.2.3). Damit verläuft die Bohrung knapp unterhalb der verfügbaren Informationen der Baugrundprofile. Es ist jedoch zu erwarten, dass die Anlandungsbohrung im Deichbereich innerhalb der Feindsandschichten verläuft, die als gut geeignet für das HDD-Verfahren angesehen werden können.

Im Rahmen der Bauvorbereitung wird mit der Fachbehörde (LKN.SH) abgestimmt, ob weitere Baugrunderkundungen im Deichbereich durchgeführt werden.

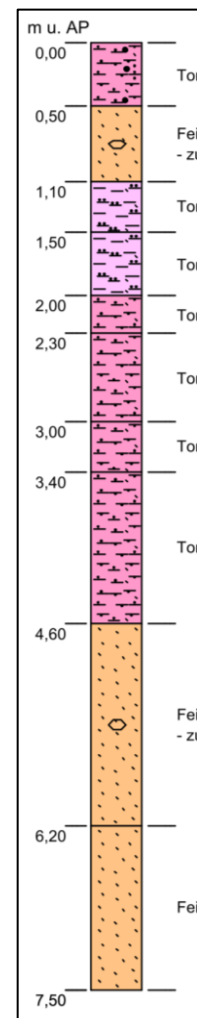
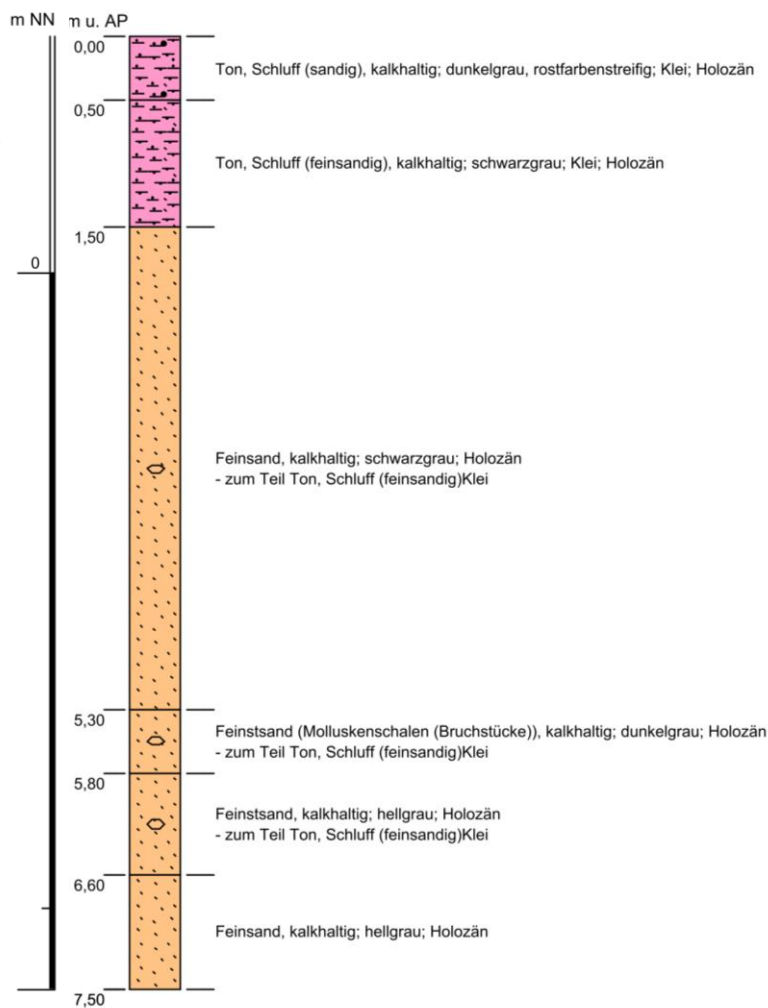
Punkt-Nr.:

1418/0062/B

1418/0063/B

Abbildung 4-2

Bohrprofil  
1418/0062/B und  
1418/0063/B  
Quelle: Umweltportal  
Schleswig-Holstein





## 4.6 Verlaufssteuerung

Unter Verlaufssteuerung wird die Art der Einmessung bzw. Erfassungsmöglichkeit der genauen Position des Bohrkopfes verstanden.

Für die Anlandung wird das „Walk-Over“ verfahren vorgesehen, bei dem die Position des Bohrkopfes von der Geländeoberkante über der Bohrtrasse geortet wird. Hierfür bewegt sich während der Pilotbohr eine Person Fußläufig über der Bohrtrasse.

## 4.7 Erforderliche Gerätekapazität

Bei der vorgesehenen Dimension und Geometrie der Bohrung wird Bohrgerät mit einer Zugkraftkapazität von ca. 45 t eingeplant. Ein entsprechendes Gerät kann mit folgenden Kenndaten angenommen werden:

- Länge 8,50 m (Transport)
- Breite 2,50 m (Transport)
- Höhe 2,75 m (Transport)
- Gewicht ca. 20 to
- Schallleistungspegel ca. 105 db

## 4.8 Geländebedarf

Die für die Anlandung benötigten Baustelleneinrichtungsflächen sind in der Planunterlage C.4.3 dargestellt.

Im Folgenden werden die BE-Flächen der Rig- und der Pipe-Site jeweils für sich beschrieben:

### 4.8.1 Rig-Site

Die binnenseitig des Hauptdeiches gelegene Rig-Site ist auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche vorgesehen.

Das Baufeld wird mit Lastverteilungsplatten hergerichtet. Auf dieser Basis können anschließend alle für die Herstellung der Anlandung nötigen Maschinen, Geräte, Einrichtungen und Hilfseinrichtungen entsprechend platziert werden. Hierbei werden die Baustelleneinrichtung betreffenden Vorschriften sowie Auflagen der Planfeststellungsbehörde berücksichtigt.

Insgesamt ist für die Einrichtung der Rig-Site eines geeigneten Bohrgerätes eine Fläche von etwa 2.500 m<sup>2</sup> erforderlich für:

- das Aufstellen des Bohrgerätes
- die Bentonitmischanlage
- die Aufbereitungsanlage (Separation von Spülung und Bohrklein)
- die Startbaugrube
- die Bohrspülungsgrube (Zwischenlager für benutzte Bohrspülung)
- und sonstige Hilfseinrichtungen, wie z.B. Stromerzeuger, Bohrgestängelager

Zusätzlich wird für die Herstellung der temporären Baustraße eine Fläche von 250 m<sup>2</sup> benötigt.

Vom Bohreintrittspunkt erfolgt die landseitige Verlegung der Trinkwasserleitung bis zu den bestehenden Übergabeschächten in offener Bauweise (siehe Kapitel 4.15). Hierfür ist ein zusätzlicher Arbeitsstreifen mit einer Fläche von ca. 1.050 m<sup>2</sup> erforderlich.

Nach vollendetem Schutzrohr- und Produktrohreinzug und den darauffolgenden Arbeiten zur Anbindung der Trinkwasserleitung an den Bestand, werden alle Bau- und Montageflächen soweit wie möglich in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt.

#### 4.8.2 Pipe-Site

Die wasserseitige Zielbaugrube liegt im trockenfallenden Wattbereich. Der Austrittspunkt der Bohrung wird so eingefasst, dass ein Austreten und Verdriften von Bohrspülung in die umliegenden Wattbereiche sicher verhindert wird.

Im weiteren Verlauf der Bauarbeiten dient der Arbeitsponton als stationäre Arbeits- und Lagerplattform.

Der An- und Abtransport von Gerät und Material erfolgt bei Flut mit schwimmendem Gerät. Hierfür wird auf der Pipe Site eine Fläche von ca. 4.000 m<sup>2</sup> benötigt für:

- Baugrube
- Arbeitspontons
- Auslegen des Schutzrohres
- und sonstige Hilfseinrichtungen

#### 4.8.3 Zusammenfassung Geländebedarf

Rig-Site (hierzu siehe Planunterlage C.4.3):

- Baustelleneinrichtung ca. 2.500 m<sup>2</sup>
- Baustraße ca. 250 m<sup>2</sup>
- Landanbindung ca. 1.050 m<sup>2</sup>

Pipe-Site (hierzu siehe Planunterlage C.4.3):

- Baustelleneinrichtung ca. 4.000 m<sup>2</sup>

### 4.9 Handling der Bohrspülung

Die Bohrspülung (Bentonit-Wasser-Suspension) hat die Aufgabe, den Boden hydraulisch im Bohrloch abzubauen, das Bohrklein nach Übertage zu fördern, sowie das Bohrloch hydraulisch zu stützen. Dafür wird in Abhängigkeit vom Bohrlochdurchmesser und der Länge der Bohrung eine bestimmte Spülmengemenge benötigt, die unter Druck am Abbauwerkzeug austritt und durch ihre kinetische Energie den Boden löst und nach Übertage austrägt.

Zunächst wird die Bentonit-Wasser-Suspension in einer Mischanlage zubereitet und über einen Spülungstank dem Bohrgerät zugeführt.

Die während der Pilotbohrung umlaufende Spülmengemenge ist wegen des kleinen Bohrungsdurchmessers relativ gering. Unter normalen Bedingungen fällt der größte Teil der wieder austretenden, benutzten Spülung an der Startseite an, wo die Spülung gleich wieder aufbereitet werden kann.

Dagegen werden normalerweise bei den Aufweitgängen die größten Spülmengemengen benötigt, da hier der größte Teil des Bodenabbaus erfolgt und das aufgeweitete Bohrloch vollständig zur hydraulischen Stützung mit Spülung gefüllt sein muss.

Die Spülung tritt mit dem gelösten Boden je nach geodätischem Höhenunterschied und Bohrfortschritt auf der Start- und/oder Zielseite wieder zutage. Die auf der Startseite austretende Bohrspülung wird, wie bei der Pilotbohrung, aufgefangen, über eine Separationsanlage aufbereitet und dem Bohrprozess wieder zugeführt.

Die auf der Zielseite austretende Bohrspülung wird wasserseitig in Puffertanks aufgefangen und über den Seeweg entsorgt.

Um bei Flut ein Verdriften der Bohrspülung im Watt zu verhindern wird zunächst die Pilotbohrung so durchgeführt, dass der Bohraustrittspunkt bei Niedrigwasser erreicht wird. Anschließend wird ein Stahl-Casingrohr über dem Bohrgestänge platziert und in den Boden gedrückt. So kann die bei den Aufweitgängen austretende Bohrspülung über einen By-Pass im Stahl-Casingrohr aufgefangen und in Puffertanks geleitet werden. Zusätzlich wird der Bohraustrittspunkt mit einem Gleitschienenverbau eingefasst (siehe Abbildung 4-3). Bei der Installation wird der Verbau in den Boden gedrückt.

**Abbildung 4-3**

*Einfassung  
Bohraustrittspunkt  
im Watt  
Quelle Fa.  
Christoffers/Paasch*



Aufgrund der zunehmenden Einsturzgefahr des Bohrkanals im Falle von längeren Verzögerungen werden die weiteren Bohraktivitäten auch bei Wasserbedeckung durchgeführt.

Beim Einziehen des Schutzrohres verdrängt die einzuziehende Leitung die Spülung aus dem Bohrloch. Die verdrängte Spülungsmenge tritt je nach Höhenunterschied und Einziehvorgang an Start- und/oder Zielseite aus dem Bohrloch. Auf diese Spülungsmenge werden die Zwischenlager für die Spülung auf der Rigsite ausgelegt.

Für den Fall eines unbeabsichtigten Spülungsaustrittes an der Oberfläche zwischen Rig- und Pipe-Site, werden PE-Ringe zum Einfassen der Bohrspülung und entsprechendes Equipment zum Entfernen der ausgetretenen Bohrspülung vorgehalten.

## 4.10 Bodenaushub

### 4.10.1 Baugruben

Der Bodenaushub, der bei der Herstellung der Baugruben anfällt, wird an geeigneter Stelle auf dem Baufeld zwischengelagert und, sofern geeignet, beim Rückbau der Baugruben wiedereingebaut.

### 4.10.2 Bodenaustrag aus Bohrloch

Während der Bohrarbeiten werden hauptsächlich bei den Aufweitgängen durch die Bohrspülung insgesamt ca. 125 m<sup>3</sup> feste Bodenmasse ausgetragen.

### 4.10.3 Separation und Entsorgung des Bohrkleins

Auf der Startseite wird die benutzte, mit Bohrklein (abgebauter Boden) befrachtete Bohrspülung in einer Separationsanlage aufbereitet. D. h., es wird das Bohrklein von der Spülung separiert und die Spülung der Bohranlage wieder zugeführt. Das ausgetragene und abgetrennte Bohrklein wird abgefahren und nachweislich schadlos entsorgt.

## 4.11 Schutzrohrinstallation

Um den Belangen des Küstenschutzes zu entsprechen, ist die Unterquerung von Küstenschutzanlagen mit einer Wasserleitung in einem Schutzrohr vorzusehen. Aus bautechnischen Gesichtspunkten ist das Schutzrohr entlang der gesamten Anlandungsbohrung eingeplant.

Ein PE-Rohrstrang in entsprechender Länge wird aus einzelnen Rohren zusammengesetzt. Diese werden im Bereich des Ausrüstungshafens (Festland) des AN mittels Stumpfschweißen miteinander verbunden und über eine Spulvorrichtung als Ringbund aufgewickelt. Für den Rohreinzug wird der vorgefertigte Ringbund mit der Spulvorrichtung auf einem Ponton platziert und zum Bohraustrittspunkt transportiert.

Ist der Schutzrohrstrang positioniert und das Bohrloch fertiggestellt, wird der Rohrstrang mit dem Bohrgestänge über einen Zugkopf verbunden. Danach erfolgt der Schutzrohreinzug in das Bohrloch während gleichzeitig das Schutzrohr vom Ponton abgespult wird.

Nach Erreichen der Endposition wird der Rohrstrang vom Zugkopf getrennt. Der mit Luftgefüllte Rohrstrang wird bis zum späteren Einzug des Trinkwasserrohres an den Enden z.B. durch das Anschweißen Endkappen hochwassersicher verschlossen.

## 4.12 Hochwassersicherheit im Bauzustand/ Endzustand

### 4.12.1 Bauzustand

Für den Fall eines Hochwassers wird ein Stahlcasingrohr im Bereich des Bohraustrittspunktes angeordnet. Bei einem drohenden Hochwasserereignis kann das Pilotgestänge abgekoppelt und das Casing-Rohr über einen Flansch abgedichtet werden. Hierdurch wird die Deichsicherheit zu jedem Zeitpunkt der Bauphase gewährleistet.

Während der Bauausführung wird der Auftragnehmer die Wasserstands- und Wettervorhersagen kontinuierlich abfragen, um im Falle eines Hochwassers das Casing-Rohr rechtzeitig zu schließen, sowie sein Baufeld sichern bzw. räumen zu können.

### 4.12.2 Endzustand

Zur Umläufigkeitssicherung wird mit dem Einzug des Schutzrohres, oder unmittelbar danach, die Bohrspülung im Ringraum zwischen Schutzrohr und Baugrund gegen ein abdichtendes Material ersetzt. Hierbei handelt es sich um eine erhärtende Suspension, die sedimentationsfrei, kraftschlüssig und erosionssicher mit einer Festigkeit von ca. 15 KPa abbündet

Der Endzustand der Bohraktivitäten wird nach dem Einzug des Schutzrohres erreicht. Jedoch wird aus Koordinierungsgründen erst zu einem späteren Zeitpunkt das Schutzrohr mit der Trinkwasserleitung belegt. Bis zu diesem Zeitpunkt werden die Schutzrohrenden hochwassersicher verschlossen.

Nach dem Einzug der Trinkwasserleitung werden die Enden des Schutzrohres mit einer Ringraumdichtung versehen.

## 4.13 Fehlbohrungen

Treten Fehlbohrungen auf, so werden diese Bohrlöcher und eventuell entstandene Hohlräume mit geeignetem aushärtendem Material hohlraumfrei verpresst.

## 4.14 Baustellenräumung/Endzustand

Alle Bau- und Montageflächen werden soweit wie möglich nach Abschluss der Bauarbeiten in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt.

#### 4.15 Landseitige Rohrverlegung

Vom Bohreintrittspunkt bis zu den bestehenden Übergabeschächten ist die Verlegung der Trinkwasserleitung in offener Bauweise mit geböschtem Graben geplant.

Folgende Parameter sind für den Leitungsgaben vorgesehen:

Überdeckung der Trinkwasserleitung 1,2 m

- Grabentiefe ca. 1,5 m
- Sohlbreite Graben ca. 0,8
- Grabenbreite (GOK) ca. 1,5 m

Arbeitsstreifen 10 m rechts und links des Grabens für Arbeitsspur und Zwischenlagerung des Aushubs

Die Arbeitsspur wird mit Lastverteilungsplatten hergerichtet. Der Aushub wird zur Bodentrennung auf Geotextil zwischengelagert.

Bei dem zu erwartenden Baugrund (Kalk- und Kleimarsch) wird mit keinem bzw. wenig Grundwasserandrang gerechnet. Anfallendes Tag- und/oder Schichtenwasser wird auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche versickert.

Die Querung des Entlastungsgrabens erfolgt in Schutze eines Verbaus (Verbautafeln) wobei eine Rohrdeckung unter der Grabensohle von 1,5 m eingeplant wird. Zum Schutz der Leitung durch Instandhaltungsarbeiten des Grabens wird ca. 1 m unter Grabensohle eine Stahlbetonplatte über der Trinkwasserleitung vorgesehen.

Für die Arbeitsspur wird der Graben in dem entsprechenden Bereich mit Geogitter und Geotextil ausgekleidet in mit Schotter verfüllt. Anfallendes Wasser aus dem Graben wird mittels Pumpe über den Rohrgraben gepumpt.

## 5. BAUBESCHREIBUNG ANLANDUNG HAMBURGER HALLIG

Nachfolgend wird die Baubeschreibung zur Anlandung der Wasserleitung auf der Hamburger Hallig aufgeführt. Da es sich um das gleiche Bauverfahren und die gleiche Vorgehensweise wie bei der Anlandung auf Pellworm handelt (siehe Kapitel 4) entsprechen sich die grundsätzlichen Beschreibungen.

## 5.1 Platzierung Rig- und Pipe Site

Die Beschreibung der denkbaren Varianten kann dem Kapitel 4.1 entnommen werden.

Aus bautechnischer und sicherheitstechnischer Sicht sowie zur Minimierung der Arbeiten im Wattbereich wird die Variante d) mit der Platzierung der Bohranlage an Land mit anschließendem Einzug des Schutzrohres vom Watt Richtung Land gewählt.

## 5.2 Allgemeiner Ablauf

Es ist beabsichtigt, die Uferbefestigung sowie die Salzwiesen mit einem PE-Schutzrohr da 355 mm zu unterqueren. In dieses Schutzrohr wird zu einem späteren Zeitpunkt die Trinkwasserleitung da 200 mm eingezogen.

Es ergibt sich folgender grober Bauablauf:

- Baustelleneinrichtung für die Bohrung
- Vorfertigen des Schutzrohres (Landseitig im Bereich des Ausrüstungshafens des späteren AN)
- Pilotbohrung (vom Fuß der Waft Richtung Watt)
- Setzen eines Verbaukastens und eines Casingrohres über das Pilotgestänge am Bohraustrittspunkt im Watt (zum Auffangen der Bohrspülung bei den folgenden Arbeitsschritten)
- Aufweiten des Bohrloches auf den erforderlichen Durchmesser
- Antransport des Schutzrohres (Aufgewickelt als Ringbund auf einem Ponton)
- Schutzrohreinzug in Bohrung inkl. Austausch der Bohrspülung gegen abdichtendes Material zusammen mit bzw. unmittelbar nach dem Schutzrohreinzug
- Sicherung des Schutzrohres
- Entfernen der Einfassung des Bohraustrittspunktes im Watt
- Sicherung bzw. Räumung der Baustellenflächen

## 5.3 Zuwegung

Die landseitige Baustelleneinrichtung ist auf der als Weideland genutzten Fläche am südlichen Fuß der Warf vorgesehen. Die Zuwegung erfolgt über Sönke-Nissen-Koog und die vorhandene Zufahrt zur Hamburger Hallig.



Als schwerster Transport sind der An- und Abtransport des Bohrgerätes anzunehmen. Hierbei handelt es sich jeweils um einen Einzeltransport mit folgenden Kenndaten:

- Einzelgewicht Bohranlage ca. 15 to
- Gesamtgewicht Transport ca. 40 to
- Zu erwartende Achslasten ca. 6 to

Vom Hallig Parkplatz wird das vorhandene Wegenetz süd-östlich der Hallig genutzt. Das Wegenetz wird hierbei mit einem Aufbau aus Lastverteilungsplatten in 4 m Breite ertüchtigt. Der Aufbau erfolgt direkt auf der GOK. Unebenheiten im Wegekörper werden mit Schotter ausgeglichen. Zur Trennung des Schotters zum anstehenden Untergrund wird ein Geotextil vorgesehen.

Die Zuwegung zum Bohraustrittspunkt erfolgt über den Seeweg mit schwimmenden Geräten.

Für die Ortung der Pilotbohrung (siehe Kapitel 5.5) wird eine fußläufige Verbindung zwischen dem Eintritts- und dem Austrittspunkt der Bohrung vorgesehen. Diese verläuft unmittelbar auf der Bohrtrasse.

## 5.4 Charakteristik der Bohrung

Nachfolgend werden die Bohrdimensionen und die Bohrgeometrie für die Anlandung auf Pellworm aufgeführt.

### 5.4.1 Durchmesser der Bohrung

Aufgrund der Dimension des einzubringenden Schutzrohres wird, um einen sicheren Einzug zu gewährleisten, folgender Mindestbohrlochdurchmesser gewählt:

Bohrlochdurchmesser für Schutzrohr  $d_a = 355 \Rightarrow \text{min } 508 \text{ mm (20")}$

Der Systemquerschnitt der Bohrung ist in der Planunterlage C.3.1 dargestellt.

### 5.4.2 Ein- und Austrittswinkel

Aufgrund der erforderlichen Bohrungstiefe, des Abstands der Baugruben zu den Hindernissen und des gewählten Biegeradius werden folgende Winkel eingeplant:

- Rig Site: 12°
- Pipe Site: 12°

### 5.4.3 Radius / Verlauf

In der Horizontalen ist die Bohrgradienten planmäßig gerade, d.h. ohne horizontale Krümmung. Die Anlandung erfolgt in einer vertikal gekrümmten Bohrachse ( $R_{\min} = 200 \text{ m}$ ).

Zwischen der Start- und Zielbaugrube gibt es im vorliegenden Fall keinen nennenswerten Höhenunterschied.

Der Höhenunterschied zwischen Ein-/Austrittspunkt und tiefstem Punkt der Bohrung beträgt ca. 13 m.

Mit der Bohrung wird die Uferbefestigung der Hallig unterquert (siehe auch Kapitel 5.12). Im Normalfall wird mit der Bohrung eine möglichst rechtwinklige Querung der Uferbefestigung angestrebt. Vom Startpunkt der Bohrung aus befindet sich, bei einer rechtwinkligen Querung der Uferbefestigung, Seeseitig vor der Hallig Bereich mit Seegras. Um die Bohrungslänge, und damit den erforderlichen gerätetechnischen Aufwand, möglichst klein zu halten sowie die Baustellenfläche auf der Pipe Site außerhalb des Seegrasbestandes zu platzieren wird eine mit ca.  $55^\circ$  schräge Querung der Uferbefestigung geplant.

Die Bohrgradienten kann der Planunterlage C.2.1 entnommen werden.

### 5.4.4 Bohrungslänge

Folgende „Hindernisse“ werden im Zuge der Anlandung auf Pellworm unterfahren:

- Entwässerungsgräben
- Uferbefestigung der Hallig
- Salzwiesen / Lahnungsbereich

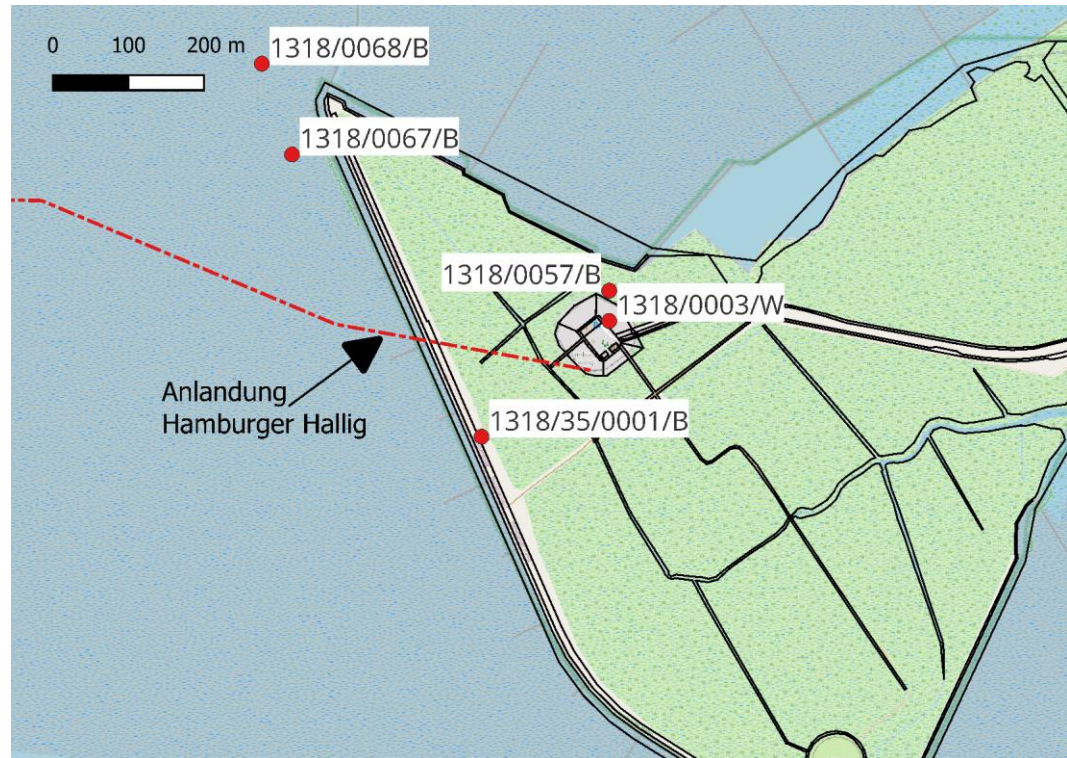
Zur Unterfahrung dieser „Hindernisse“ mit entsprechender Überdeckung bzw. Sicherheitsabstand im gewählten Biegeradius ist eine Bohrungslänge von ca. 339 m vorgesehen.

## 5.5 Baugrund im Bereich der Uferbefestigung

Wie im Bereich der Anlandung Pellworm können dem Umweltportal Schleswig-Holstein (<https://umweltportal.schleswig-holstein.de/portal/>) auch für den Bereich der Anlandung Hamburger Hallig weitere Informationen zu vorhandenen Baugrundprofilen entnommen werden. Die Positionen der verfügbaren Bohrprofile sind in der Übersicht Abbildung 5-1 als rote Punkte mit der zugehörigen Archivnummer dargestellt.

**Abbildung 5-1**

Übersicht verfügbare  
Baugrundinformationen  
im Bereich  
Hamburger Hallig  
Quelle: Umweltportal  
Schleswig-Holstein



Im Bereich der Uferbefestigung liegt das Bohrprofil 1318/35/0001/B mit ca. 120 m Abstand am dichtesten an der geplanten Anlandungsbohrung. Das entsprechende Profil ist in der Abbildung 5-2 dargestellt. Die Ansatzhöhe dieses Profils liegt bei ca. 1,7 m ü NHN. Hierin sind oberflächennah Ton- und Schluffschichten zu entnehmen (bis ca. -7,5 m ü NHN). Bei etwa -2,1 m ü NHN sind die Ton- und Schluffschichten durch eine ca. 1,2 m starke Torfschicht durchzogen. Ebenso sind die Ton- Schluffschichten von einer etwa 0,3 m dünnen Torfschicht unterlagert. Diese ist im Bohrprofil als stark sandig angegeben. Unterhalb der Torfschicht folgen Feinsande bis bei etwa - 19,8 m ü NHN eine feste Tonschicht von ca. 3 m Stärke angegeben ist.

Als Referenz ebenfalls ist das Bohrprofil 1318/0003/W abgebildet, das etwa 220 m östlich der Uferbefestigung liegt. Die Ansatzhöhe dieses Profils liegt etwas höher bei ca. 2,5 m ü NHN. Hier enden die oberflächennahen tonigen und schluffigen Schichten bei ca. -4,5 m ü NHN etwas früher. Die Torfschichten finden sich in diesem Profil nicht wieder. Allerdings ist die feste Tonschicht wieder zu erkennen. In diesem Profil ist sie jedoch bei ca. -18,5 m ü NHN etwas früher und mit 5 m Stärke etwas ausgeprägter.

Die Anlandungsbohrung ist im Bereich der Uferbefestigung mit einer Tiefenlage von ca. – 8,3 m ü NHN geplant (siehe Planunterlage C.2.1). Die für das HDD-Verfahren als ungünstig einzustufende Torfschicht bei ca. -2,1 m ü NHN wird, sofern sie im Bohrungsverlauf angetroffen wird, noch im absteigenden, geraden Bohrabschnitt nahe am Eintrittspunkt der Bohrung durchfahren. Im Bereich der Uferbefestigung verläuft die Bohrung knapp 1 m unterhalb der zu erwartenden Ton- und Schluffschichten (bzw. der geringmächtigen stark sandigen Trofschicht) innerhalb der Feinsande, die als gut geeignet für das HDD-Verfahren angesehen werden können.

Im Rahmen der Bauvorbereitung wird mit der Fachbehörde (LKN.SH) abgestimmt, ob weitere Baugrunderkundungen im Deichbereich durchgeführt werden.

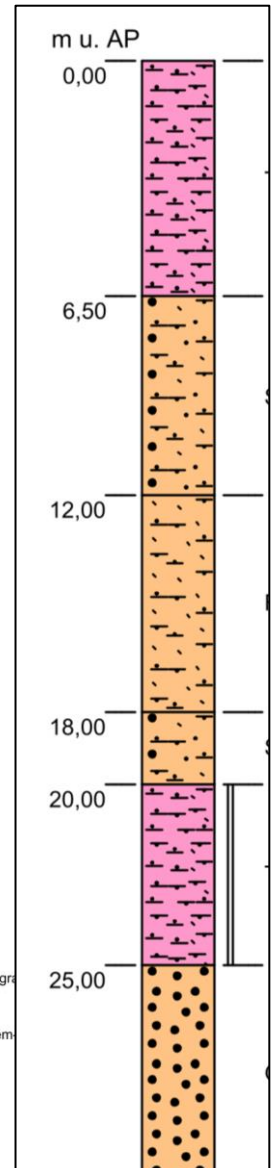
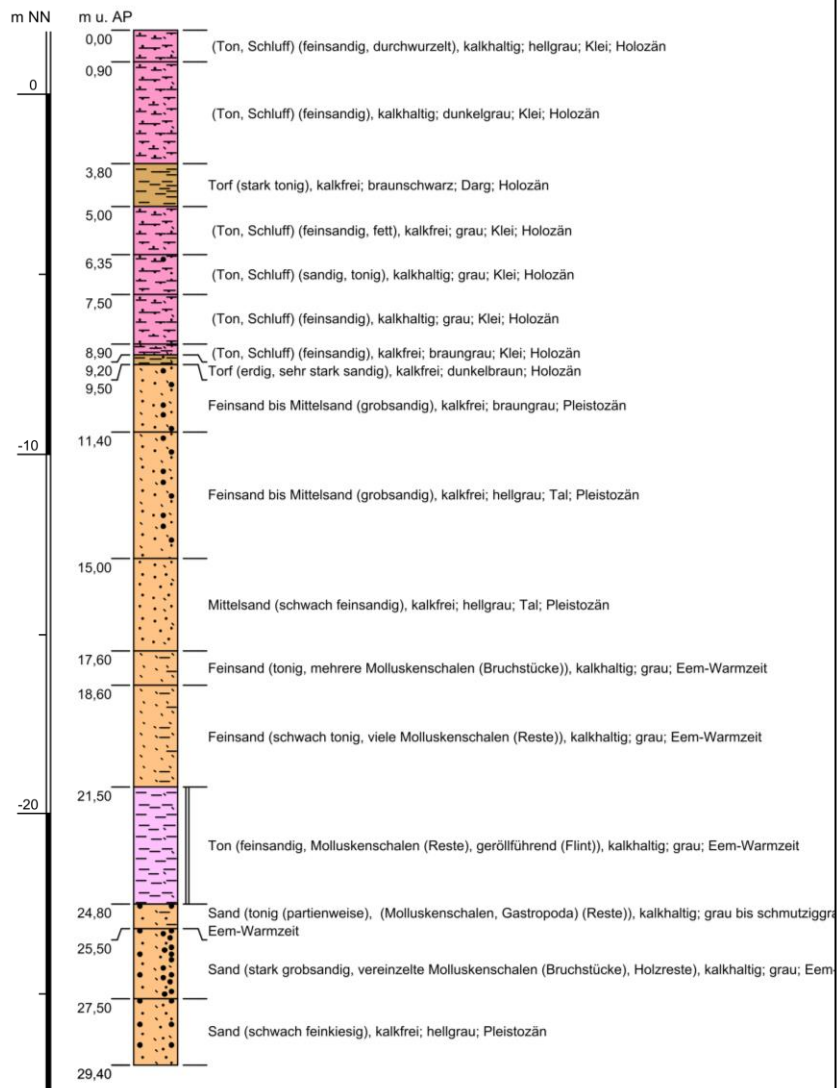
Punkt-Nr.:

1318/35/0001/B

1318/0003/W

**Abbildung 5-2**

*Bohrprofil  
1318/35/0001/B und  
1318/0003/W  
Quelle: Umweltportal  
Schleswig-Holstein*



## 5.6 Verlaufssteuerung

Unter Verlaufssteuerung wird die Art der Einmessung bzw. Erfassungsmöglichkeit der genauen Position des Bohrkopfes verstanden.

Für die Anlandung wird das „Walk-Over“ verfahren vorgesehen, bei dem die Position des Bohrkopfes von der Geländeoberkante über der Bohrtrasse geortet wird. Hierfür bewegt sich während der Pilotbohr eine Person Fußläufig über der Bohrtrasse.

## 5.7 Erforderliche Gerätekapazität

Bei der vorgesehenen Dimension und Geometrie der Bohrung wird Bohrgerät mit einer Zugkraftkapazität von ca. 20 t eingeplant. Ein entsprechendes Gerät kann mit folgenden Kenndaten angenommen werden:

- Länge 6,70 m (Transport)
- Breite 2,50 m (Transport)
- Höhe 2,75 m (Transport)
- Gewicht ca. 15 to
- Schallleistungspegel ca. 105 db

## 5.8 Geländebedarf

Die für die Anlandung benötigten Baustelleneinrichtungsflächen sind in der Planunterlage C.4.1 dargestellt.

Im Folgenden werden die BE-Flächen der Rig- und der Pipe-Site jeweils für sich beschrieben:

### 5.8.1 Rig-Site

Die auf der Hamburger Hallig gelegene Rig-Site ist auf der als Weideland genutzten Fläche vorgesehen.

Das Baufeld wird mit Lastverteilungsplatten hergerichtet. Der Aufbau erfolgt direkt auf der GOK. Unebenheiten in der Fläche werden mit Schotter ausgeglichen. Zur Trennung des Schotters zum anstehenden Untergrund wird ein Geotextil vorgesehen. Auf dieser Basis können anschließend alle für die Herstellung der Anlandung nötigen Maschinen, Geräte, Einrichtungen und Hilfseinrichtungen entsprechend platziert werden. Hierbei werden die Baustelleneinrichtung betreffenden Vorschriften sowie Auflagen der Planfeststellungsbehörde berücksichtigt.

Die zu ertüchtigende Zuwegung über das vorhandene Wegenetz benötigt eine Fläche von ca. 840 m<sup>2</sup>.

Insgesamt ist für die Einrichtung der Rig-Site eines geeigneten Bohrgerätes eine Fläche von etwa 1.370 m<sup>2</sup> erforderlich für:

- das Aufstellen des Bohrgerätes
- die Bentonitmischanlage
- die Aufbereitungsanlage (Separation von Spülung und Bohrklein)
- die Startbaugrube
- die Bohrspülungsgrube (Zwischenlager für benutzte Bohrspülung)
- und sonstige Hilfseinrichtungen, wie z.B. Stromerzeuger, Bohrgestängelager

Vom Bohreintrittspunkt erfolgt die landseitige Verlegung der Trinkwasserleitung bis zu den bestehenden Übergabeschächten ebenfalls in geschlossener Bauweise mit dem HDD-Verfahren (siehe Kapitel 5.15). Hierfür ist ein zusätzlicher Arbeitsstreifen mit einer Fläche von ca. 385 m<sup>2</sup> erforderlich.

Nach vollendetem Schutzrohr- und Produktrohreinzug und den darauffolgenden Arbeiten zur Anbindung der Trinkwasserleitung an den Bestand, werden alle Bau- und Montageflächen soweit wie möglich in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt.

### 5.8.2 Pipe-Site

Die wasserseitige Zielbaugrube liegt im trockenfallenden Wattbereich. Der Austrittspunkt der Bohrung wird so eingefasst, dass ein Austreten und Verdriften von Bohrspülung in die umliegenden Wattbereiche sicher verhindert wird.

Im weiteren Verlauf der Bauarbeiten dient der Arbeitsponton als stationäre Arbeits- und Lagerplattform.





Der An- und Abtransport von Gerät und Material erfolgt bei Flut mit schwimmendem Gerät. Hierfür wird auf der Pipe Site eine Fläche von ca. 4.000 m<sup>2</sup> benötigt für:

- Baugrube
- Arbeitspontons
- Auslegen des Schutzrohres
- und sonstige Hilfseinrichtungen

### 5.8.3 Zusammenfassung Geländebedarf

Rig-Site (hierzu siehe Planunterlage C.4.1):

- Baustelleneinrichtung ca. 1.370 m<sup>2</sup>
- Baustraße (über Wegenetz) ca. 840 m<sup>2</sup>
- Landanbindung ca. 385 m<sup>2</sup>

Pipe-Site (hierzu siehe Planunterlage C.4.1):

- Baustelleneinrichtung ca. 4.000 m<sup>2</sup>

## 5.9 Handling der Bohrspülung

Die Bohrspülung (Bentonit-Wasser-Suspension) hat die Aufgabe, den Boden hydraulisch im Bohrloch abzubauen, das Bohrklein nach Übertage zu fördern, sowie das Bohrloch hydraulisch zu stützen. Dafür wird in Abhängigkeit vom Bohrlochdurchmesser und der Länge der Bohrung eine bestimmte Spülmengemenge benötigt, die unter Druck am Abbauwerkzeug austritt und durch ihre kinetische Energie den Boden löst und nach Übertage austrägt.

Zunächst wird die Bentonit-Wasser-Suspension in einer Mischanlage zubereitet und über einen Spülungstank dem Bohrgerät zugeführt.

Die während der Pilotbohrung umlaufende Spülmengemenge ist wegen des kleinen Bohrungsdurchmessers relativ gering. Unter normalen Bedingungen fällt der größte Teil der wieder austretenden, benutzten Spülung an der Startseite an, wo die Spülung gleich wieder aufbereitet werden kann.

Dagegen werden normalerweise bei den Aufweitgängen die größten Spülmengemengen benötigt, da hier der größte Teil des Bodenabbaus erfolgt und das aufgeweitete Bohrloch vollständig zur hydraulischen Stützung mit Spülung gefüllt sein muss.



Die Spülung tritt mit dem gelösten Boden je nach geodätischem Höhenunterschied und Bohrfortschritt auf der Start- und/oder Zielseite wieder zutage. Die auf der Startseite austretende Bohrspülung wird, wie bei der Pilotbohrung, aufgefangen, über eine Separationsanlage aufbereitet und dem Bohrprozess wieder zugeführt.

Die auf der Zielseite austretende Bohrspülung wird Wattseitig in Puffertanks aufgefangen und über den Seeweg entsorgt.

Um bei Flut ein Verdriften der Bohrspülung im Watt zu verhindern wird zunächst die Pilotbohrung so durchgeführt, dass der Bohraustrittspunkt bei Niedrigwasser erreicht wird. Anschließend wird ein Stahl-Casingrohr über dem Bohrgestänge platziert und in den Boden gedrückt. So kann die bei den Aufweitgängen austretende Bohrspülung über einen By-Pass im Stahl-Casingrohr aufgefangen und in Puffertanks geleitet werden. Zusätzlich wird der Bohraustrittspunkt mit einem Gleitschienenverbau eingefasst (siehe Abbildung 4-3). Bei der Installation wird der Verbau in den Boden gedrückt.

**Abbildung 5-3**

*Einfassung  
Bohraustrittspunkt  
im Watt  
Quelle: Fa.  
Christoffers/Paasch*



Aufgrund der zunehmenden Einsturzgefahr des Bohrkanals im Falle von längeren Verzögerungen werden die weiteren Bohraktivitäten auch bei Wasserbedeckung durchgeführt.

Beim Einziehen des Schutzrohres verdrängt die einzuziehende Leitung die Spülung aus dem Bohrloch. Die verdrängte Spülmengenge tritt je nach Höhenunterschied und Einziehvorgang an Start- und/oder Zielseite aus dem Bohrloch. Auf diese Spülmengenge werden die Zwischenlager für die Spülung auf der Rigsite ausgelegt.

Für den Fall eines unbeabsichtigten Spülungsaustrittes an der Oberfläche zwischen Rig- und Pipe-Site, werden PE-Ringe zum Einfassen der Bohrspülung und entsprechendes Equipment zum Entfernen der ausgetretenen Bohrspülung vorgehalten.

## 5.10 Bodenaushub

### 5.10.1 Baugruben

Der Bodenaushub, der bei der Herstellung der Baugruben anfällt, wird an geeigneter Stelle auf dem Baufeld zwischengelagert und, sofern geeignet, beim Rückbau der Baugruben wiedereingebaut.

### 5.10.2 Bodenaustrag aus Bohrloch

Während der Bohrarbeiten werden hauptsächlich bei den Aufweitgängen durch die Bohrspülung insgesamt ca. 70 m<sup>3</sup> feste Bodenmasse ausgetragen.

### 5.10.3 Separation und Entsorgung des Bohrkleins

Auf der Startseite wird die benutzte, mit Bohrklein (abgebauter Boden) befrachtete Bohrspülung in einer Separationsanlage aufbereitet. D. h., es wird das Bohrklein von der Spülung separiert und die Spülung der Bohranlage wieder zugeführt. Das ausgetragene und abgetrennte Bohrklein wird abgefahren und nachweislich schadlos entsorgt.

## 5.11 Schutzrohrinstallation

Um den Belangen des Küstenschutzes zu entsprechen, ist die Unterquerung von Küstenschutzanlagen, in diesem Fall die Uferbefestigung der Hallig, mit einer Wasserleitung in einem Schutzrohr vorzusehen. Aus bautechnischen Gesichtspunkten ist das Schutzrohr entlang der gesamten Anlandungsbohrung eingeplant.

Ein PE-Rohrstrang in entsprechender Länge wird aus einzelnen Rohren zusammengesetzt. Diese werden im Bereich des Ausrüstungshafens (Festland) des AN mittels Stumpfschweißen miteinander verbunden und über eine Spulvorrichtung als Ringbund aufgewickelt. Für den Rohreinzug wird der vorgefertigte Ringbund mit der Spulvorrichtung auf einem Ponton platziert und zum Bohraustrittspunkt transportiert.

Ist der Schutzrohrstrang positioniert und das Bohrloch fertiggestellt, wird der Rohrstrang mit dem Bohrgestänge über einen Zugkopf verbunden. Danach erfolgt der Schutzrohreinzug in das Bohrloch während gleichzeitig das Schutzrohr vom Ponton abgespült wird.

Nach Erreichen der Endposition wird der Rohrstrang vom Zugkopf getrennt. Der mit Luftgefüllte Rohrstrang wird bis zum späteren Einzug des Trinkwasserrohres an den Enden z.B. durch das Anschweißen Endkappen hochwassersicher verschlossen.

## 5.12 Hochwassersicherheit

Mit der Anlandung der Hamburger Hallig wird die Uferbefestigung der Hallig unterquert (siehe auch Kapitel 5.4.3). Eine Hochwasserschutzbauwerk, im Sinne einer Eindeichung, wird hierbei nicht tangiert. Dennoch wird beim Einzug des Schutzrohres die Bohrspülung im Ringraum gegen ein abdichtendes Material ersetzt. Hierbei handelt es sich um eine erhärtende Suspension, die sedimentationsfrei, kraftschlüssig und erosionssicher mit einer Festigkeit von ca. 15 KPa abbindet

Der Endzustand der Bohraktivitäten wird nach dem Einzug des Schutzrohres erreicht. Jedoch wird aus Koordinierungsgründen erst zu einem späteren Zeitpunkt das Schutzrohr mit der Trinkwasserleitung belegt. Bis zu diesem Zeitpunkt werden die Schutzrohrenden druckwassersicher verschlossen.

Nach dem Einzug der Trinkwasserleitung werden die Enden des Schutzrohres mit einer Ringraumdichtung versehen.

## 5.13 Fehlbohrungen

Treten Fehlbohrungen auf, so werden diese Bohrlöcher und eventuell entstandene Hohlräume mit geeignetem aushärtendem Material hohlraumfrei verpresst.

## 5.14 Baustellenräumung/Endzustand

Alle Bau- und Montageflächen werden soweit wie möglich nach Abschluss der Bauarbeiten in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt.

### 5.15 Landseitige Rohrverlegung

Der Einbindepunkt in das bestehende Leitungsnetz liegt auf der Warft. Zur Minimierung des Eingriffs in die Oberfläche des Warft-Hanges wird die Trassenführung vom Startpunkt der Anlandungsbohrung bis auf die Warft ebenfalls in geschlossener Bauweise mit dem HDD-Verfahren durchgeführt.

Hierbei wird das für die Anlandung genutzte Bohrgerät, inkl. Baustelleneinrichtung, auf dem bereits befestigten Bohrplatz umgesetzt und vom Fuß der Warft zum Bohraustrittspunkt auf der Warft gebohrt. Die Abläufe zur Bohrung entsprechen denen der Anlandungsbohrung. Lediglich die Bohrspülung am Bohraustrittspunkt wird direkt aufgefangen und über eine fliegende Leitung der Separationsanlage zugeführt.

Die Bohrung weist folgende Parameter auf:

- Durchmesser 279,4 mm
- Radius 100 m
- Bohrungslänge 39 m
- Verlaufssteuerung Walk Over

Die Bohrgradienten kann der Planunterlage C.2.2 entnommen werden.

Im Gegensatz zur Anlandung wird die Trinkwasserleitung da 200 direkt in das Bohrloch eingezogen und kein zusätzliches Schutzrohr verwendet. Der Systemquerschnitt der Bohrung ist in der Planunterlage C.4.2 dargestellt.

Zum Einzug in das Bohrloch wird die Trinkwasserleitung am Bohraustrittspunkt ausgelegt und über Rollenstationen in das vorbereitete Bohrloch eingezogen. Die Platzverhältnisse auf der Warft lassen ein Auslegen der Leitung in direkter Verlängerung der Bohrung nur für bis ca. 25 m zu. Daher wird die Leitung in zwei Teillängen vorgefertigt, die während des Einzuges mit einander verbunden werden. Alternativ wird die Leitung auf der angegebenen Bedarfsfläche im elastischen Biegeradius ausgelegt und während des Einzuges auf der Ablaufbahn gesichert. Die Bedarfsfläche auf der Warft kann der Planunterlage C.4.1 entnommen werden.

## 6. BAUBESCHREIBUNG ROHRLEGUNG

Die Rohrlegung umfasst den Einzug der Trinkwasserleitung in die vorbereiteten Anlandungen auf Pellworm und der Hamburger Hallig sowie die Einbettung der Trinkwasserleitung entlang der geplanten Trassenführung. Die Vorbereitung der Anlandungen kann den Kapiteln 4 und 5 entnommen werden.

### 6.1 Überdeckung

Im Verlauf der Trasse werden unter anderem die Priele Rummelloch und Strand gequert. Aufgrund der Dimensionen dieser beiden Priele stellen diese die maßgeblichen Anforderungen an die Legetiefe der Trinkwasserleitung. Um auch zukünftigen Verlagerungen dieser Priele zu begegnen ist eine Legetiefe von ca. 8 m in diesen Bereichen eingeplant. Technisch kann eine entsprechende Legetiefe nur im Fräsverfahren realisiert werden. Bei einer entsprechenden Fräse kann die Frästiefe ohne größere Umrüstarbeiten um ca. 2,5 m variiert werden. Um vor und hinter den Priel Rummelloch und Strand entsprechende Unterbrechungen im Arbeitsablauf sowie Montagearbeiten im Watt zu vermeiden, erfolgt die Legung der Trinkwasserleitung vor und hinter diesen Priel in einer Tiefe von ca. 5,5 m. Diese Tiefenlage ist ausreichend um alle weiteren „kleineren“ Prielverläufe entlang der Trasse zu queren und den absehbaren morphologischen Veränderungen zu begegnen (hierzu siehe auch Machbarkeitsstudie G.1).

### 6.2 Legeverfahren

Beim Fräsverfahren wird der Boden mittels einer Fräse aufgebrochen und üblicherweise nach oben zur Gewässersohle transportiert. Das Rohr wird von der Fräse aufgenommen und über die Fräse geführt. Es verläuft hinter der Fräse in den Verlegeschart. Der Verlegeschart führt das Rohr als mobile Gleitschalung hinter der Fräse zur vorgesehenen Legetiefe hinab. Dort läuft das Rohr unter Berücksichtigung der Biegeradien aus. Das Fräsgut fällt hinter der Verlegeschart wieder auf den offenen Fräsgraben hinab.

Im vorliegenden Projekt ist hierfür eine selbstfahrende Fräse vorgesehen (siehe beispielhaft Abbildung 6-1).

Bei der Verwendung einer selbstfahrenden Fräse (wie in Abbildung 6-1 dargestellt) kann der Fräsvorgang unabhängig von Ebbe und Flut durchgeführt werden.

**Abbildung 6-1**

*Selbstfahrende Fräse  
Quelle: Fa.  
Christoffers*



Ein entsprechendes Gerät besitzt Abmessungen von ca. 9,5 m Breite x 20 m Länge und kann bis zu einer Wassertiefe von ca. 14,20 m arbeiten. Dies ist ausreichend um die vorhandenen Prielverläufe mit einer Wassertiefe von max. ca. 8,5 m bei MThw (Rummelloch und Strand) queren zu können.

Auf Basis einer Trassenbegehung im August 2023 wurde die Beschaffenheit der Wattflächen als durchgängig begehbare Sandwatt eingeschätzt. Dies kann durch die Baugrundinformationen im Kapitel 3.8 bestätigt werden. Die vorgefundenen Verhältnisse lassen auf eine Befahrbarkeit der Wattflächen mit einer oben beschriebenen selbstfahrenden Fräse schließen. Die weichen Bodenverhältnisse im Überangsbereich nach Pellworm und zur Hamburger Hallig (Lahnungsfelder) werden im HDD-Verfahren unterquert (siehe Kapitel 4 und 5) und müssen nicht befahren werden.

Muss die Fräse auf Grund von Witterungseinflüssen oder zur Erstellung von Rohrverbindungen über längere Zeit auf einer Position gehalten werden, sind keine zusätzlichen Verankerungsmaßnahmen erforderlich. Besteht bei längerem Stillstand die Gefahr einer Kolkbildung um das Fahrzeug herum, wird dieses um eine Fahrzeuglänge bewegt. Eine Verankerung des Arbeitsschiffs erfolgt über zwei Ankerpfähle.

### 6.3 Rohrbau

Die Trinkwasserleitung besteht aus einzelnen PE-Rohren, die im Bereich des Ausrüstungshafens (Festland) des AN mittels Stumpfschweißen miteinander verbunden und über eine Spulvorrichtung als Ringbund aufgewickelt werden. Hierbei werden Teillängen bis ca. 2.000 m als Ringbund vorgefertigt und im Hafenbereich zwischengelagert. Nach der Vorbereitung der erforderlichen Ringbunde wird die Spulvorrichtung auf einem Arbeitsschiff installiert. Anschließend werden einzeln die vorgefertigten Ringbunde wieder auf der Spul- bzw. Abrollvorrichtung platziert und zum Einbauort entlang der Trasse transportiert. Vor Ort werden die Rohrenden des bereits verlegten Abschnittes und des neuen Ringbundes über eine Stumpfschweißverbindung miteinander verbunden.

Die Längen der jeweiligen Ringbunde werden hierbei so gewählt, dass die Querung der Priele jeweils in einem Zuge ausgeführt werden können.

Das Arbeitsschiff mit der Abrollvorrichtung wird je nach Situation von der selbstfahrenden Fräse geschoben oder bewegt sich eigenständig über die Trasse. Hieraus ergibt sich, dass die Legearbeiten nur bei entsprechenden Wasserständen durchgeführt werden können. Sofern es die Wetterverhältnisse zulassen, wird angestrebt die Rohrleitung bereichsweise vorlaufend abzuspuhlen, um den Fräsvorgang auch bei ablaufendem Wasser möglichst lange weiter ausführen zu können.

Um bei weichen Bodenverhältnissen der selbstfahrenden Fräse eine Windenunterstützung geben zu können wird die Abrollvorrichtung ggf. auch auf einem zweiten Trägergerät auf Ketten umgeladen. Das Trägergerät bewegt sich dann vor der Fräse über die Trasse, wobei beide Fahrzeugen die gleiche Fahrspur nutzen. Dies hätte zusätzlich den Vorteil, dass auch bei niedrigen Wasserständen bzw. bei trocken gefallenem Watt die Arbeiten nicht unterbrochen werden müssten.

### 6.4 Dokumentation

Während der Kabelverlegung werden kontinuierlich mindestens folgende Daten überwacht und aufgezeichnet:

- Rohrlänge bereits verlegt bzw. an Bord
- Einbettungstiefe des Rohrs
- Auf das Rohr einwirkende Kräfte
- Position des Rohrs



## 6.5 Bauablauf

Die Legerichtung ist von der Insel Pellworm Richtung Hamburger Hallig vorgesehen. Hieraus ergibt sich folgender Arbeitsablauf:

- Einzug der Trinkwasserleitung in die Anlandung Pellworm
- Verlängern des Rohrstranges sowie Ansetzen der Fräse / Einbetten des seeseitigen Schutzrohrendes
- Beginn der Rohrlegung Richtung Hamburger Hallig mit sukzessivem Nachladen der Ringbunde und verlängern der Rohrleitung (jeweils um ca. 2.000 m)
- Schneiden und Verschließen der Rohrleitung vor dem wattseitigen Anlandepunkt der Hamburger Hallig
- Einzug der Trinkwasserleitung in die Anlandung Hamburger Hallig
- Verbinden und Einbetten der Anlandung mit der Rohrleitung im Watt

## 6.6 Anlandung Pellworm

### 6.6.1 Vorbereitung

Das bereits vorhandene Schutzrohr der Anlandung wird sowohl landseitig als auch seeseitig in offener Bauweise wieder freigelegt. Die hierfür erforderlichen Arbeiten werden von einem Arbeitsponton aus bzw. mit Hilfe eines Wattbaggers durchgeführt.

Die Verschlüsse des Schutzrohres werden entfernt und über ein im Schutzrohr befindliche Zugseil das für den Einzug erforderliche Seil eingezogen.

### 6.6.2 Einzug

Das Arbeitsschiff mit der Abspulvorrichtung und dem für die Anlandung erforderlichen Ringbund (siehe Kapitel 6.3) wird unmittelbar vor dem Schutzrohrende positioniert.

Das im Schutzrohr befindliche Zugseil wird an dem einzuziehenden Rohrstrang befestigt und über eine Winde in das Schutzrohr gezogen. Die Winde wird am landseitigen Schutzrohrende auf dem Baufeld der Anlandungsbohrung platziert. Mit dem Einziehvorgang wird der Ringbund vom Arbeitsschiff abgespult.



### 6.6.3 Einbettung

Binnenseitig der Anlandung erfolgt der Übergang von der See- zu Landtrasse.

Anschließend werden die Schutzrohrenden in offener Bauweise auf die erforderliche Tiefe gebracht. Seeseitig wird hierfür ein Verbau mit ca. 2 m Breite und ca. 5 m Länge in den Wattboden gedrückt.

## 6.7 Anlandung Hamburger Hallig

Der Generelle Ablauf entspricht der Beschreibung für die Anlandung Pellworm.

## 6.8 Übergang von Anlandung zur Seetrasse

Im Bereich des seeseitigen Austrittspunktes der Anlandung Pellworm wird nach dem Einzug der Trinkwasserleitung in das Schutzrohr der Anlandung die Rohrleitung in das Einbettungsgerät gefädelt. Für die Fräse ist eine Ansatzgrube erforderlich, die in Verlängerung der Einbettung des Schutzrohres erstellt wird. Dieser Bereich wird in offener Bauweise mit folgenden Abmessungen hergestellt:

- Länge ca. 10 m
- Breite ca. 5 m
- Tiefe ca. 1,5 m

## 6.9 Eingriffsflächen

Im Einzelnen werden für die Rohrlegung folgende Arbeitsstreifen und –Flächen benötigt:

- Bereich des Frässlitzes 0,4 m Breite
- Laufwerksketten der Fräse 2 x 2,75 m Breite
- Fläche Arbeitsschiff 40 m x 12 m  
(das Arbeitsschiff wird Längs über die Trasse bewegt)

Die Arbeitsflächen im Bereich der seeseitigen Anlandungspunkte sind bereits mit jeweils ca. 4.000 m<sup>2</sup> (80 m x 50 m) bei den Anlandungen aufgeführt.

## 6.10 Betrieb der Rohrleitung

Nach den Einbindearbeiten geht die Leitung in den Rohrnetzbetrieb des Wasserverbandes Nord über. Durch den Betrieb der Leitung sind planmäßig keine Revisionsarbeiten erforderlich.

Zur Kontrolle der Leitung sind regelmäßige Begehungen vorgesehen. Sollten im Leitungsbetrieb größere morphologische Veränderungen über der Leitungstrasse festgestellt werden, werden zunächst verfügbare Peildaten mit den zum Zeitpunkt der Legung festgestellten Geländehöhen verglichen. Im Zweifel werden eigenständige Peilungen durchgeführt. Ein eventueller Handlungsbedarf wird auf dieser Basis ermittelt und mit den zuständigen Fachbehörden als eigenständige Maßnahme abgestimmt.

## 7. BAUZEIT

Vorbereitend für die eigentliche Rohrlegung im Wattbereich werden die Anlandungen mit den Schutzrohren durchgeführt. Folgend wird eine Zusammenfassung der Bauzeiten gegeben.

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| • Projektvorbereitung  | Ab Mitte Mai                         |
| • Vorbereitung der Schutzrohre und Rohrleitung im Ausrüstungshafen | Ab Ende Mai                          |
| • Arbeiten Anlandung Pellworm                                      | Mitte August bis Mitte September     |
| • Arbeiten Anlandung Hamburger Hallig                              | Anfang September. bis Ende September |
| • Rohrlegung seeseitig   | Ende August bis Ende September       |