



# VERSTÄRKUNG DER NORDERWARFT AUF NORDSTRANDISCHMOOR

## GENEHMIGUNGSPLANUNG

### Gemeinde Nordstrand

Schulweg 4  
25845 Nordstrand

Telefon: 04842 / 900932  
Telefax: 04842 / 900990

Planung:



**INGENIEURBÜRO MOHN GmbH**  
Beratende Ingenieure

Industriestraße 36  
25813 Husum  
[www.ing-mohn.de](http://www.ing-mohn.de)

Telefon: 04841 / 8361-0  
Telefax: 04841 / 8361-22

Husum, den 28.11.2018

## INHALT

<b>1.</b>	<b>VERANLASSUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>GRUNDLAGEN.....</b>	<b>3</b>
2.1	Vorhandene Unterlagen .....	3
2.2	Wasserstände .....	4
2.3	Baugrund.....	4
<b>3.</b>	<b>BESTAND.....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>WARFTVERSTÄRKUNG.....</b>	<b>6</b>
4.1	Grundlagen.....	6
4.1.1	Allgemeines.....	6
4.1.2	Warftbestick.....	6
4.2	Darstellung der geplanten Warftverstärkung .....	7
4.2.1	Wahl des Standorts .....	7
4.2.2	Beschreibung der geplanten Warft .....	7
<b>5.</b>	<b>BAUABLAUF.....</b>	<b>9</b>
5.1	Leistungs- und Kabelumlegung.....	9
5.1.1	Stromkabel 20 kV .....	10
5.1.2	Wasserleitungen.....	10
5.2	Bodenbeschaffung und Bodenmanagement .....	11
5.2.1	Allgemeines.....	11
5.2.2	Materiallieferung und -einbau .....	13
5.2.2.1	Materiallieferung.....	13
5.2.2.2	Materialeinbau.....	16
5.3	Besonderheiten und Sonstiges.....	18
<b>6.</b>	<b>BAUZEIT UND BAUKOSTEN .....</b>	<b>19</b>

**ANLAGEN**

- Fotodokumentation
- Geotechnisches Gutachten einschl. Ergänzungsschreiben vom 27.11.2018
- Planunterlagen
  - Blatt-Nr. 1.1 Lageplan
  - Blatt-Nr. 1.2 Peilplan
  - Blatt-Nr. 2.1 Schnitte zum Lageplan
  - Blatt-Nr. 3.1 Querprofil Stat. 0+150



## 1. VERANLASSUNG

Das Land Schleswig-Holstein ist bestrebt, die nordfriesischen Halligen nachhaltig zu sichern. Im Rahmen eines Pilotprojektes soll auch die Norderwarft auf der Hallig Nordstrandischmoor verstärkt werden. Es wird ein neuer Warftkörper erstellt, der sich an die bestehende Warft anschließt bzw. diese einbindet.

Die Ingenieurbüro Mohn GmbH Beratende Ingenieure wurde von der Gemeinde Nordstrand, vertreten durch das Amt Nordsee-Treene, beauftragt, die Planungsleistungen für die technische Planung der Warftverstärkung (mit Ausnahme des Hochbaus) zu erbringen und die Genehmigungsunterlagen zu erstellen. Der naturschutzfachliche Teil wird durch Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung GFN bearbeitet.

## 2. GRUNDLAGEN

### 2.1 Vorhandene Unterlagen

- [1] Warftverstärkungen – Bodenkonzent, Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH), Husum, 25.10.2016
- [2] Grundsätze für die Verstärkung und Erweiterung von Warften, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR), April 2017
- [3] Gutachten des Geologischen Landesamts Schleswig-Holstein zur geplanten Warftabflachung auf der Hallig Nordstrandischmoor, Kiel, 9.12.1982
- [4] Vermessungsdaten des LKN
- [5] Amtliche Seekarten des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie
- [6] Planunterlagen zum geplanten Gebäude, Architekt Dipl.-Ing. Leif-Felin Peters, Risum-Lindholm

[7] Geotechnisches Gutachten: Verstärkung der Norderwarft auf Nordstrandischmoor, Geo-Rohwedder, Ingenieurbüro für Spezialtiefbau GmbH, Albersdorf, 12.03.2018, einschl. ergänzendem Schreiben des Büros Geo-Rohwedder zum Geotechnischem Gutachten vom 27.11.2018.

[8] Peildaten des LKN im Zufahrtbereich zur Norderwarft, 17.05.2018

## 2.2 Wasserstände

Gemäß Gewässerkundlichem Jahrbuch ergeben sich für den Pegel Pellworm die folgenden mittleren Wasserstände und Extremwerte: (Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 2013):

HHThw:	NHN + 4,36 m (03.12.1999)
HHThw <sub>10 Jahre (2004-2013)</sub> :	NHN + 3,79 m (31.01.2013)
MHThw:	NHN + 3,35 m
MThw:	NHN + 1,51 m
MTnw:	NHN – 1,68 m
NNTnw:	NHN – 3,03 m (15.03.2002).

Für den Pegel Strucklahnungshörn sind folgende Werte angegeben:

HHThw:	NHN + 5,06 m (03.01.1976)
HHThw <sub>10 Jahre (2004-2013)</sub> :	NHN + 3,92 m (31.01.2013)
MHThw:	NHN + 3,47 m
MThw:	NHN + 1,56 m
MTnw:	NHN – 1,69 m
NNTnw:	NHN – 3,55 m (31.12.1978).

## 2.3 Baugrund

Es liegt ein geotechnisches Gutachten aus dem Jahr 1982 des Geologischen Landesamts Schleswig-Holstein zur geplanten Warftabflachung auf der Hallig Nordstrandischmoor [3] vor. Ein weiteres geotechnisches Gutachten zur nun

vorgesehenen Verstärkung der Norderwarft des Ingenieurbüros Geo-Rohwedder wurde am 12.03.2018 mit einem ergänzenden Schreiben vom 27.11.2018 [7] vorgelegt.

Die Deckschicht des untersuchten Areals besteht demnach lokal aus künstlich eingebrachten Böden und marschüblichen Kleiböden. Die Zustandsform des gewachsenen Kleis variiert von anfänglich weich bis steif. Der Klei wird mit zunehmender Tiefe durch organische Böden begrenzt. Es handelt sich dabei um einen schwach zersetzten, schluffigen Torf. Unterlagernd folgt ein Klei mit organischen Beimengungen, der als Darg angesprochen wurde. Nachfolgend wurden holozäne Sande erkundet, die als Feinsande, mittelsandig, stark schluffig klassifiziert wurden. Den unteren Abschluss der holozänen Sande bilden schluffige, muschelhaltige Fein- bis Mittelsande als ehemalige Strandwallbildung.

Der tiefere, eiszeitliche Untergrund besteht aus ca. 3 – 4 m Fein- bis Mittelsanden, die nach unten gröber werden und bei etwa NHN – 14,0 m eine ca. 3 m mächtige Tonschicht mit einer rd. 1 m starken, sandigen Muschellage überdecken.

### **3. BESTAND**

Der Baubereich ist derzeit unbebaut. In den neuen Warftkörper wird teilweise der alte Warftkörper mit einbezogen. Auf der vorhandenen Warft sind Wohnhaus einschl. Wirtschaftsgebäude vorhanden.

Die vorhandene Warft hat eine Höhe von rd. NHN + 4,65 m bis 5,00 m (Warftplateau). Der umschließende Ringdeich weist eine Höhe von rd. NHN + 5,50 auf. Der Warftkörper besteht aus schluffig-tonigen Auffüllungen [3].



## **4. WARFTVERSTÄRKUNG**

### **4.1 Grundlagen**

#### **4.1.1 Allgemeines**

Die Landesregierung hat Anfang 2016 ein Warftverstärkungs- und Warftentwicklungsprogramm beschlossen. Dieses Programm ist auf den Erhalt der Halligen als Siedlungsraum in Zeiten des Klimawandels und des demographischen Wandels ausgerichtet [2].

Im Zuge der letzten Warftverstärkung in den 1980er Jahren wurde die Norderwarft wie die meisten der Warften mit einem Ringdeich versehen, wobei die Häuser auf dem vorhandenen Niveau verblieben. Eine Erhöhung dieser Ringdeiche ist in vielen Fällen unzweckmäßig und führt zu zunehmenden Hochwasserrisiken für die Bewohner. Allenfalls als Übergangslösung kann eine derartige Erhöhung geeignet sein.

#### **4.1.2 Warftbestick**

Die Wellenbelastung, die während einer Sturmflut auf die Gebäude einwirkt, hängt von der Ausgangswelle am Warftfuß, der Warfthöhe und der Neigungen sowie der Gestaltung der Außenböschung ab. Hinzu kommt der Abstand der Gebäude von der Böschungskante.

Die Bestickhöhe bzw. die erforderliche Höhe des Warftplateaus ergibt sich aus dem örtlich maßgebenden Sturmflutwasserstand, einem Klimazuschlag von 0,5 m sowie dem Wellenauflauf.

Als maßgeblicher, förderfähiger Sturmflutwasserstand wurde seitens des damaligen MELUR das  $HW_{100}$  festgelegt (Sturmflutwasserstand, der statistisch einmal in 100 Jahren auftritt). Nach Angaben in [2] ergibt sich der maßgebende Sturmflutwasserstand  $HW_{100}$  für Nordstrandischmoor zu  $NHN + 5,40$  m.

Zur ausreichenden Umwandlung der Seegangsenergie ist nach [2] die Warft-Außenböschung bei den Hauptwindrichtungen bis zu einer Höhe von  $HW_{100} - 0,5$  m mit einer Neigung von 1 : 8 zu planen. Ab  $HW_{100} - 0,5$  m aufwärts ist die Böschung mit einer Neigung von 1 : 12 auszugestalten. Die in Lee der Warft

liegenden Warftböschungen können in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen auch steiler, jedoch nicht steiler als 1 : 8 ausgeführt werden.

Der Wellenaufbau ist mit den genannten Neigungen zu 0,5 m anzusetzen. Die Bestickhöhe der neuen Warft ergibt sich dementsprechend zu NHN + 6,40 m.

Angaben zur endgültigen Bauhöhe, zum Setzungsverhalten und zur Standsicherheit werden in Abschnitt 5.2 dargestellt.

Gemäß § 75 LWG ist außerdem bei Warftverstärkungen ein 7 m breiter Schutzstreifen am Rande des Warftplateaus von jeder Bebauung, Bepflanzung und schädlichen Nutzung frei zu halten.

## **4.2 Darstellung der geplanten Warftverstärkung**

### **4.2.1 Wahl des Standorts**

Anhand der örtlichen Gegebenheiten wird die Warfterweiterung in Richtung Nordwest geplant. Eine Warfterweiterung in andere Richtungen ist aufgrund der vorhandenen tiefen Sielzuges aus technischer Sicht unzweckmäßig. Betroffenheiten aus naturschutzfachlicher Sicht wären außerdem dort in gleicher Weise gegeben. Eine weitere Verschiebung nach Nordwest ist aus technischer Sicht wünschenswert, hat aber eine größere Flächeninanspruchnahme zur Folge. Eine Verringerung wiederum ist aufgrund des dann zu geringen Abstands zur vorhandenen Bebauung nicht möglich, weil dann zum einen eine Zufahrt von Seiten der bestehenden Warft nicht mehr möglich wäre und zum anderen nicht mehr tolerierbare Mitnahmesetzungen zur Folge hätten.

Die geplanten Gebäude werden auf dem zukünftigen Warftplateau entsprechend der Hauptwindrichtung ausgerichtet. Diesbezüglich ist die Lage der vorhandenen Gebäude eher untypisch und im Vergleich zu den übrigen Warften auf Nordstrandischmoor ungewöhnlich.

### **4.2.2 Beschreibung der geplanten Warft**

Die neue Warft schließt sich im Nordwesten an die vorhandene Warft an. Im Lageplan (Blatt-Nr. 1.1 der Planunterlagen) ist die Lage einschließlich der geplanten Wohn- und Wirtschaftsgebäude dargestellt. Um das zukünftige



Wohnhaus (nicht im Bereich der Stallungen, Mistplatte etc.) ist eine 3,0 m breite Hochfläche in einer Höhenlage von NHN + 7,40 m angeordnet, die von einem Friesenwall eingegrenzt wird. Diese Hochfläche ist erforderlich, da die OK des Erdgeschosses (OK EG Fußboden) des Wohnhauses in der Höhenlage NHN + 7,40 m angeordnet ist, d. h. 1,0 m über dem Warftplateau. Die Höhe wurde gewählt, um im Sinne einer nachhaltigen Verstärkung der Warft im Hinblick auf den Klimawandel und den damit verbundenen Meeresspiegelanstieg eine langfristige Bewohnbarkeit sicherzustellen. Es ist davon auszugehen, dass auch zukünftig Warftverstärkungen erforderlich sein werden, um die Sicherheit vor Sturmfluten zu gewährleisten. Daher wurde die Planung des Wohnhauses zukunftsorientiert gestaltet, damit eine zukünftige Warfterhöhung, z. B. in 50 Jahren, ohne große bauliche Veränderungen am Wohnhaus möglich ist. Die Anlage der Hochfläche ist Teil des Hausbaus und nicht Gegenstand der Warftverstärkung.

Der 3-m-Streifen um das Wohnhaus herum bildet somit die Baugrenze. Der gemäß § 75 LWG erforderliche 7-m-Schutzstreifen erstreckt sich von der OK der Böschung bis zur Baugrenze.

Der minimale Abstand des neuen Warftplateaus zur vorhandenen Bebauung beträgt rd. 11 m. Das neue Warftplateau liegt rd. 1,50 m höher, als das der vorhandenen Warft, bei dem gewählten Abstand ist somit eine Zufahrt von Seiten der vorhandenen Warft gesichert. Ein noch geringerer Abstand der neuen Wohn- und Wirtschaftsgebäude an den Bestand ist aus technischen Gründen nicht angezeigt, da in Folge von Mitnahmesetzungen das vorhandene Gebäude sonst aller Voraussicht nach in kurzer Zeit unbewohnbar werden würde oder nur mit großem bautechnischem Aufwand bewohnbar gehalten werden könnte (siehe hierzu auch Abschnitt 5.2). Aus technischer Sicht wäre ein größerer Abstand, im Idealfall ganz außerhalb der vorhandenen Warft die sinnvollste Lösungsmöglichkeit.

Der Warftaufbau folgt ebenfalls den Planungsgrundsätzen für die Verstärkung und Erweiterung von Warften. Der Warftkörper wird zunächst bis zu einer Höhenlage von NHN + 4,90 m ( $HW_{100} - 0,5$  m) in einer Neigung 1 : 8

ausgeführt, darüber beträgt die Neigung bis zum Warftplateau (NHN + 6,40 m) 1 : 12. Im Zufahrtsbereich, d. h. auf der der Hauptwellenrichtung abgewandten Seite wird die Neigung steiler ausgeführt, die Neigung beträgt hier durchgängig 1 : 8. Ohne diese Minimierungsmaßnahme müsste das Warftplateau weiter in Richtung Nordwest verschoben werden und die überbaute Fläche wäre insgesamt größer.

Der erforderliche Gemeindeweg zur Anlegestelle (Umfahrung der Warft) wurde innerhalb der Böschung in einer Neigung von 1 : 20 angeordnet. Dies hat zum einen den Vorteil, dass in der Höhenlage des am häufigsten auftretenden Treibselanfalls ein befestigter Weg zur Treibselabfuhr zur Verfügung steht, zum anderen wird die überbaute Fläche dadurch noch etwas minimiert, da der Weg ansonsten außerhalb des Warftkörpers mit einer geringeren Querneigung gebaut würde, was einen etwas erhöhten Flächenverbrauch zur Folge hätte. Diese Erschließungsstraße wird in einer Breite von 4 m ausgeführt und beidseitig mit Keilfalzplatten eingefasst. Die Breite von 4 m ist bei dem sich ergebenden Kurvenradius erforderlich, damit auch größere Fahrzeuge sicher auf dem Fahrbahnbereich bleiben.

Der Aufbau der Erschließungsstraße ist wie folgt geplant:

- 4 cm Asphaltdeckschicht,
- 11 cm Asphalttragschicht,
- 16 cm Schottertragschicht 0/45,
- min. 50 cm Sandunterbau.

Alternativ können die Asphaltschichten auch als Asphalttragdeckschicht oder mit Hilfe von Deckwerkformsteinen bzw. Promenadenformsteinen aus Beton, z. B. Verkalit, ausgeführt werden.

## **5. BAUABLAUF**

### **5.1 Leitungs- und Kabelumlegung**

Um die Voraussetzungen für die geplante Warftverstärkung zu schaffen, sind zunächst ein 20-kV-Stromkabel sowie zwei Wasserleitungen umzulegen. Die



Leitungs- und Kabelumlegungen wurden vorgezogen und im Sommer 2018 bereits durchgeführt. Hierzu wurden gesonderte Genehmigungen beantragt und erteilt. Der Vollständigkeit halber sind die Kabelverlegungen hier mit aufgeführt.

In den Planunterlagen, Blatt-Nr. 1.1 sind die Kabel und Leitungen einschließlich der neuen Trassen dargestellt.

#### **5.1.1 Stromkabel 20 kV**

Vor dem Beginn der Warftverstärkung ist das Stromkabel 20 kV zu verlegen. Für die Trassenwahl konnte in Abstimmung mit den Beteiligten (Gemeinde, Küstenschutzbehörde, etc.) die kürzest mögliche Trasse, d. h. eine Verlegung in den Fußbereich des vorhandenen Warftkörpers realisiert werden (siehe Blatt-Nr. 1.1 der Planunterlagen).

Das Kabel wurde in einem offenen Rohrgraben mit einer Grabenbreite von ca. 0,40 m und einer Grabentiefe von 0,80 m verlegt. Der Mindestabstand zum Siel beträgt 5,0 m (gemessen von der Böschungskante).

Vor der Leitungsverlegung wurden im Bereich des Kabelgrabens Soden ausgebaut und seitlich gelagert. Diese Soden wurden nach der Kabelverlegung wieder eingebaut.

#### **5.1.2 Wasserleitungen**

Vor dem Beginn der Warftverstärkung sind zwei Wasserleitungen umzulegen. Es handelt sich zum einen um eine PVC-Leitung DN 300 aus dem Jahre 1986 und zum anderen um eine PE-Leitung DN 100 (Baujahr 2002). Im Zuge des Minimierungsgebots wurde für die Wahl der Trasse die kürzeste Trasse, d. h. eine Umgehung der zukünftigen Warft im Norden gewählt (siehe Blatt-Nr. 1.1 der Planunterlagen). Die beiden Leitungen wurden in einem gemeinsamen offenen Rohrgraben mit einer Grabenbreite von ca. 0,90m verlegt. Die Tiefe des Rohrgrabens betrug ca. 1,5 m, so dass eine Überdeckung von ca. 1,2 m erreicht wurde. Lediglich im östlichen Bereich musste die Leitung DN 100 auf einer Länge von rd. 30 m in einem eigenen Graben verlegt werden.



Die Leitungen wurden in einem deutlichen Abstand vom Warftfuß verlegt, um in diesem Bereich eine Zwischenlagerungsmöglichkeit für den ausgebauten Kleiboden (bei der Variante „Seesandentnahme“ in Form eines Ringwalls) zu schaffen.

Vor der Leitungsverlegung wurden im Bereich des Kabelgrabens Soden ausgebaut und seitlich gelagert. Diese Soden wurden nach der Kabelverlegung wieder eingebaut.

## **5.2 Bodenbeschaffung und Bodenmanagement**

### **5.2.1 Allgemeines**

Gemäß der „Planungsgrundsätze Küstenschutz“, welche grundsätzlich einzuhalten sind [2], sind Bodenentnahmen im Wattenmeer, d. h. in Bereichen landwärts der Westseite der Außensände, grundsätzlich zu vermeiden, da die Sedimentverfügbarkeit im Wattenmeer begrenzt ist und die Sicherung dieses Dargebots bei steigendem Meeresspiegelanstieg oberste Priorität hat. Dies gilt auch für die Gewinnung von Füllboden für Hochwasserschutzmaßnahmen wie Warftverstärkungen. Ebenso ist eine Gewinnung von Bodenmaterial auf den Halligen für Küstenschutzmaßnahmen grundsätzlich zu vermeiden, da sie im Widerspruch zur Notwendigkeit eines „Substanzerhalts“ dieser in exponierter Lage vor Meeresangriffen zu sichernden Bereiche steht.

Aus den genannten Gründen kommt für die Bodenbeschaffung nur entweder eine Festlandentnahme oder eine Sandentnahme westlich der Außensände, also außerhalb des Wattenmeeres, also z. B. aus der Entnahmestelle „Westerland III“ in Frage.

Für die weiteren Planungsschritte wurden im Rahmen der Vorplanung diese beiden Möglichkeiten für die Warftverstärkung der Norderwarft auf der Hallig Nordstrandischmoor untersucht.

Nach Abwägung der Vor- und Nachteile der beiden Möglichkeiten, sowohl in technischer Hinsicht, als auch in Bezug auf naturschutzrechtlich relevante Aspekte, wurde entschieden, die Sandbeschaffung für die geplante Maßnahme als Festlandentnahme zu planen und im Genehmigungsantrag zu

beantragen. Die Seesandentnahme hat grundsätzlich den Vorteil, dass die erforderlichen Sandmengen in großen Einheiten über einen relativ kurzen Zeitraum eingespült werden könnten.

Die einzig mögliche Entnahmestelle, aus der die ausreichenden Sandmengen gewonnen werden können, ist Westerland III. Die Entfernung von dieser Entnahmestelle bis zur Hallig Nordstrandischmoor beträgt etwa 100 km. Auf dieser Strecke gibt es im Bereich der Mittelhever eine Untiefe. Diese Untiefe kann im beladenen Zustand von einem größeren Hopperbagger nur tideabhängig befahren werden. Kleinere Hopperbagger mit geringeren Tiefgängen sind überwiegend ungeeignet für die Entnahme von Material im vorgesehenen Entnahmefeld. Die genannten Randbedingungen können zu tidebedingten Stillstandszeiten führen, die die Belieferung per Hopperbagger ineffizient werden lassen.

Ebenfalls als nachteilig ist bei einer Seesandentnahme ist der größere Eingriff in Natur und Landschaft durch die Inanspruchnahme von Flächen zur Errichtung von Spüldämmen für das Spülfeld und der Spülleitung zur Übergabestelle zu nennen.

Bevor der Bodenauftrag durchgeführt werden kann, sind in Teilbereichen, d.h. in der für den späteren Wiedereinbau erforderlichen Menge, Soden auszubauen und zu lagern. Die Soden sind zu befeuchten. Diese Soden sollen nach dem Bodenauftrag in den Bereichen bis ca. NHN + 4,00 m wieder eingebaut werden. Des Weiteren ist der Oberboden auf der zu überbauenden Fläche abzutragen und für den Wiedereinbau als Abdeckboden zu lagern. Schließlich ist vorhandenes, deichbaufähiges Bodenmaterial im Bereich der neuen Warft zu gewinnen (siehe Abschnitt 5.2.2).

Bei einer Seesandentnahme war geplant, das Bodenmaterial (deichbaufähiger Boden, d. h. Kleimaterial) zur Erstellung des erforderlichen Ringwalls zu verwenden, bei einer Festlandentnahme ist dieser Boden ebenfalls außerhalb bzw. am Rand des Baufeldes zu lagern. Er dient auch dazu, während der Bauphase die erforderliche Hochwassersicherheit gegen Sommerhochwasser sicherzustellen. Dazu wird der jeweilige Baubereich



abschnittsweise von diesem Wall eingeschlossen. Die Zufahrt wird bei Bedarf mit bereitliegenden Big Bags gesichert.

## **5.2.2 Materiallieferung und -einbau**

### **5.2.2.1 Materiallieferung**

Bei einer Festlandentnahme kommt nur die Möglichkeit der Anlieferung des benötigten Bodenmaterials per Schiff bzw. Ponton zur Hallig in Betracht. Bei einer Anlieferung über die Lorenbahn sind die erforderlichen Mengen in keiner Weise in einem Zeitfenster von einer Sommerperiode (15. April bis 30. September) möglich. Eine Anlieferung sollte sinnvollerweise über die Anlegestelle nahe der Norderwarft erfolgen. Die andere Anlegestelle der Hallig ist durch Ausflugsverkehr beaufschlagt und bietet kaum Platz zur Anlandung größerer Mengen Schüttguts.

Die möglichen Schiffsgrößen für die Transporte sind begrenzt, da die Anlegestelle auch bei Hochwasser keine großen Wassertiefen zulässt. Die Wassertiefen im Zufahrtsbereich sind dem anliegenden Plan, Blatt-Nr. 1.2 zu entnehmen. Die Sohliefen in der Fahrrinne verringern sich auf den letzten rd. 100 m bis zur Anlandestelle auf min. rd. NHN – 0,75 m. Das bedeutet, dass bei Hochwasser (MThw) ein Wasserstand von rd. 2,30 m bis 2,50 m zu erwarten ist.

Die Beladung ist im Bereich der Anlegestelle Holmersiel des LKN-SH vorgesehen. Die Fahrten sind so zu planen, dass das Schiff oder die Barge bzw. die Pontons mit Schlepper bei Hochwasser oder in einem entsprechenden Zeitfenster vor Hochwasser die Anlegestelle auf Nordstrandischmoor anläuft und dann die Entladung erfolgt. Die entladene Barge kann dann wieder zum Holmer Siel fahren und dort erneut beladen werden. Es ist pro Schiffseinheit voraussichtlich nur ein Umlauf pro Tide möglich.

Das angelieferte Material kann zum Teil gleich im Zuge der Warfterweiterung eingebaut werden, ein Teil ist jedoch – in Abhängigkeit vom Baufortschritt – im Anlegerbereich zwischenzulagern. Die Entfernung von der Anlandestelle



zur Einbaustelle beträgt lediglich 370 m bis rd. 500 m, so dass auch mit kleinerem Gerät ein entsprechender Baufortschritt zu erzielen ist. Großes Gerät ist nicht sinnvoll bzw. möglich, da die vorhandenen Brücken breiten- und gewichtsbeschränkt sind (s. u.).

Die Anlieferung des Sandes für den Warftkern soll voraussichtlich über Pontons (voraussichtliche Pontonabmessungen: 28,00 m x 12,50 m) sowie mit einer zusätzlichen Schiffseinheit erfolgen. Es ist vorgesehen, pro Tide 2 Einheiten am Holmer Siel zu beladen und über den Seeweg in einem Zeitfenster vor MThw zur Anlegestelle der Norderwarf auf Nordstrandischmoor zu transportieren. Nach Entladung der ersten Schiffseinheit wird die zweite Schiffseinheit zur Anlegestelle verbracht und entladen.

Die entladene Menge soll zum einen unmittelbar zum Einbau zur Verfügung stehen, kann aber auch auf der vorhandenen befestigten Fläche im Bereich der Anlegestelle zwischengelagert werden. Dort steht eine Zwischenlagerungsmöglichkeit von rd. 750 m<sup>3</sup> zur Verfügung.

Pro Tag sollen rd. 750 m<sup>3</sup> Material zur Hallig transportiert werden. Bei einem angenommenen 4-Tage-Betrieb werden dementsprechend wöchentlich rd. 3.000 m<sup>3</sup> zur Hallig transportiert. Für den gesamten Sandtransport zur Hallig werden rd. 13 Wochen veranschlagt.

Es ist vorgesehen, das Material von der Zwischenlagerfläche mit Schleppern mit Tandemkippern (L x B = (3,70 + 6,50) m x 2,40 m, Tragfähigkeit: rd. 3 m<sup>3</sup>) zum Einbauort zu transportieren. Hierzu sind für die erforderlichen 40.000 m<sup>3</sup> anzuliefernden Materials rd. 13.000 Fahrten (einfache Fahrt) erforderlich.

Die vorhandene Straße (B = rd. 1,90 m) ist hierzu als Baustraße (z. B. mit Stahlplatten) in einer Breite von rd. 2,50 m herzurichten. Es sind zusätzlich zwei Ausweichstellen vorgesehen. Diese Ausweichstellen weiten die Baustraße auf 5,0 m Breite auf und sind in einer Länge von 12,0 m zzgl. beidseitig jeweils 2,50 m in den Zufahrtbereichen vorgesehen (siehe Bild 1).



Bild 1: Baustraße

Die vorhandenen Brücken haben eine Tragfähigkeit von 12 t und eine Breite zwischen den Geländern von rd. 2,75 m bei einer Länge von rd. 8,50 m. Für die geplanten Transporte mit Schleppern und Tandemkippern sind die Brücken ausreichend breit und tragfähig.

Durch die Anlieferung per Schiff/Ponton ist die Warfterweiterung in kleineren Arbeitsschritten möglich und es muss nicht der gesamte zu überbauende Bereich in einem Zug freigelegt werden. Es können also auch Flächen, die später verfüllt werden, für die Zwischenlagerung verwendet werden.

Die für die Zwischenlagerung benötigten Flächen werden gegenüber einer Seesandentnahme nur für einen kürzeren Zeitraum verwendet. Insgesamt ist für einen zweckmäßigen Bauablauf davon auszugehen, dass die vorgesehene Fläche zwischen Warftfuß und den umgelegten Wasserleitungen für die Zwischenlagerung benutzt wird. Bei der vorgesehenen Festlandentnahme des Füllsandes kann gegenüber dem Spülverfahren auf eine umlaufende Baustraße verzichtet werden.



### 5.2.2.2 Materialeinbau

Im Bereich der vorhandenen Warft wird nach Abtrag des Oberbodens der anstehende, aus deichbaufähigem Material bestehende Boden (Kleiboden), ausgebaut. Im Bereich des Vorlands ist der Boden bis zu einer Tiefenlage von i. M. NHN + 0,70 m auszubauen, im Bereich der vorhandenen Warft bis zu einer Tiefe von bis zu rd. 1,20 m unter GOK. Dadurch kann deichbaufähiges Bodenmaterial von rd. 12.000 m<sup>3</sup> zum späteren Wiedereinbau gewonnen werden. Für die Zwischenlagerung von Bodenmaterial ist der Bereich zwischen Warftfuß und den neu verlegten Wasserleitungen vorgesehen (Siehe Blatt-Nr. 1.1 der Planunterlagen). Es ist geplant, auch die später überbaute Böschung der vorhandenen Warft als weitere Zwischenlagerfläche zu verwenden.

Im Anschluss daran wird mit dem Bau des neuen Warftkörpers begonnen. Zunächst wird als unterste Lage ein Filtervlies als Trenn- und Filterschicht eingebaut. Im Anschluss daran erfolgt der lagenweise, profiligerechte Einbau des anzuliefernden Materials für den Warftkern (Sand-/Kiesgemisch). Anschließend kann der auf den Lagerflächen gelagerte deichbaufähige Boden für die Kleiabdeckung (D = 1,0 m) eingebaut werden. Parallel hierzu kann bereits mit dem Bau des um den neuen Warftkörper verlaufenden Entwässerungsgrabens begonnen werden.

Bis zu einer Höhe von NHN + 4,00 m werden die zuvor ausgebauten Soden auf der Kleischicht angedeckt. Im restlichen Bereich erfolgt eine Rasenansaat mit einer abgestimmten Ansaatmischung. Der Einbau erfolgt gemäß DIN 18918. Aufgrund der exponierten Lage ist zur Verbesserung der Anwuchsbedingungen zuvor eine Abdeckung mit Oberboden (d = 3 – 5 cm) vorgesehen.

Der grundsätzliche Bauablauf ist wie folgt vorgesehen:

Es wird im nordöstlichen Bereich der zukünftigen Warft mit den Arbeiten begonnen. Der anfallende Oberboden wird hier abgetragen und auf den o. g. Flächen gelagert. Zuvor wird eine Baustraße – vorzugsweise auf der Trasse der zukünftigen um die Warft laufenden Gemeindestraße – erstellt, wozu hier



ebenfalls bereits die Grassoden und der deichbaufähige Boden auszubauen und zu lagern sind. Die Baustraße wird aus dem angelieferten Sand und Kies auf einer Geogitter/Vlieskombination als Unterlage errichtet.

Nach Einbau des angelieferten sandigen Bodenmaterials im genannten Bereich kann in der Folge bereits mit der Andeckung des deichbaufähigen Kleimaterials begonnen werden, während im nächsten Abschnitt die Aushubarbeiten beginnen können.

Insgesamt sind auf diese Weise drei bis vier Abschnitte vorgesehen. Nach dem erfolgten Einbau des sämtlichen Bodenmaterials erfolgt der Endausbau der Gemeindestraße sowie der Zufahrtstraße.

Gemäß Baugrundgutachten werden rechnerisch bei einer Aufhöhung auf NHN + 6,40 m Setzungen bis zu 30 - 40 cm erwartet. Die Warft wird mit einer Setzungsüberhöhung von 50 cm geplant, um diese Setzungen sowie zu erwartende Sekundärsetzungen zu kompensieren und sicher die Sollhöhe von NHN + 6,40 m zu erreichen (siehe Blatt-Nr. 3.1 der Planunterlagen). Bevor mit dem Bau der Gebäude begonnen wird, sollte eine Konsolidierungszeit von mindestens 12 Monaten abgewartet werden. Zur Überprüfung der Setzungen werden Setzungspegel empfohlen.

Aufgrund des Warftneubaus sind im Bereich der vorhandenen Warft Mitnahmesetzungen von  $s = 13,8$  bis  $17,6$  cm zu erwarten. Um die Auswirkungen dieser unvermeidlichen Setzungen für das Bestandsgebäude möglichst gering zu halten, wurde der neue Warftkörper in einem möglichst großen Abstand zur Altwarft geplant.

Bei den gewählten Neigungen von 1 : 8 bis 1 : 12 ist eine Standsicherheit des Warftkörpers grundsätzlich gegeben. Für das zukünftige Gebäude ist von den Fundamentaußenkanten her keine Grundbruchgefahr gegeben. Überschlagsrechnungen nach DIN 1054 haben eine Gebrauchstauglichkeit mit einer Sicherheit von  $\eta > 4,2$  ergeben (siehe ergänzendes Schreiben des Baugrundsachverständigen vom 27.11.2018).

Als Füllboden ist sandiger Füllboden mit einem bindigen Anteil von max. 5 % zu verwenden. Der Füllboden ist – wie im Deichbau üblich – lagenweise in Schichtstärken von 30 – 40 cm aufzubringen und zu verdichten.

Insgesamt werden für den Ausbau des Bodenmaterials einschließlich Lagerung sowie den Einbau des Füllbodens und des Abdeckbodens rd. 4,5 Monate veranschlagt. Es steht dann noch 1 Monat für Ausfalltage und Restarbeiten zur Verfügung.

### **5.3 Besonderheiten und Sonstiges**

Eine noch vorhandene Wasserleitung DN 50 PE-HD, welche gemäß Planunterlagen vom vorhanden Gebäude in Richtung Norden verläuft und anschließend nördlich des Weges in Richtung Osten, ist im Zuge der Maßnahme umzulegen.

**6. BAUZEIT UND BAUKOSTEN**

Der Bau der neuen Warft ist im Jahr 2019 geplant. Die Bauzeit ist von Mitte April bis Ende September vorgesehen. Nur in diesem Zeitfenster können Arbeiten, die die Sicherheit einer Küstenschutzanlage betreffen, durchgeführt werden.

Es ergeben sich gemäß Kostenermittlung folgende Kosten:

<b>Nettobaukosten</b>	<b>rd. 2.730.000 €</b>
<b>Baunebenkosten</b> (ohne Ausgleichsmaßnahmen)	<b>rd. <u>330.000 €</u></b>
<b>Summe</b>	<b>3.060.000 €</b>
<b>zzgl. 19% MwSt.</b>	<b>rd. <u>580.000 €</u></b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>rd. <u>3.640.000 €</u></b>