

Warftverstärkung Treuberg auf der Hallig Langeneß

Bericht zur Entwurfsplanung 4. Fassung vom 05.10.2018

Aktualisiert am 27.11.2018

Auftraggeber:
Gemeinde Langeneß
Ketelswarf 1
25863 Hallig Langeneß

Geschäftsführende Gesellschafter
Dr. habil. Stefan Melchior
Dipl.-Ing. Wolfgang Wittpohl
Beratende Ingenieure VBI

Bankverbindung
Hamburger Sparkasse
IBAN DE75 2005 0550 1238 1169 64
BIC/SWIFT HASPDEHHXXX/

Postanschrift:
Rödingsmarkt 43
20459 Hamburg
Tel.: 040 / 430 950-0
info@mplusw.de
www.mplusw.de



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Vorgehensweise.....	1
3	Verwendete Unterlagen.....	2
4	Bestand.....	3
4.1	Lage und Umgebung	3
4.2	Topographie	4
4.3	Bebauung	5
4.4	Baugrund und Grundwasserverhältnisse	5
4.5	Kampfmittel.....	7
4.6	Wasserstände.....	8
5	Grundsätzliche Planung	8
5.1	Allgemeines	8
5.2	Hochwasserschutz.....	8
5.3	Naturschutz	9
5.4	Bebaubare Fläche	10
5.5	Denkmalschutz	10
6	Planungsvarianten.....	10
6.1	Lageanordnung.....	10
6.2	Zufahrten und Umfahrung.....	13
6.3	Bodenmanagement	19
6.4	Sandgewinnung	30
6.5	Sandübergabe zur Hallig Langeneß.....	32
6.6	Sandtransport und -einbau auf der Hallig.....	39
6.7	Anordnung Baustelleneinrichtungsflächen	43
7	Vorzugs- bzw. Antragsvariante.....	44
7.1	Geometrie und Aufbau.....	44
7.2	Lageanordnung und Anschluss an den Bestand.....	45
7.3	Fething	45
7.4	Baudurchführung der Warftverstärkung	46
8	Weitere Planungsrechtliche Aspekte	57
8.1	Zu schützende Bereiche und Objekte	57
8.2	Grunderwerb und Anmietung.....	59
8.3	Kostenermittlung.....	60
	Anlagenverzeichnis	61



1 Veranlassung

Die Landesregierung Schleswig Holstein hat am 2. Februar 2016 ein Programm zur Verstärkung und Entwicklung der Warften beschlossen. Hintergrund ist, dass durch den Anstieg des Meereswasserspiegels die Warften mittel- und langfristig nicht ausreichend vor Hochwasser geschützt sind. Ausreichende Schutzmaßnahmen sind von den Bewohnern der Halligen nicht in Eigeninitiative leistbar. Als Folge ist das Abwandern der Bewohner zu befürchten. Darüber hinaus kann das mit den Halligen verbundene touristische Potential nicht ausgeschöpft werden.

Auf der Hallig Langeneß soll als erste Maßnahme die Warft Treuberg verstärkt werden, um auf dieser unter anderem anschließend ein sog. Gemeindezentrum u.a. mit Einkaufsmöglichkeit und Bauhof sowie Wohnungen zu errichten.

Die melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft wurde durch die Gemeinde Langeneß beauftragt, die für die Warftverstärkung erforderliche Objektplanung zu erbringen.

Auftraggeber und Kostenträger ist die Gemeinde Langeneß.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Vor- und Entwurfsplanung zusammen.

2 Vorgehensweise

Im Rahmen der Vorplanung haben sich für verschiedene Aspekte der Baumaßnahme Varianten ergeben, die für die Festlegung einer Vorzugsvariante jeweils aus umweltspezifischer sowie aus nutzungs- und kostenspezifischer Sicht zu bewerten sind.

Die umweltspezifische Bewertung erfolgt durch das Büro TGP, Lübeck.

Gemeinsam mit dem Auftraggeber und den zuständigen Genehmigungsbehörden wurde entschieden, die einzelnen Aspekte und die Kriterien sowie deren Bewertung zur jeweiligen Entscheidungsfindung im vorliegenden Bericht zur Entwurfsplanung zu erläutern.

In der Erstfassung des Berichtes vom 17.04.2018 wurden zunächst alle Aspekte der Planung zusammengestellt, um hiermit eine Vorlage für die Erstbewertung aus umweltspezifischer sowie aus nutzungs- und kostenspezifischer Sicht zur Verfügung zu stellen.

In der Zweitfassung vom 15.05.2018 wurden die technischen Varianten beschrieben.

In der dritten Fassung wurde die technische Bewertung der Varianten vorgenommen und die Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante festgelegt.

Nach erfolgter Erstbewertung wird die Entwurfsplanung der vorliegenden vierten und abschließenden Fassung unter Berücksichtigung der Bewertungen konkretisiert.



3 Verwendete Unterlagen

Zur Erarbeitung des vorliegenden Berichts wurden folgende Unterlagen herangezogen:

- [1] Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (Hrsg., 2007): Die Küste – EAK 2002 – Empfehlungen für Küstenschutzbauwerke, Korrigierte Ausgabe 2007; Kiel, September 2007
- [2] Landesregierung Schleswig-Holstein (2012): Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung); Kiel, 07.05.2012
- [3] Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holsteins (MELUND, ehemals MELUR, 2014): Bericht der Arbeitsgruppe HALLIGEN 2050: Möglichkeiten zur langfristige Erhaltung der Halligen im Klimawandel; Kiel, April 2014
- [4] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (2014): Vermessungsdaten aus Laserscannerbefliegung (ASCII-Daten aus Küstenschutz-Informationssystem); Langeneß, Überfliegung durchgeführt am 28.10.2014
- [5] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (2014): Vermessungsdaten aus terrestrischer Vermessung (Türschwellenhöhe, Profile Böschung); Langeneß, Vermessung durchgeführt am 20.10.2014
- [6] Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (2016): Flurkarte Langeneß, Auszug aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem; 14.09.2016
- [7] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (2016): Küstenschutzmaßnahme: Warftverstärkung – Bodenkonzept, Nordstrandischmoor – Halber Weg, Langeness – Treuberg / Norderhörn, Oland – Oland, Gröde – Knudtsenwarft / Schulwarft, Hooge – Hanswarft; Husum, 25.10.2016
- [8] Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holsteins (MELUND, ehemals MELUR, 2017): Grundsätze für die Verstärkung und Erweiterung von Warften; Kiel, April 2017
- [9] Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein (ALSH, 2017): Zum denkmalrechtlichen Umgang mit der Planung der Warfterhöhung der unbebauten Warft Treuberg auf der Hallig Langeneß; Schleswig, April 2017
- [10] Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2017): Nordsee - Deutsche Küste: Norderaue und Süderaue, Seekarte; Hamburg, Rostock, 2. Ausgabe: Berichtsdatum 16.06.2017



- [11] Leitungsträger (Wasserverband Drei Harden, Schleswig-Holstein Netz AG, Deutsche Telekom Technik GmbH, 2017): Lagepläne mit Leitungsauskünften im Bereich Warft Treuberg; Niebüll, Niebüll, Lübeck, Juni 2017
- [12] Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG (2017): Langeneß, Warftverstärkung Treuberg: Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse, Koordinatenliste, Bodenproben; Langeneß/Eckernförde, November 2017
- [13] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein, Herr Langmaack (2018): Angaben zur Höhe des Sommerdeichs von Langeneß; Husum, per E-Mail am 20.02.2018 übermittelt
- [14] Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Flintbek (unbekannt): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 2015, Küstengebiet der Nordsee, Pegel: Hooge-Anleger; Flintek (abgerufen am 06.03.2018 auf <http://www.umweltdaten.landsh.de/public/hsi/pegelmap.html>)
- [15] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein, Fachbereich 40 Koordination und Vollzug (2018): Abwägung zur Variantenentscheidung Warftverstärkung Treuberg (Langeneß); Husum, 06.06.2018
- [16] TGP Landschaftsarchitekten Trüper, Gondesen und Partner mbB (2018): UVP-Bericht Warftverstärkung Treuberg; Lübeck
- [17] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2018): Warftverstärkung Treuberg auf der Hallig Langeneß - Geotechnischer Bericht; Hamburg
- [18] Gemeinde Langeneß (2018): Öffentliche Beschlussvorlage der Gemeindevertretung; Husum, 06.09.2018

4 Bestand

4.1 Lage und Umgebung

Die bestehende Warft Treuberg befindet sich auf der Hallig Langeneß im Landkreis Nordfriesland. Langeneß liegt innerhalb des Nationalparks Wattenmeer Schleswig-Holstein, wobei die Hallig Langeneß mit ihrer Größe von etwa 9,56 km² und ihren 18 Warften nicht zum Nationalpark gehört. Langeneß gehört zum „Biosphärenreservat Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Halligen“ und wird dort der Entwicklungszone hinzugerechnet. Die Entwicklungszone ist etwa 21 km² groß, umfasst neben Langeneß die vier bewohnten Halligen Größe, Hooge, Nordstrandischmoor und Oland. Das Biosphärenreservat Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Halligen gibt als Zielsetzung der Entwicklungszone vor, in der gewachsenen Kulturlandschaft nachhaltig zu leben und zu wirtschaften.

Das heutige Langeneß besteht aus den ehemaligen einzelnen Halligen Langeneß, Nordmarsch und Butwehl, die durch Küstenbaumaßnahmen im 19. Jahrhundert zusammenwuch-



sen. Langeneß besitzt einen Sommerdeich mit einer mittleren Höhe von etwa NHN +2,35 m, der die Hallig vor Sommerhochwassern weitestgehend schützt ([13]). Die Entwässerung der Hallig erfolgt über Priele, Schlotte und Gräben, die über Sielbauten durch den Sommerdeich geführt werden und anschließend in die Nordsee münden.

Die verkehrstechnische Anbindung an das Festland erfolgt über Fährverbindungen von Schlüttsiel (Autofähre der Wyker Dampfschiffrederei sowie über die Ausflugsschiffe MS Seeadler und MS Rungholt) und einem Lorenbahndamm des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH). Der Lorenbahndamm führt von Dagebüll über Oland nach Langeneß und wird im Wesentlichen durch den LKN-SH für Küstenschutzmaßnahmen genutzt. Die private Nutzung durch die Halligbewohner außerhalb der LKN-SH-Betriebszeiten wird unter strengen Auflagen geduldet.

Treuberg befindet sich im westlichen Teil der Hallig Langeneß im Bereich der ehemaligen Hallig Nordmarsch etwa 350 m von der südlichen, etwa 2,5 km von der westlichen und etwa 800 m von der nördlichen Halligkante entfernt. Die Kreisstraße K44 führt in knapp 400 m nördlich des Treubergs in Ost-Westrichtung vorbei (vgl. Anlage 1). Sämtliche öffentlichen Straßen auf Langeneß sind einspurig und besitzen Ausweichstellen für den Begegnungsverkehr.

Die junge, aus dem 17. Jahrhundert stammende Warft Treuberg wird von Salzwiesen umschlossen, deren Flächen sich zumeist im privaten Besitz sowie zum Teil im Besitz der Gemeinde Langeneß befinden und teilweise verpachtet sind. Die Salzwiesen sind von Prielen, Schloten und Gräben durchzogen. Direkt nördlich des Treubergs verläuft der Treubergschlot und entwässert nach Westen in das „Ridd“ und im Osten in die „Leye“, die jeweils nach Süden durch Sielbauten ins Wattenmeer abgeleitet werden (vgl. Anlage 2).

Der bestehende Warftkörper befindet sich auf dem Flurstück 125 (ca. 9.000 m², vgl. Anlage 3). Die Grenze des Flurstücks entspricht in etwa dem Verlauf des Warftfußes. Innerhalb des Flurstückes 125 auf dem Warftplateau befindet sich ein Fething im gesonderten Flurstück 124 (ca. 400 m²).

4.2 Topographie

Die mittlere Geländehöhe der Hallig Langeneß im Bereich des Treubergs liegt gemäß Vermessungsdaten ([4] und [5]) zwischen etwa NHN +1,0 m und NHN +2,0 m. Im Bereich von Schloten und Gräben wurden Höhen zwischen etwa NHN ±0,0 m und NHN +1,5 m festgestellt.

Die Plateauhöhe der Warft Treuberg beträgt etwa NHN +3,8 m bis NHN +4,2 m. Die Warft Treuberg ist damit mit Abstand die niedrigste Warft aller bebauten Halligwarften. Tendenziell weist der Plateaubereich ein leichtes Gefälle von West nach Ost mit einem Höhenunterschied von etwa zwei bis drei Dezimeter auf. Im Westen des Plateaus ist ein Schutzwall angeordnet, der durch Sturmfluten bereits teilweise abgetragen worden ist und somit nur noch eine Höhe von NHN +4,2 m bis NHN +4,6 m aufweist. Die derzeitige Plateaufläche ist etwa 2.800 m² groß.



Die mittleren Böschungsneigungen über jeweils die gesamte Böschungslänge des Treubergs schwanken zwischen 1:6 und 1:9,5. Im Maximum konnten bereichsweise Böschungsneigungen von 1:5 festgestellt werden. Die Warftaufstandsfläche ist etwa 9.000 m² groß.

Der im westlichen Bereich befindliche, Wasser führende Fething (früherer Süßwasserspeicher) hat einen Durchmesser von etwa 20 m. Der Wasserspiegel liegt etwa bei NHN +3,0 m. Die Gewässersohle wurde bei etwa NHN -0,5 bis NHN ±0,0 m festgestellt. Die Böschungsneigungen des Fething betragen etwa am Böschungskopf bis zu etwa 1:1 und flachen zur Gewässersohle hin ab (vgl. auch Anlage 2).

4.3 Bebauung

Auf dem Treuberg befindet sich inzwischen keine Bebauung mehr. Im Frühjahr 2018 wurden die bis dahin noch vorhandenen Gebäude abgebrochen und die Bauteile verwertet und entsorgt. Hierzu zählen ein Wohn- und Stallgebäude und ein Schuppen sowie weitere Anlagen wie zum Beispiel drei Schächte (Sickergruben). Das Wohngebäude besaß eine Grundfläche von ca. 28 x 8 m. Die Fußbodenhöhe lag bei etwa NHN +3,6 m bis NHN +3,7 m und damit deutlich unterhalb des Bemessungswasserstandes von NHN +4,9 m sowie unterhalb von bereits eingetretenen Wasserständen (vgl. Anlage 2).

Von der einspurigen Kreisstraße 44 führt ein Weg in südlicher Richtung über eine Länge von etwa 330 m bis zum Warftfuß des Treubergs und kreuzt dabei einen Schlot über eine Brücke etwa 90 m südlich der K44. Der Weg wurde in Asphaltbauweise hergestellt und weist eine Breite von etwa 2,5 m auf. Weiterhin befindet sich am Warftfuß ein Wendehammer mit einer Größe von etwa 10 x 7 m. Vom Wendehammer führt eine etwa 2,0 m breite Auffahrt in Betonbauweise bis zum Plateau der Warft. Der Beton ist in einem schlechten baulichen Zustand. Parallel zum Weg und der Auffahrt verlaufen Leitungen zur Strom- und Wasserversorgung sowie zur Telekommunikation (vgl. [11]). Weitere Leitungen sind nicht bekannt.

4.4 Baugrund und Grundwasserverhältnisse

Die von der Baumaßnahme betroffene Fläche befindet sich im Wattgebiet der Nordsee vor dem nordfriesischen Fest- und Marschland. Der Untergrundaufbau ist marschtypisch geprägt durch holozäne Weichschichten (Klei, Torf) und diese unterlagernde, teilweise auch zwischengeschaltete Wattsande, die erst nach der letzten Eiszeit vor ca. 10.000 Jahren hier abgelagert wurden. Unterhalb der marinen Ablagerungen und der organischen Weichschichten stehen, zumeist abgetrennt durch eine dünnlagige, holozäne Torfschicht, pleistozäne Sande an.

Im November 2017 wurde eine Untergrunderkundung im Bereich der bestehenden und geplanten Warft durchgeführt (vgl. [12]) sowie Bodenproben entnommen und bodenmechanisch untersucht. Die Erkundung des Untergrundes sowie des bestehenden Warftkörpers hatte folgende Punkte zum Ziel:

- Erkundung und Bewertung der anstehenden Böden für den Einsatz als Baumaterial im Zuge der geplanten Warftverstärkung



- Erkundung und Bewertung der anstehenden Böden für die weiteren Verwertungsweg bei einer Nichteignung als Baumaterial im Zuge der geplanten Warftverstärkung
- Erkundung und Bewertung der anstehenden Böden als Baugrund im Hinblick auf die geplante Warft
- Orientierende Erkundung und Bewertung der anstehenden Böden als Baugrund im Hinblick auf die geplante Bebauung (keine Gründungsempfehlung für Bebauung)

Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend aufgeführt. Einen genaueren Überblick hierzu gibt der Geotechnische Bericht zur Warftverstärkung ([17]).

Im Zuge der Untergrunderkundung wurde der erwartete Aufbau bestätigt (siehe hierzu auch Anlage 6.1). Hervorzuheben ist der gleichmäßige Aufbau der Schichten innerhalb der geplanten Warftaufstandsfläche, so dass in den angrenzenden Bereichen ein ähnlicher Aufbau zu erwarten ist. Unter der Geländeoberkante der Hallig bzw. unterhalb der bestehenden Warft steht eine etwa 3,5 bis 4 m mächtige Kleischicht an, deren Unterkante zwischen etwa NHN -2,3 m und NHN -2,9 m festgestellt wurde. Innerhalb des Kleis wurde zumeist eine Torfschicht mit unterschiedlicher Ausprägung mit einer Mächtigkeit von etwa 0,1 m bis 0,3 m erkundet. Die Torfschicht mit einer Tiefenlage von etwa NHN -0,4 m und NHN -1,4 m unterteilt den Klei in eine obere und untere Kleischicht. Die Eigenschaften des oberen Kleis können nach den Untersuchungen vollständig als deichbaufähig klassifiziert werden. Der obere Klei eignet sich damit als Kleideckschicht der geplanten Warft. Der untere Klei weist zum großen Teil (größer 50 %) aufgrund höherer Organikbestandteile sowie erhöhten Ton- und Wassergehalte nicht die erforderlichen Eigenschaften für den Deichbau auf.

Unterhalb des Kleis stehen Wattsande (Feinsand, schluffig), teilweise mit Kleibändern an, deren Unterkante zwischen etwa NHN -8,5 m und NHN -8,8 m festgestellt wurde. Unterlagert werden die Wattsande von einer etwa 15 cm mächtigen Torfschicht, die die Grenzsicht zu den pleistozänen Sanden (Fein- und Mittelsande) bildet. Die Unterkante der pleistozänen Sandschicht wurde mit keiner Bohrung durchteuft (tiefste Bohrung: ca. NHN -12,7 m).

Der bestehende Warftkörper besteht aus aufgefülltem Klei. Der Klei kann nach den Untersuchungen weitestgehend als deichbaufähig klassiert werden und eignet sich damit weitestgehend als Kleideckschicht der geplanten Warft. Untergeordnet wurde Klei mit einer hohen Sandfraktion angetroffen, der nicht deichbaueeignet ist. Teilweise wurde im Übergangsbereich der bestehenden Warft zur Geländeoberkante des umgebenden Halliggeländes eine etwa 15 cm mächtige Torfschicht angetroffen.



In der nachfolgenden Tabelle werden die geschätzten Bodenvolumina aufgegliedert in bestehenden Warftkörper und Untergrund unterhalb der Aufstandsfläche der geplanten Warft den verschiedenen Bodenarten Klei deichbaufähig, Klei nicht deichbaufähig und Torf zugeordnet:

Tabelle 1: Bodenzuordnung

	Bestehende Warft	Untergrund unterhalb der Aufstandsfläche der geplanten Warft	
		Oberer Klei	Unterer Klei
Klei deichbaufähig	9.150 m ³	64.000 m ³	5.000 bis 10.000 m ³
Klei nicht deichbaufähig	700 m ³	0 m ³	25.000 bis 30.000 m ³
Torf	0 m ³	300 m ³	5.300 m ³

Der Stau- und Grundwasserstand wird im Bereich der zu verstärkenden Warft im Wesentlichen durch die Wasserstände in der Nordsee, den Prielen, den Schloten und den Gräben sowie durch die gering wasserdurchlässigen aufgefüllten bzw. gewachsenen Weichschichten sowie durch das Witterungsgeschehen bestimmt. Weiterhin haben wasserführende Sandbänder innerhalb der Weichschichten Einfluss auf die Stau- und Grundwasserstände.

Im Zuge der Untergrunderkundungsarbeiten wurden an 14 von 17 Bohransatzpunkten im Bereich der Warft Treuberg Grund- und Stauwasser festgestellt und im Bohrloch eingemessen. Bei den festgestellten Wasserständen in den Bohrungen handelt es sich nicht um ausgepegelte Wasserstände. Die angetroffenen Grundwasserstände liegen zwischen etwa NHN -0,3 m und NHN +1,2 m bzw. etwa zwischen 0,4 m und 3,7 m unter der Geländeoberkante (OK Warft bzw. OK umliegendes Gelände). Bei den festgestellten Wasserständen handelt es sich um Grundwasserstände, die in gedämpfter Form mit den tidebeeinflussten Wasserständen in den angrenzenden Oberflächengewässern korrespondieren.

4.5 Kampfmittel

Langeneß zählt nach der Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung, [2]) nicht zu den Gemeinden, deren Gebiete mit Kampfmitteln belastet sind oder sein können und ist damit von der Auskunftspflicht über mögliche Kampfmittelbelastungen ausgenommen.

4.6 Wasserstände

Der maßgebende Pegel für das Maßnahmengebiet mit einer ausführlichen Tidedatistik ist der Pegel Hooge-Anleger des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meereschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH). Aufgrund der Lage und geringen Entfernung zu Langeneß können die Daten des Pegels für eine Abschätzung der Situation im westlichen Teil von Langeneß übertragen werden. In der folgenden Tabelle werden die Tidedaten für die Jahresreihen 2006 bis 2015 sowie der Jahresreihe 2015 zusammenfassend aufgelistet. Überschreiten die Wasserständen die Höhe des Sommerdeiches von etwa NHN +2,35 m kommt es zu einem „Land unter“ auf der Hallig (vgl. Kapitel 4.1 und [13]).

Tabelle 2: Wasserstände in m NHN aus [13] und [14]

	N	MN	M	MH	H
Thw (2006-2015)	-0,52	+0,04	+1,37	+3,28	+4,00
Thw (2015)	+0,37	-	+1,40	-	+3,70
Tnw (2006-2015)	-2,36	-2,21	-1,44	+0,96	+1,46
Tnw (2015)	-1,69	-	-1,36	-	+0,89

5 Grundsätzliche Planung

5.1 Allgemeines

Im Zuge der Planung zur Warftverstärkung sind Randbedingungen aus Planungsrichtlinien und -vorgaben zu berücksichtigen. Dies sind im Wesentlichen die Randbedingungen aus dem Hochwasserschutz des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holsteins (MELUND, ehemals MELUR), die Randbedingungen, die sich aus der Naturschutzgesetzgebung ergeben (zum Beispiel FFH-Verträglichkeit bei Küstenschutzmaßnahmen), die Vorgaben durch die geplante Nutzung (Gemeinde Langeneß) und die Vorgaben zum Denkmalschutz des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holsteins (ALSH).

5.2 Hochwasserschutz

Die Landesregierung hat Anfang 2016 ein Warftverstärkungs- und Warftentwicklungsprogramm zum nachhaltigen Erhalt der Halligen als Siedlungsraum beschlossen (vgl. auch [8]). Auf Grundlage des Sturmflutrisikos mit u. a. den Faktoren Wasserstand, Wellenbelastung und Schadenserwartung wurde eine Sicherheitsüberprüfung sämtlicher Warften durchgeführt. Darauf aufbauend wurden Vorgaben zur Warftverstärkung teilweise in Abhängigkeit des Warftstandortes festgelegt. Das maßgebende Bemessungshochwasser (HW_{100}) für den westlichen Teil von Langeneß (Nordmarsch) wurde mit NHN +4,9 m bestimmt. Für die Warft Treuberg sind folgende Vorgaben (Warftbestick) einzuhalten, um eine förderfähige Warftverstärkung durchzuführen:

- Höhe Warftplateau: $\text{NHN} + 5,9 \text{ m}$ ($\text{HW}_{100} + 0,5 \text{ m}$ Klimazuschlag $+ 0,5 \text{ m}$ Wellenaufwurf)
- Böschungsneigung unterhalb $\text{NHN} + 4,4 \text{ m}$ ($\text{HW}_{100} - 0,5 \text{ m}$): 1:8
- Böschungsneigung oberhalb $\text{NHN} + 4,4 \text{ m}$ ($\text{HW}_{100} - 0,5 \text{ m}$): 1:12 (Reduzierung Wellenaufwurf und Baureserve für eine möglichere spätere Anpassung der Hochwasserschutzhöhe der Warft)
- Warft-Schutzstreifen (gemäß Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein – Landeswassergesetz in der Fassung vom 11. Februar 2008): Mind. 7 m zwischen dem Plateaurand und jeglicher Bebauung, Bepflanzung und schädlicher Nutzung. Für die Warft Treuberg wurde in Abstimmung mit dem LKN ein Abstand von 10 m zwischen dem Plateaurand und der Bebauung festgelegt. Eine gärtnerische und wirtschaftliche Nutzung des 3 m breiten zusätzlichen Streifens ist zulässig.
- Die Kleigewinnung für die Abdeckung des Warftkerns ist möglichst im Bereich der Warfterweiterung durchzuführen. Eine Bodenentnahme auf der Hallig außerhalb der Warftaufstandsfläche oder im Wattenmeer ist nach den Planungsgrundsätzen Küstenschutz zum Substanzerhalt der Halligen möglichst zu vermeiden (kein Materialentzug aus dem Wattenmeer und den Halligen). Aus diesem Grund sind zusätzlich benötigte Bodenmengen vorzugsweise außerhalb der Halligen und des Wattenmeeres zu gewinnen (z. B. landseitig oder westlich des Wattenmeeres).

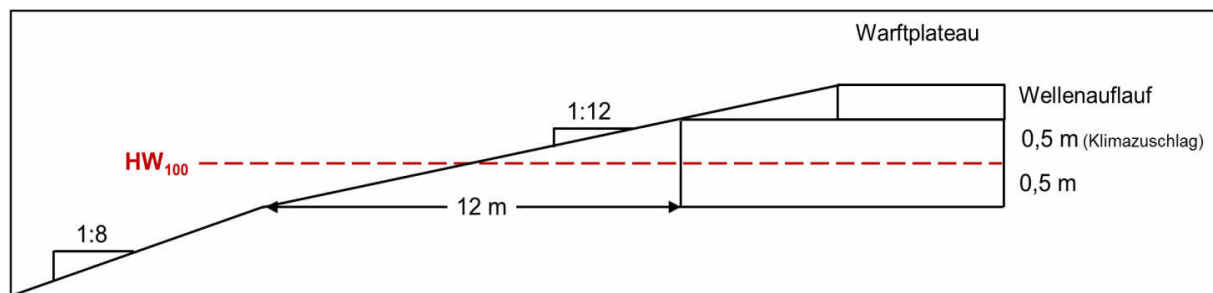


Abbildung 1: Elemente des Warftbesticks aus [8]

Darüber hinaus sind die Normen und Gesetze sowie normenähnliche Regelungen (insbesondere die Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzbauwerken EAK, [1]) zu berücksichtigen.

5.3 Naturschutz

Auf Grund der besonderen Lage sind fast alle Biotoptypen im Untersuchungsraum gemäß § 30 Abs. 2 Nr. 6 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) gesetzlich geschützt. Hierbei handelt es sich überwiegend um Salzwiesen. Zu den besonderen Merkmalen der Salzwiese gehören bei extensiver Nutzung die durch die Gelben Wiesennameise gebildeten Kuppelnester. Die Hallig ist ein bedeutsames Brut- und Rastgebiet für Wiesen- und Watvögel (insb. Ringelgans).

Die Hallig Langeneß ist ein Teil des FFH-Gebietes „S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (DE 0916-391) sowie des Europäischen Vogelschutzgebietes EGV DE 0916-491 „Ramsar-Gebiet S-H-Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (vgl. Kapitel 8.1.3).



Durch die Vergrößerung der Warft kommt es zu einer Inanspruchnahme wertvoller Salzwiesen und nachteilige Umweltauswirkungen können nicht ausgeschlossen werden. Daher wurde durch TGP Landschaftsarchitekten Trüper, Gondesen und Partner mbB ein UVP-Bericht als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung erstellt ([16]).

Im Rahmen der UVP werden nachfolgende Schutzgüter im Sinne des UVPG betrachtet:

- Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit,
- Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
- Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie
- die Wechselwirkung zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

5.4 Bebaubare Fläche

Die bebaubare Fläche wurde durch die Gemeinde in Abstimmung mit dem LKN unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung festgelegt. Geplant sind neben dem Bau von Wohnungen eine Nahversorgungseinrichtung, eine Kindertagesstätte, ein Schutzraum, ein Bauhof für den LKN und für die Gemeinde sowie eine Krankenstation (Ambulanz) und Einrichtungen für die Gemeinde (Archiv, Mehrzweckraum).

Die in der Planung der Warftverstärkung zu berücksichtigende bebaubare Fläche beträgt etwa 3.360 m². Weiterhin besitzt die Fläche eine Aussparung in der nordwestlichen Ecke für den Fething. Die Bebaubare Fläche ist in der Anlage 4 dargestellt.

5.5 Denkmalschutz

Der auf der bestehenden Warft Treuberg befindliche Fething ist ein archäologisches Denkmal und auf der Denkmalliste geführt (aKDNr. 1312, ehem. Langeneß DB 6, vgl. [9]). Gemäß den Vorgaben des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holsteins ist der Fething als technologisches Denkmal der Kulturlandschaft zu erhalten. Da die mit der Warftverstärkung einhergehende Warfterhöhung auch im Bereich des Fethings unerlässlich ist, ist der Eingriff in den bestehenden Fething nicht zu vermeiden. Mit dem ALSH wurde daher abgestimmt, dass der Fething auf der verstärkten Warft in gleicher Größe wieder hergestellt wird.

6 Planungsvarianten

6.1 Lageanordnung

Der grundsätzliche Standort der geplanten Warft ist durch den Standort der bestehenden Warft vorgegeben. Die Grundfläche der geplanten Warft ist größer als die Grundfläche der bestehenden Warft. Für die Richtung und die Erstreckung der Ausdehnung der Warftfläche werden drei Varianten betrachtet.

Weitere als die in den folgenden Unterkapiteln genannten Unterschiede der untersuchten Varianten (zum Beispiel hinsichtlich des Bauablaufes, der Kosten, der zu erwartenden Klei-



eigenschaften sowie des Setzungspotentials) sind nicht oder nur untergeordnet zu erwarten. Diese Unterschiede sind nicht für den Variantenvergleich relevant und werden daher bei der Bewertung vernachlässigt.

6.1.1 Lagenanordnung - Variante 1

Der jetzige Standort des Fethings wird beibehalten und die Warft wird entsprechend den Vorgaben des Hochwasserschutzes und unter Berücksichtigung der vorgesehenen Plateaugröße und der vorgesehen Anordnung der Bebauung geplant. Hieraus resultiert eine Überbauung des Treubergschlotes im Norden der bisherigen Warft. Um die Entwässerung der umliegenden Flächen weiterhin zu gewährleisten, ist der Treubergschlot in Richtung Norden zu verlegen. Die Variante 1 ist in der Anlage 5 dargestellt.

6.1.2 Lagenanordnung - Variante 2

Die geplante Warft wird etwa 15 m weiter südlich angeordnet, so dass die Grundfläche der geplanten Warft im Endzustand nicht in den Treubergschlot hineinreicht. Durch den geplanten Spüldeich wird der Treubergschlot jedoch temporär überbaut. Am Fuß des Spüldeiches im Bereich des Treubergschlotes ist ein temporärer Entwässerungsgraben anzulegen. Durch die Verschiebung der Warft in Richtung Süden werden die dort anstehenden Salzwiesen beansprucht. Dagegen werden Flächen im Norden der Warft nicht beansprucht. Weiterhin ist der Fething ebenfalls um etwa 15 m in Richtung Süden zu verschieben. Die Variante 2 ist in der Anlage 5 dargestellt. Im südlichen Bereich sind ein ähnlicher Untergrundaufbau und ähnliche Kleivorkommen wie im erkundeten Bereich zu erwarten (vgl. Kapitel 4.4).

6.1.3 Lagenanordnung - Variante 3

Die geplante Warft wird etwa 30 m südlich gegenüber der Variante angeordnet, so dass eine dauerhafte oder temporäre Überbauung des Treubergschlotes vermieden wird. Der Verlauf des Spüldeichs wird im Bereich des Treubergschlotes soweit angepasst, dass ein Eingriff in den Treubergschlot vermieden wird. Durch die Verschiebung der Warft in Richtung Süden wird im Süden eine größere Fläche der bestehenden Salzwiesen beansprucht. Dagegen werden Flächen im Norden der Warft nicht beansprucht. Weiterhin ist der Fething ebenfalls um etwa 30 m in Richtung Süden zu verschieben. Die Variante 3 ist in der Anlage 5 dargestellt. Im südlichen Bereich sind ein ähnlicher Untergrundaufbau und ähnliche Kleivorkommen wie im erkundeten Bereich zu erwarten (vgl. Kapitel 4.4).

6.1.4 Naturschutzfachliche Bewertung

Bewertung gemäß [16]:

Alle drei Lage-Varianten sind sehr ähnlich, da sie sich an der vorhandenen Warft Treuberg orientieren. Es ergeben sich geringfügige Lageunterschiede nach Nord und Süd von maximal 30 m. Bei der Auswirkung ergeben sich nur Unterschiede bei den Schutzgütern „Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt“ sowie „Wasser“.



Bei dem Schutzgut „Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt“ schneidet Variante 1 am besten ab und Variante 3 am schlechtesten ab. Je weiter die Variante nach Süden rückt, desto weniger überplant sie die vorhandene Straße. Dies führt zu einer Erhöhung des Eingriffes in geschützte Biotope. Im Süden sind zudem mehr Brutvögel und Kuppelnester der Wiesenameise zu finden.

Beim Schutzgut „Wasser“ schneidet Variante 3 am besten und die Varianten 1 und 2 am schlechtesten ab. Dies beruht auf der Überbauung des Priels mit dem Namen „Treubergschlot“. Die Priele sind ein wichtiger Teil der natürlichen Gewässerdynamik und dienen zur Entwässerung der Flächen, besonders nach Überflutungen. Zudem ist der Uferbereich des Treubergschlotes ein wichtiger Nahrungsraum.

Im Vergleich ist davon auszugehen, dass die Überbauung des Treubergschlotes negativere Auswirkungen hat, als der Verlust der Brutplätze sowie das Überbauen der Kuppelnester. Die Tierarten sind im Gegensatz zu dem Treubergschlot mobil und können ausweichen, bzw. sich wieder ansiedeln.

Fazit: Daher ist Variante 3 die Vorzugsvariante bezüglich der Lage.

6.1.5 Festlegung Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante

Als Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante wird die Variante 3 festgelegt (vgl. Kapitel 6.1.3). Die Variante 3 weist den höchsten Wert auf, da der Eingriff in den naturschutzfachlich wertvollen Treubergschlot ausgeschlossen wird.

6.2 Zufahrten und Umfahrung

Die bestehende Warft Treuberg wird bisher über einen Weg an die Kreisstraße K44 erschlossen. Von dem Weg führt eine befestigte Zufahrt auf das Warftplateau (vgl. Kapitel 4.3). Im Zuge der Warftverstärkung sind die Zufahrten ebenfalls an den bestehenden Weg anzuschließen. Aufgrund der geplanten verschiedenen Nutzungseinheiten (vgl. Kapitel 5.4) und einer erforderlichen Anbindung an das Flurstück südlich des Treubergs (vgl. Anlage 3) reicht eine Zufahrt wie derzeit im Bestand nicht aus. Im Folgenden werden fünf Varianten mit einer beispielhaften Darstellung von Nutzungseinheiten beschrieben und bewertet.

6.2.1 Zufahrten und Umfahrung - Variante 1

Die Variante 1 besitzt eine Zufahrt im Norden und eine Zufahrt im Süden sowie eine östliche Umfahrung am Warftfuß (Breite ca. 4,5 m). Die verschiedenen Nutzungseinheiten auf der Warft können über zwei Zufahrten erreicht werden (Breite ca. 3,0 m). Das Flurstück südlich der Warft ist über die Umfahrung an das örtliche Straßensystem angebunden. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für die Zufahrten und die Umfahrung beträgt in Summe etwa 1.450 m² (gegenüber einer Warft ohne Umfahrung).

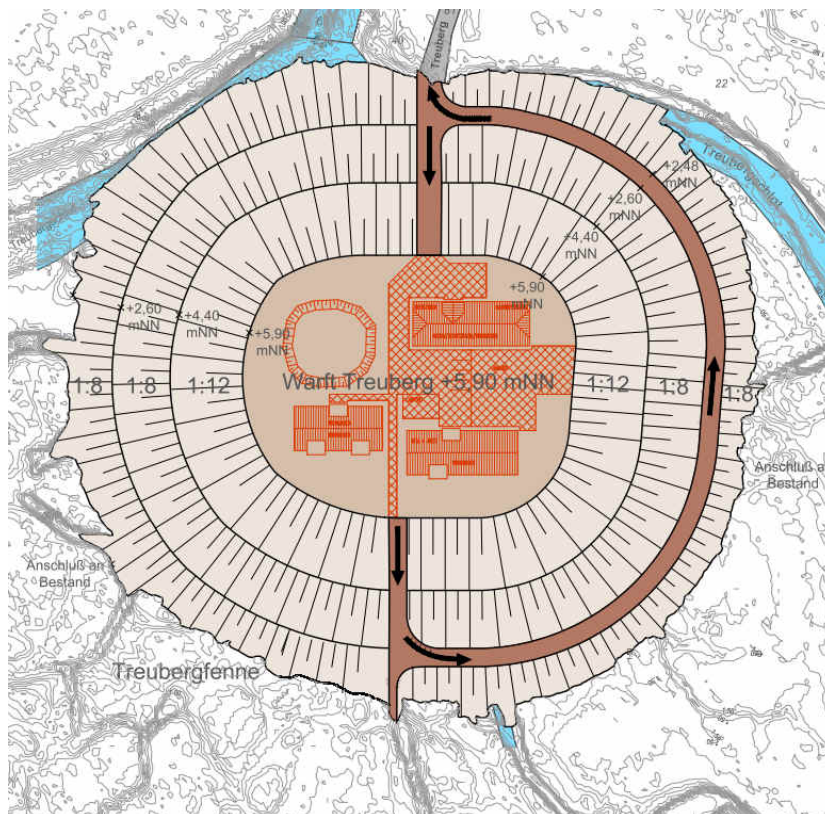


Abbildung 2: Zufahrten und Umfahrung Variante 1

Bewertung Variante 1

Die Variante 1 wird hinsichtlich der Nutzung aufgrund der fehlenden eigenen Anbindung des östlichen Bereichs an das örtliche Straßensystem nicht favorisiert.

6.2.2 Zufahrten und Umfahrung - Variante 2

Die Variante 2 besitzt eine Zufahrt im Norden, eine Zufahrt im Süden und eine Zufahrt im Osten sowie eine Umfahrung von der nördlichen zur östlichen Zufahrt auf der Warftböschung (Breite ca. 4,5 m, Höhe ca. NHN +4,8 m). Die Umfahrung befindet sich innerhalb der Flächen für die Baureserve zur Erhöhung der Schutzhöhe der Warft (oberer Böschungsbereich, vgl. Kapitel 5.2). Die verschiedenen Nutzungseinheiten auf der Warft können über zwei Zufahrten erreicht werden (Breite ca. 3,0 m). Das Flurstück südlich der Warft kann nur über das Warftplateau erreicht werden. Der Flächenbedarf der Warft dieser Variante ist durch die kürzere Umfahrung etwa 300 m² kleiner gegenüber dem Flächenbedarf der Variante 1. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für die Zufahrten und die Umfahrung beträgt in Summe etwa 750 m² (gegenüber einer Warft ohne Umfahrung).

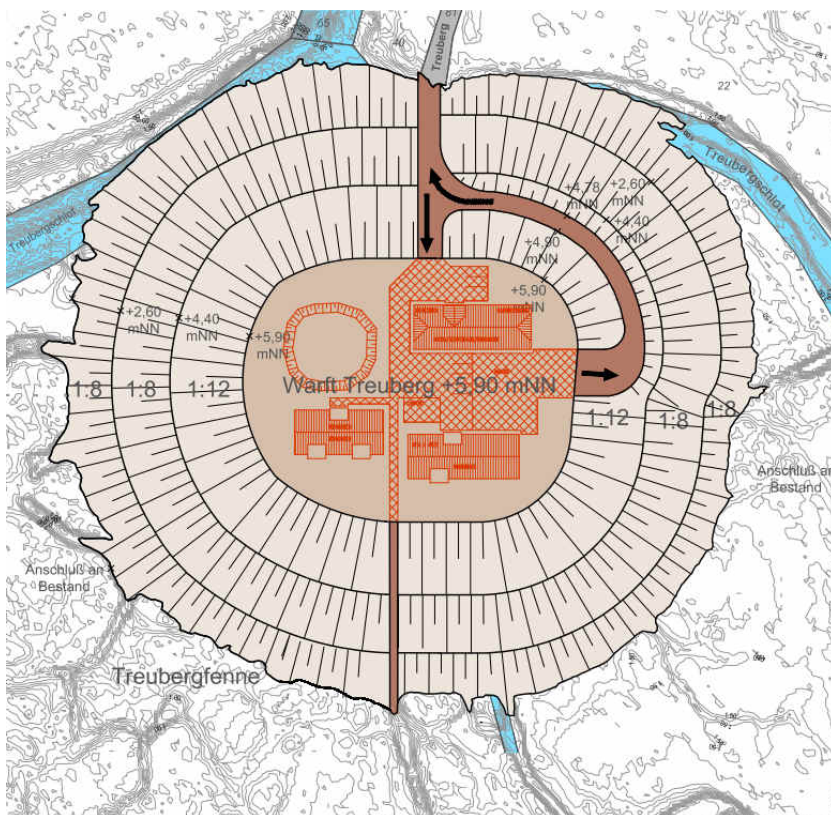


Abbildung 3: Zufahrten und Umfahrung Variante 2

Bewertung Variante 2

Die Variante 2 wird hinsichtlich der Nutzung aufgrund der fehlenden eigenen Anbindung des südlich der Warft befindlichen Flurstücks und der Nutzungseinheiten im südlichen Bereich des Warftplateaus an das örtliche Straßensystem nicht favorisiert. Weiterhin ist die Umfahrung bei einer Anpassung der Warfthöhe ebenfalls neu herzustellen und engt mögliche Varianten zur Erhöhung der Schutzhöhe der Warft ein, da sich die Umfahrung im Bereich der geplanten Baureserve für eine Erhöhung der Schutzhöhe befindet.

6.2.3 Zufahrten und Umfahrung - Variante 3

Die Variante 3 besitzt eine Zufahrt im Norden, eine Zufahrt im Süden und eine Zufahrt im Osten sowie eine Umfahrung von der nördlichen zur östlichen Zufahrt am Warftfuß (Breite ca. 4,5 m). Die verschiedenen Nutzungseinheiten auf der Warft können über zwei Zufahrten erreicht werden (Breite ca. 3,0 m). Das Flurstück südlich der Warft kann nur über das Warftplateau erreicht werden. Der Flächenbedarf der Warft dieser Variante ist durch die kürzere Umfahrung etwa 300 m² kleiner gegenüber dem Flächenbedarf der Variante 1. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für die Zufahrten und die Umfahrung beträgt in Summe etwa 1.000 m² (gegenüber einer Warft ohne Umfahrung).

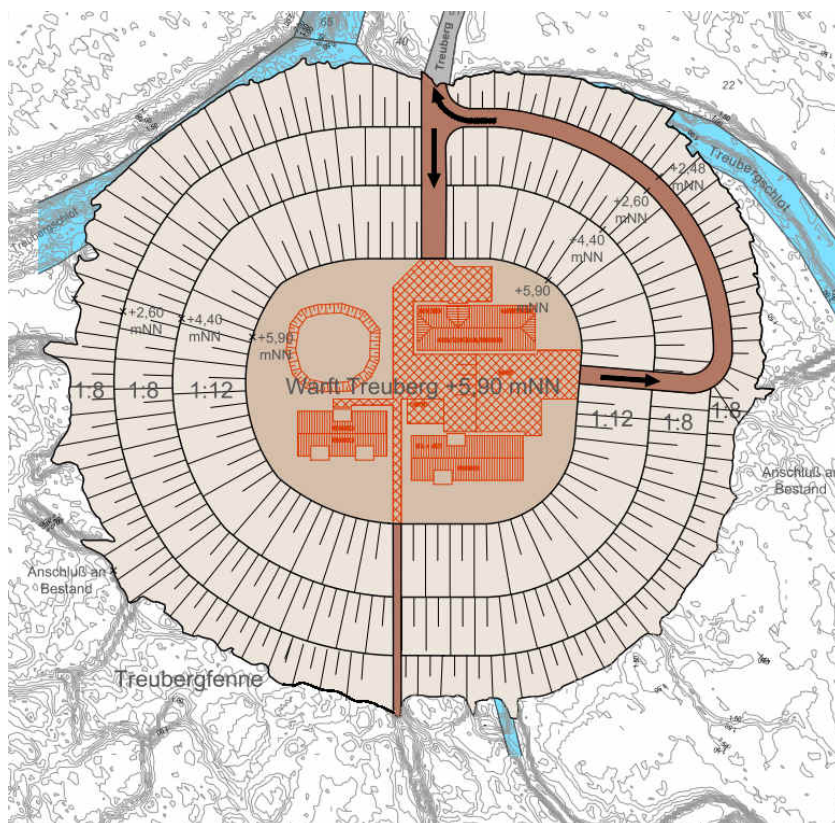


Abbildung 4: Zufahrten und Umfahrung Variante 3

Bewertung Variante 3

Die Variante 3 wird hinsichtlich der Nutzung aufgrund der fehlenden eigenen Anbindung des südlich der Warft befindlichen Flurstücks und der Nutzungseinheiten im südlichen Bereich des Warftplateaus an das örtliche Straßensystem nicht favorisiert.

6.2.4 Zufahrten und Umfahrung - Variante 4

Die Variante 4 besitzt eine Zufahrt im Norden und eine Zufahrt im Süden sowie eine Umfahrung östlich auf dem Warftplateau (Breite ca. 4,5 m). Die Umfahrung befindet sich innerhalb des Schutzstreifens und innerhalb des oberen Böschungsbereiches (Fläche für die Baureserve zur Erhöhung der Schutzhöhe der Warft, vgl. Kapitel 5.2). Die verschiedenen Nutzungseinheiten auf der Warft können über drei Zufahrten erreicht werden (Breite ca. 3,0 m). Weiterhin wird mit der Umfahrung eine hochwassersichere Verbindung der Zufahrten untereinander geschaffen. Das Flurstück südlich der Warft ist über die Umfahrung an das öffentliche Straßensystem angebunden. Die An- und Abfahrt zum südlichen Flurstück sowie zu den Zufahrten im Süden und Osten des Plateaus erfolgen über die Warft unmittelbar entlang der Bebauung. Der Flächenbedarf der Warft dieser Variante ist dem Flächenbedarf der Warft von der Variante 1 gleichzusetzen. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für die Zufahrten und die Umfahrung beträgt in Summe etwa 850 m² (gegenüber einer Warft ohne Umfahrung).

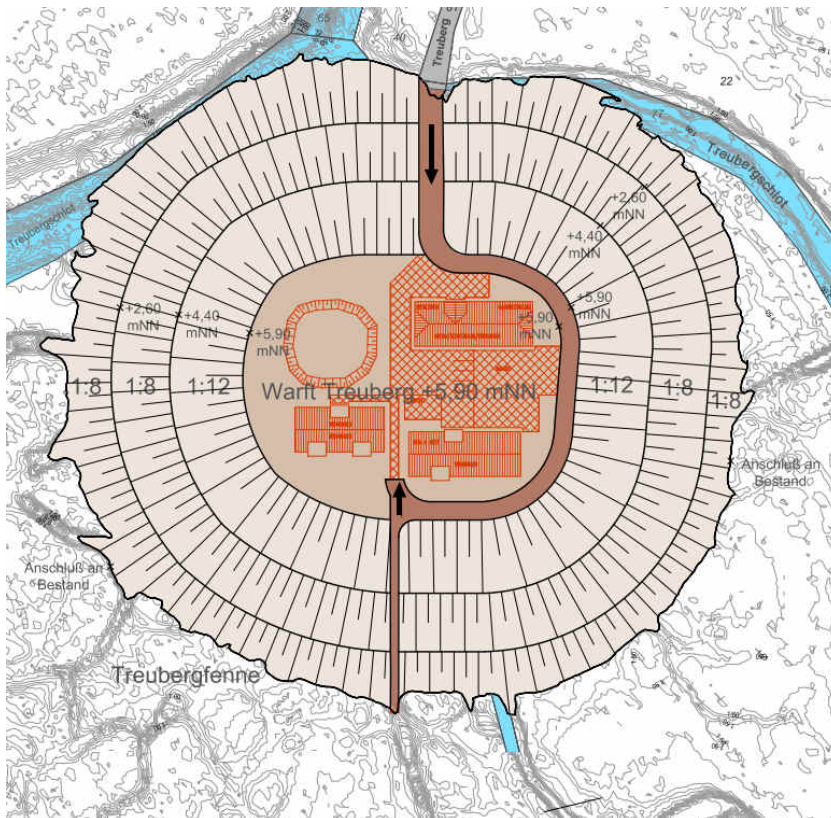


Abbildung 5: Zufahrten und Umfahrung Variante 4

Bewertung Variante 4

Die Variante 4 wird nicht favorisiert, da die An- und Abfahrt zum südlichen Flurstück sowie zu den Zufahrten im Süden und Osten des Plateaus unmittelbar angrenzend zur Bebauung erfolgen. Hierdurch kommt es zu einem höheren Verkehrsaufkommen unmittelbar auf dem Warftplateau, was zu einer Nutzungseinschränkung der Bebauung und der Warftfläche insbesondere des Randstreifens führt, die nicht mit der geplanten Nutzung vereinbar ist.

6.2.5 Zufahrten und Umfahrung - Variante 5

Die aus den vorangehenden Varianten optimierte Variante 5 besitzt eine Zufahrt im Norden, eine Zufahrt im Osten und eine Zufahrt im Süden sowie eine Umfahrung östliche am Warftfuß (Breite ca. 4,5 m). Die verschiedenen Nutzungseinheiten auf der Warft können über drei Zufahrten erreicht werden (Breite ca. 3,0 m). Das Flurstück südlich der Warft ist über die Umfahrung an das örtliche Straßensystem angebunden. Der Flächenbedarf der Warft dieser Variante ist dem Flächenbedarf der Warft von der Variante 1 gleichzusetzen. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für die Zufahrten und die Umfahrung beträgt in Summe etwa 1.600 m² (gegenüber einer Warft ohne Umfahrung).

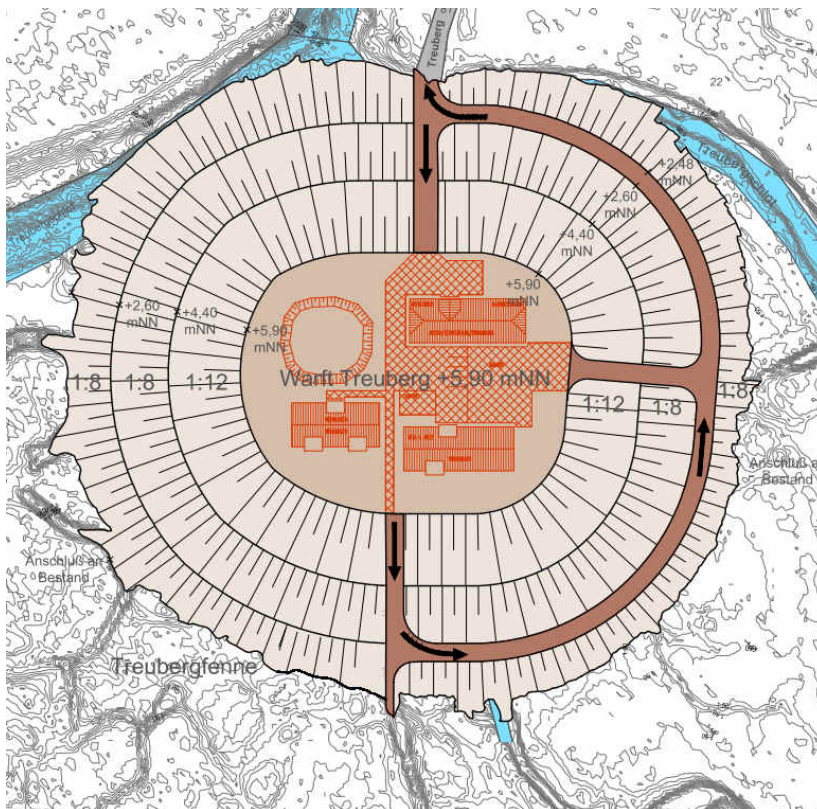


Abbildung 6: Zufahrten und Umfahrung Variante 1

Bewertung Variante 5

Die optimierte Variante 5 stellt hinsichtlich der Nutzung die Vorzugsvariante dar, da diese alle Nutzungseinheiten direkt an das örtliche Straßensystem anbindet und die Plateaufläche vom Durchgangsverkehr entlastet. Weiterhin befindet sich die Umfahrung außerhalb des Bereichs der Baureserve (vgl. Kapitel 5.2) und ermöglicht somit eine einfachere und kostengünstigere Erhöhung der Schutzhöhe.



6.2.6 Naturschutzfachliche Bewertung

Bewertung gemäß [16]:

Alle Zufahrten befinden sich auf der neu angelegten Warft. Somit ist eine Differenzierung zwischen den Varianten anhand der zu versiegelnden Flächen (Schutzgut Boden) sowie der potenziellen Scheuchwirkung auf Vögel (Schutzgut Tiere und biologische Vielfalt) möglich. Der Eingriff auf die übrigen Schutzgüter erfolgt bereits durch den neuen Warftkörper und wird daher hier nicht näher beschrieben.

Um die Scheuchwirkung der Zufahrt gering zu halten, sollte die Zufahrt möglichst nah an den Gebäuden verlaufen, je größer die Entfernung der Zufahrt von den Gebäuden, desto höher die Scheuchwirkung.

Tabelle 3: Umweltauswirkungen der Varianten – Zufahrten und Umfahrungen aus [16]

Variante Schutzgut	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Flächeninanspruchnahme	Ca. 1.450 m ²	Ca. 750 m ²	Ca. 1.000 m ²	Ca. 850 m ²	Ca. 1.600 m ²
Scheuchwirkungen Brutvögel	hoch	gering	mittel	gering	hoch
		+			-

Fazit: Variante 2 hat die geringste Flächeninanspruchnahme und durch die Lage an den Gebäuden auch die geringste Scheuchwirkung. Daher ist Variante 2 aus naturschutzfachlicher Sicht die Vorzugsvariante.

6.2.7 Festlegung Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante

Als Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante wird die optimierte Variante 5 festgelegt (vgl. Kapitel 0). Die Variante 5 bindet die verschiedenen Nutzungseinheiten auf dem Warftplateau sowie das südlich der Warft befindliche Flurstück direkt an das örtliche Straßensystem an. Hierbei wird durch die Umfahrung der Warft die Nutzung innerhalb der Warftfläche nicht durch eine Durchfahrt, die zum Beispiel durch landwirtschaftlichen Verkehr genutzt werden würde, eingeschränkt. Weiterhin wird durch die Anordnung der Umfahrung am Warftfuß anstatt im Bereich der Baureserve (innerhalb der oberen Böschung oder auf dem Warft-Schutzstreifen) eine gegebenenfalls erforderliche Erhöhung der Schutzhöhe der Warft (vgl. Kapitel 5.2) nicht unterbunden oder erschwert. Außerdem wird die Nutzung der Bebauung und der Warftfläche insbesondere des Randstreifens nicht eingeschränkt. Die vorgenannten für die Nutzung der Warft maßgebenden Bewertungspunkte überwiegen die Nachteile, die sich durch den größeren Flächen- und Materialbedarf sowie die höhere Flächenversiegelung aber auch durch die höhere Scheuchwirkung ergeben. Eine hochwassersichere Umfahrung ist zudem nicht erforderlich.

6.3 Bodenmanagement

Um – ausgehend von der derzeitigen, in Kap. 3 beschriebenen Geometrie bzw. Topografie – die geplante Warftoberkante gemäß Kap. 4 herzustellen, ist ein zusätzliches Bodenvolumen von etwa 69.000 m³ erforderlich. Hierbei sind die zusätzlichen Bodenbedarfe zum Ausgleich von auflastbedingten Setzungen im Untergrund berücksichtigt.

Im Zuge der Vorplanung wurden mehrere zweckmäßige Varianten zur Durchführung des mit der Warftverstärkung verbundenen Bodenmanagements ermittelt:

- Variante 0: Deckung der zusätzlichen Bodenbedarfe ausschließlich aus Flächen auf der Hallig Langeneß
- Variante 1: Rückbau von Klei aus der Warft Treuberg und der Aufstandsfläche der geplanten Warft in dem für die endgültige Abdeckung in 1,0 m Dicke erforderlichen Volumen (ca. 26.500 m³), Zwischenlagerung, Anlieferung und Einbau von 69.000 m³ Sanden aus Quellen außerhalb der Hallig Langeneß, Wiedereinbau des zuvor gewonnenen Kleis
- Variante 2: Rückbau von Klei aus der Warft Treuberg und der Aufstandsfläche der geplanten Warft über das für die endgültige Abdeckung in 1,0 m Dicke erforderliche Volumen hinaus zur Deckung von Kleibedarfen für weitere Verstärkungsmaßnahmen auf der Hallig Langeneß (ca. 26.500 m³ sowie zusätzlich ca. 20.000 bzw. 40.000 m³), Zwischenlagerung, Anlieferung und Einbau von 90.000 bzw. 110.000 m³ Sanden aus Quellen außerhalb der Hallig Langeneß, Wiedereinbau von zuvor gewonnenem Klei (ca. 26.500 m³) sowie Bereitstellung des zusätzlich gewonnenen Kleivolumens (ca. 20.000 bzw. 40.000 m³).
- Variante 3: Wie Variante 2, jedoch mit weitergehendem Kleiausbau in der Grundfläche des Warftplateaus mit dem Ziel der Minimierung des Setzungspotentials aus den Verkehrslasten der späteren Warftnutzung. Hierbei werden auch anstehende Kleie ausgebaut, die aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften nicht als Abdeckung von Warften für andere Warftverstärkungsmaßnahmen geeignet sind (vgl. Kapitel 4.4).

Variante 3 ist verworfen worden, da das Einsparpotential für Gründungsmaßnahmen deutlich geringer ausfällt als die Aufwendungen für die zusätzliche Kleigewinnung und -lagerung bzw. -entsorgung.

Nachfolgend werden die Variante 0, 1 und 2 im Detail beschrieben und hinsichtlich der Bauabläufe, Kosten und Umweltauswirkungen beschrieben.

Für die in den Varianten 1 und 2 erforderlichen Sandanlieferungen werden

- in Kapitel 6.4 die Möglichkeiten der Sandgewinnung (Festland, Nassbaggerung in der Nordsee)
- in Kapitel 6.5 die Möglichkeiten der Übergabe zur Hallig Langeneß (Anleger bei der Rixwarft, Anleger im Hafen Jelf, Fahrwasser Nord - Norderaue, Fahrwasser Süd – Süderaue/Langeneß-Fahrwasser)



- in Kapitel 6.6 die Möglichkeiten der Transporte auf der Hallig Langeneß und des Einbaus in der Warft Treuberg (Spülleitung mit Einbau in Spülfeld, LKW-Transport mit Trockeneinbau)

vergleichend betrachtet und hinsichtlich der Bauabläufe, Kosten und Umweltauswirkungen bewertet.

6.3.1 Bodenmanagement - Variante 0

In der Variante 0 wird das zur Warftverstärkung erforderliche Bodenvolumen ausschließlich aus Flächen auf der Hallig Langeneß gewonnen. Oberflächennah steht auf Langeneß nach derzeitigen Erkenntnissen zumeist für die Warftverstärkung geeigneter Klei an. Dieser kann daher als Baustoff für die Warftverstärkung am kostengünstigsten gewonnen werden. Für die Warftverstärkung werden unter Berücksichtigung der zu erwartenden Setzungen ca. 69.000 m³ Klei benötigt. Werden ähnliche Kleiqualitäten an den Gewinnungsorten wie am Treuberg vorausgesetzt, kann von einem Kleigewinnungspotential von etwa 1,5 bis 2,0 m³ pro m² Fläche ausgegangen werden. Hieraus resultiert ein Flächenbedarf von etwa 3,5 bis 5,0 ha, in denen ein Bodenabtrag von etwa 1,5 bis 2,0 m vorgenommen werden müsste. Diese Flächen setzen sich in Abhängigkeit der Häufigkeit von der Überflutung der Fläche über einen Zeitraum von geschätzten mehreren Jahrzehnten wieder zu. Flächen in denen Klei gewonnen werden können, stehen derzeit noch nicht fest. Mögliche Flächen können zum Beispiel Grundstücke der Gemeinde sein. Potentielle Flächen sind im Vorwege hinsichtlich der Menge und Eignung des anstehenden Kleis durch eine Untergrunderkundung zu untersuchen.

Der Bauablauf stellt sich mit den Haupttätigkeiten wie folgt dar:

- Abtrag Grasnarbe als Grassoden und Rückbau Oberböden auf der bestehenden Warft und im weiteren Aufstandsbereich der geplanten Warft sowie im Bereich der Kleigewinnungsstellen (Püttlöcher)
- Zwischenlagerung der ausgebauten und wiedereinbaufähigen Grassoden für den späteren Wiedereinbau
- Herstellung von ggf. Baustraßen von den Kleigewinnungsstellen zum örtlichen Straßensystem oder direkt zum Treuberg in Abhängigkeit der Lage der Kleigewinnungsstellen
- Schlickentnahme im Fething
- Ausbau des Kleis in den Kleigewinnungsstellen, Transport zum Treuberg (gegebenenfalls Zwischenlagerung auf einer Zwischenlagerungsfläche zur Entwässerung)
- Einbau des Kleis zur Warftverstärkung
- Einbau Vertikaldränagen
- Herstellen des Fethings
- Profilierung der Kleioberfläche nach Abschluss der Setzungen
- Herstellung der Umfahrung und Zufahrten einschließlich deren Einfassungen



- Einbau der Grassoden im unteren Böschungsbereich und Rasenansaat in den übrigen Bereichen

Die Variante 0 ist in der Anlage 6.2 dargestellt.

Die Bauzeit ist im Wesentlichen abhängig von den Kapazitäten des Kleiaus- und -einbaus, von der Entfernung der Kleientnahmestellen (begrenzte Infrastrukturkapazitäten) und der Setzungsdauer des Warftkörpers. Die Setzungsdauer ist mit dem Einbauraster der Vertikaldränagen steuerbar und beträgt bei einem wirtschaftlichen Raster mindestens 3 Monate. Die Bauzeit wird mit 1,5 sturmflutfreien Saisons abgeschätzt. In der ersten sturmflutfreien Saison werden sämtliche Erdarbeiten zur Herstellung des Warftkörpers in einer groben Profilierung und der Einbau der Vertikaldränagen durchgeführt. Weiterhin sind die Warftböschungen durch das Aufbringen der Grassoden bereits in der ersten Saison parallel zum Kleieinbau sturmflutsicher herzustellen. Für die vorgenannten Arbeiten ist eine vollständige sturmflutfreie Saison (15.04. bis 30.09.) anzusetzen. Nach Abschluss der Setzungen über der Sturmflutsaison werden die abschließenden Arbeiten zur Herstellung des Fethings, der Umfahrung und Zufahrten ausgeführt, deren Bauzeit auf maximal 3 Monate abgeschätzt wird. Anschließend können die Arbeiten des Hochbaus auf der fertiggestellten Warft beginnen.

Die Baukosten werden mit etwa 2.500.000 €, netto (brutto: 3.000.000 €), abgeschätzt. Die vorgenannten Kosten beinhalten nicht die Kosten zum Grundstückserwerb für die Kleientnahmestelle sowie die Transportkosten des Kleis, die über eine Transportstrecke von etwa 200 m hinausgehen.

Bewertung Variante 0

Die Variante 0 ermöglicht einen im Vergleich zu den weiteren Varianten einfacheren Bauablauf und Geräteeinsatz, da der Antransport von Böden von außerhalb der Hallig vollständig entfällt. Weiterhin wird im Zuge der Warftverstärkung kein Eingriff in den tieferen Warftkörper vorgenommen und damit die bestehende Warft weitestgehend belassen, wodurch der Gesamtumfang der durchzuführenden Bodenbewegungen im Bereich der Warft reduziert wird. Hieraus resultieren im Vergleich zu den weiteren Varianten und unter der Voraussetzung, dass die erforderlichen Kleimengen aus in der Nähe der Warft befindlichen Flächen gewonnen werden dürfen, niedrigere Baukosten.

Der wesentliche Nachteil der Variante 0 ist die erforderliche Gewinnung von Klei innerhalb der Hallig Langeneß. Die Bodenentnahme auf Langeneß widerspricht den Planungsgrundsätzen des Küstenschutzes (kein Materialentzug aus dem Wattenmeer und den Halligen, vgl. Kapitel 5.2). Weiterhin entstehen durch die Entnahme von Klei große Wasserflächen (Puttlöcher), die nicht nutzbar sind und sich erst über Jahrzehnte durch natürliche Sedimentierung wieder zusetzen. Daher ist Variante 1 diesbezüglich nachteilig zu bewerten. Weiterhin stößt bei den Halligbewohnern eine Kleientnahme außerhalb der Warftgrundfläche aus den vorgenannten Gründen auf wenig Akzeptanz.

Für die bei Variante 1 erforderliche Kleientnahme außerhalb der Warft wurden keine Flächen festgelegt. Da potentielle Flächen in größerer Entfernung zur Warft anstehen, sind weitere



Kosten infolge der Transporte, der Herstellung von erforderlichen Baustraßen und der gegebenenfalls nach Abschluss der Transporte erforderlichen Instandsetzung der bestehenden Gemeindestraßen zu berücksichtigen.

Weiterhin resultiert bei einer Verstärkung der Warft ausschließlich aus Klei ein deutlich höheres Setzungspotential gegenüber den weiteren Varianten. Absolut sind bei Variante 0 Setzungen in einer Größenordnung von etwa 0,5 bis 1,0 m zu erwarten, die ohne zusätzliche Maßnahmen über einen Zeitraum von ca. 2 bis 5 Jahren (zu 90 %) abklingen würden. Die Dauer bis zum Abklingen von 90 % der Setzungen lässt sich durch zum Beispiel den Einsatz von Vertikaldränagen auf wenige Monate beschleunigen. Es können jedoch Restsetzungen von 0,1 bis 0,2 m über einen Zeitraum von wenigen Jahren nach Nutzungsbeginn auf der Warftoberfläche nicht verhindert werden.

6.3.2 Bodenmanagement - Variante 1

Die Variante 1 sieht vor, dass im Bereich der geplanten Warft aus dem bestehenden Warfkörper und aus dem Baugrund innerhalb der Warftaufstandsfläche Klei in der Menge gewonnen wird, die für die Kleiabdeckung in einer Mächtigkeit von 1,0 m erforderlich ist. Dies entspricht etwa 26.500 m³. Der Kern der Warft wird aus Sand hergestellt, der von außerhalb der Hallig Langeneß zu gewinnen und anschließend zum Treuberg zu transportieren ist. Für die Variante 1 werden unter Berücksichtigung der zu erwartenden Setzungen etwa 69.000 m³ Sand benötigt. Die verschiedenen Varianten hinsichtlich der Sandgewinnung, der Sandübergabe zur Hallig Langeneß sowie der Sandtransporte und -einbau auf der Hallig werden in den Kapiteln 6.4, 6.5 bzw. 6.6 erläutert. Zur Beschreibung der Variante 1 wird im Folgenden von einer seeseitigen Gewinnung der Sande in der Nordsee (Westerland III), einem Antransport bis zum Fahrwasser-Langeneß und einem Spülen der Sande bis zum Treuberg ausgegangen.

Der Bauablauf stellt sich mit den Haupttätigkeiten wie folgt dar:

- Abtrag Grasnarbe als Grassoden und Rückbau Oberböden auf der bestehenden Warft und im weiteren Aufstandsbereich der geplanten Warft
- Zwischenlagerung der ausgebauten und wiedereinbaufähigen Grassoden für den späteren Wiedereinbau
- Schlickentnahme im Fething
- Ausbau des Kleis aus der bestehenden Warft und aus dem weiteren Aufstandsbereich der geplanten Warft und Herstellung des Spüldeichs aus dem Klei (Ausbau-menge stimmt in etwa mit Kleibedarf für den Spüldeich überein)
- Sicherung des temporären Spüldeichs mit Grassoden
- Einrichtung des Spülbetriebes
- Gewinnung der Sande mit Hopperbagger und Einbau der Sande im Spülbetrieb
- Ggf. Einbau der Vertikaldränagen
- Profilierung des Warftsandkerns
- Herstellung der Kleiabdichtung (Klei aus Spüldeich)



- Herstellen des Fethings
- Profilierung der Kleioberfläche
- Herstellung der Umfahrung und Zufahrten einschließlich deren Einfassungen
- Einbau der Grassoden im unteren Böschungsbereich und Rasenansaat in den übrigen Bereichen

Die Variante 1 ist in der Anlage 6.3 dargestellt. Hier wird die Variante 1 in die Untervarianten a, b und c aufgegliedert. Die Varianten unterscheiden sich wie folgt:

- Variante 1a: Ausbau Klei im Gesamtbereich der Warftaufstandsfläche
- Variante 1b: Ausbau Klei nur im Bereich der geplanten Plateaufläche
- Variante 1c: Ausbau Klei im Bereich der Warftaufstandsfläche außerhalb der bestehenden Warft

In der Variante 1a wird der Klei im gesamten Aufstandsbereich der geplanten Warft bis zu einer gleichbleibenden Tiefe von etwa NHN +0,8 m ausgebaut. In dieser Untervariante sind voraussichtlich Vertikaldränagen zur Beschleunigung der Setzungen und Reduzierung der Restsetzung einzubauen. Die Variante 1b weist durch den tiefergehenden Ausbau des Kleis nur im Plateaubereich bis etwa NHN -0,5 m geringere Setzungspotentiale gegenüber den weiteren Untervarianten auf. Weiterhin kann aller Voraussicht nach auf setzungsbeschleunigende Maßnahmen (Vertikaldränagen) verzichtet werden. Im Bereich der Böschungen treten bei der Variante 1b größere Setzungsmaße über einen größeren Zeitraum als im Plateaubereich auf. Diese können jedoch toleriert werden, da sich im Böschungsbereich keine setzungsempfindlichen Bauwerke befinden. Die Variante 1c erhält die bestehende Warft und es wird Klei nur außerhalb der bestehenden Warft im Aufstandsbereich der geplanten Warft bis zu einer Tiefe von ca. NHN +0,1 m ausgebaut. Sie weist jedoch aufgrund der unterschiedlichen Kleimächtigkeiten deutliche Setzungsdifferenzen insbesondere im Plateaubereich auf. Es sind mindestens im Bereich der bestehenden Warft setzungsbeschleunigende Maßnahmen (Einbau von Vertikaldränagen) durchzuführen.

Die Bauzeit kann unabhängig von der Untervariante mit etwa 1,7 sturmflutfreien Saisons abgeschätzt werden und ist im Wesentlichen abhängig von den Kapazitäten des Sandeinbaus einschließlich deren Gewinnung und des Antransportes sowie des Kleiaus- und -einbaus. Weiterhin sind die Setzungszeiten in Abhängigkeit der Untervariante zu berücksichtigen. Die Setzungsdauer ist mit dem Einbauraster der Vertikaldränagen steuerbar und beträgt bei einem wirtschaftlichen Raster mindestens 3 Monate. In der ersten sturmflutfreien Saison werden sämtliche Erdarbeiten zur Herstellung des hochwassersicheren Spüldeiches sowie dessen wasserseitige Sicherung durch den Einbau von Grassoden durchgeführt. Anschließend kann der Sandspülbetrieb aufgenommen werden. Der Spülbetrieb ist weitestgehend unabhängig von der Sturmflutsaison und kann somit bis in den Herbst/Winter fortgeführt werden. Der Spülbetrieb ist nur bei größeren Hochwassern mit der Gefahr von „Land unter“ (ggf. in Abhängigkeit der Hopperbaggergröße auch schon vorher) zu unterbrechen und alle Geräte auf der Hallig sind vor dem Hochwasser zu sichern. Nach dem Abflauen des Hochwassers von der Hallig Langeneß kann der Spülbetrieb wieder aufgenommen



werden. In Abhängigkeit der Untervariante und der geplanten Bauzeit sind anschließend Vertikaldränagen einzubauen. Zu Beginn der sturmflutfreien Zeit im Folgejahr können die Arbeiten zur Profilierung sowie zur Herstellung der Kleideckschicht, des Fethings, der Umfahrung, der Zufahrten und der Warftbegrünung durchgeführt werden. Die Bauzeit für die zweite sturmflutfreie Zeit wird mit etwa 4 Monaten abgeschätzt, so dass anschließend die Arbeiten des Hochbaus auf der fertiggestellten Warft beginnen können.

Bei einer Optimierung der Bauzeit ist die Herstellung der Variante 1 auch innerhalb einer sturmflutfreien Saison denkbar. Folgende Optimierungsansätze sind möglich:

- Erhöhung der Geräteanzahl
- Entsprechende Optimierung der Sandanlieferung (z. B. größerer Hopperbagger)
- Erhöhung der wöchentlichen Arbeitszeit
- Teilweise parallele Durchführung von verschiedenen Arbeitsschritten

Die Durchführung der Warftverstärkung innerhalb nur einer sturmflutfreien Saison ist jedoch mit Risiken behaftet, da insbesondere die witterungsempfindlichen Arbeiten zum Bauende durchzuführen sind und zu dieser Zeit nicht hochwassersichere Bauzustände vorliegen.

Die Baukosten werden unabhängig von der Untervariante mit etwa 3.500.000 €, netto (brutto: 4.200.000 €), abgeschätzt.

Bewertung Untervarianten

Die Untervarianten unterscheiden sich dahingehend in welchen Bereichen der Aufstandsfläche der Warft Klei entnommen wird. Hieraus resultieren im Wesentlichen folgende zu bewertende Aspekte:

- Setzungsmaß
- Setzungsdifferenzen
- Setzungsdauer
- Erfordernis von setzungsbeschleunigenden Maßnahmen (Einbau von Vertikaldränagen, Vorbelastung)

Das Setzungsmaß und die Setzungsdauer sowie insbesondere die Setzungsdifferenzen im Plateaubereich der Variante 1c sind im Vergleich zu den weiteren Untervarianten als hoch einzuschätzen (Setzungsmaß im Plateaubereich bis etwa 1,0 m). Aufgrund der hohen Setzungsdauer sind für die Variante 1c bereichsweise setzungsbeschleunigende Maßnahmen vorzusehen. Aus den vorgenannten Gründen und da weder umwelt- noch nutzungsspezifische Vorteile gegenüber den Untervariante 1a und 1b vorliegen wird die Untervariante 1c im Weiteren ausgeschlossen. Beim Vergleich der Untervarianten 1a und 1b ist das geringere Setzungspotential im Bereich des Warftplateaus bei Untervariante 1b (etwa 0,2 bis 0,4 m gegenüber der Untervariante 1a mit etwa 0,3 bis 0,5 m) als positive Eigenschaft zu bewerten, da dies für die in diesem Bereich geplanten Bauwerke weniger schädlich ist. Das hieraus resultierende höhere Setzungspotential im Böschungsbereich hat nur Einfluss auf die begrünte Böschung und die Zufahrten, für die die Setzungen keine bzw. nur eine sehr geringe



ge negative Einwirkung haben. Aus diesem Grund ist die Untervariante 1b der Untervariante 1a vorzuziehen.

Bewertung Variante 1

Für die Variante 1 ist ein gegenüber der Variante 0 erhöhter Geräteeinsatz erforderlich, da ein Antransport von Böden (hier: Sande) von außerhalb der Hallig in einer Größenordnung von ca. 69.000 m³ notwendig ist. Hierzu sind je nach Verfahren z. B. Flächen für ein Spülfeld oder zur Zwischenlagerung von Böden erforderlich. Dagegen entfällt die Gewinnung von Böden (hier: Klei) innerhalb der Hallig Langeneß und außerhalb der Warftaufstandsfläche, so dass die Entstehung von Puttlöchern für die Variante 1 entfällt. Aus der Kleigewinnung innerhalb der geplanten Warftaufstandsfläche resultiert ein gegenüber der Variante 0 erhöhter Aufwand für Bodenbewegungen und ein Bedarf an Zwischenlagerflächen, da der Klei zunächst ausgebaut und nach Herstellung des Warftkerns wieder eingebaut werden muss. Bei dem Betrieb eines Spülfeldes kann der Klei für die erforderlichen, temporären Spüldeiche eingesetzt werden.

Für den Antransport der Böden von außerhalb der Hallig sind zudem Transportmöglichkeiten durch zum Beispiel Spülleitungen oder Straßen zu schaffen (vgl. Kapitel 6.6).

Die zu erwartenden Setzungsmaße und -zeiten sind bei den maßgebenden Untervariante 1a und 1b gegenüber der Variante 0 geringer einzuschätzen und können je nach Untervariante für den Plateaubereich optimiert werden (vgl. Bewertung Untervarianten in diesem Kapitel).

6.3.3 Bodenmanagement - Variante 2

Die Variante 2 sieht vor, dass über den Kleibedarf der Warftverstärkung Treuberg hinaus weitere Kleimengen bis maximal zur Oberkante des anstehenden Torfs (vgl. Kapitel 4.4) gewonnen werden, die im Zuge der vorgesehenen Verstärkung weiterer Warften auf der Hallig Langeneß eingesetzt werden können. Über das für die Warftverstärkung Treuberg erforderliche Kleivolumen von etwa 26.500 m³ hinaus können zusätzlich bis zu etwa 45.000 m³ deichbaufähiger Klei gewonnen werden. Dies entspricht etwa den benötigten Mengen für die Verstärkungen der Warften Norderhörn und Mayenswarft (jeweils etwa 20.000 m³). Das zusätzlich gewonnene Kleivolumen ist durch ein zusätzlich einzubauendes Sandvolumen im Zuge der Warftverstärkung zu ersetzen.

Für den zusätzlich gewonnenen Klei sind ein oder mehrere Kleilager anzulegen. Die benötigte Fläche für ein 45.000 m³ fassendes Kleilager beträgt etwa 1,4 ha (z. B. 100 m x 140 m, bei einer Höhe von etwa 4 m und 1:3 geneigten Böschungen). Wird das Lager auf zwei gleich großen Mieten aufgeteilt, ist jeweils von einer Größe von ca. 8.000 m² (z. B. 80 m x 100 m) auszugehen. Die Mieten sind gegen Hochwasser durch eine Begrünung zu sichern und die Begrünung über die Bauzeit hinaus zu bewirtschaften. Soweit geeignet ist die Grasnarbe als Grassode im Aufstandsbereich aufzunehmen und für die Begrünung einzusetzen. Dies reduziert zugleich den Eingriff in die bestehenden Salzwiesen. Als möglicher Standort für ein Kleilager kommt derzeit das Flurstück mit der Nummer 76 (etwa 1,4 ha) in Betracht. Das Flurstück grenzt an die Straße zur Warft Treuberg und besitzt damit eine kurze Anbindung an die



Baustelle. Weiterhin befindet sich das Flurstück auf der direkten Linie zwischen den Warften Treuberg und Norderhörn, die in den nächsten Jahren ebenfalls zu verstärken ist, wodurch eine Minimierung der Transportwege erreicht wird. Nach Abschluss der weiteren Warftverstärkungsmaßnahmen kann die Fläche des Kleilagers wieder in den vorherigen Zustand gebracht werden. Die Einbauhöhe des Kleilagers soll – den Aussagen der Gemeindevertretung zu den akzeptablen Auswirkungen auf das Landschaftsbild folgend - auf eine Höhe von im Mittel etwa 2,5 m und maximal etwa 3,0 m begrenzt bleiben. Hieraus resultiert eine Kapazität von etwa 25.000 m³.

Wird die zusätzliche Kleigewinnung in der Größenordnung durchgeführt, dass für die weiteren Warftverstärkungsmaßnahmen der vollständige Bodenbedarf gedeckt wird, entfallen die Aufwendungen für die Bodengewinnung der weiteren Warftverstärkungsmaßnahmen (in der Regel einzuspülender Sand: Einrichtung und Betrieb Spülfeld (vgl. [15]), Kohärenzmaßnahmen Spülbetrieb). Weiterhin sind bei einer Warftverstärkung ausschließlich mit Klei deutlich weniger Bodenbewegungen erforderlich, da der Klei nach Abtrag der Grasnarbe an die bestehende Warft angedeckt werden kann, wogegen bei einer Warftverstärkung mit Sand, zunächst Klei aus der bestehenden Warft auszubauen, der Sand dann einzubauen und anschließend der Sand mit dem Klei wieder abzudecken ist. Somit reduzieren sich die temporären Flächenbedarfe für die weiteren Warftverstärkungsmaßnahmen, da kein Spülfeld angelegt und Spüleleitungen verlegt werden müssen sowie die benötigten Flächen für Bodenzwischenlagerung wesentlich reduziert werden können. Zusammenfassend ist maßnahmenübergreifend durch die Variante 2 eine Kostenersparnis zu erwarten, da hierdurch für folgende Warftverstärkungsmaßnahmen der Bodenbedarf vollständig gedeckt wird (vgl. [15]).

Die weitere Vorgehensweise der Variante 2 sowie der Bauablauf entspricht der Variante 1 (vgl. Kapitel 6.3.2).

Die Variante 2 ist in der Anlage 6.4 dargestellt. Hier wird die Variante 2 in die Untervarianten a und b aufgliedert. Die Varianten unterscheiden sich wie folgt:

- Variante 2a: Ausbau Klei im Gesamtbereich der Warftaufstandsfläche
- Variante 2b: Ausbau Klei nur im Bereich der geplanten Plateaufläche

In der Variante 2a wird der Klei im gesamten Aufstandsbereich der geplanten Warft bis zu Oberkante des anstehenden Torfes (etwa NHN -1,0 m) ausgebaut. In dieser Variante können etwa 45.000 m³ zusätzlicher, deichbaufähige Klei gewonnen werden. Die Variante 2b weist durch den tiefergehenden Ausbau des Kleis nur im Plateaubereich bis etwa NHN -1,0 m ein geringeres zusätzliches Kleigewinnungspotential von etwa 4.500 m³ auf. Im Bereich der Böschungen treten größere Setzungsmaße über einen größeren Zeitraum als im Plateaubereich auf. Diese können jedoch toleriert werden, da sich im Böschungsbereich keine setzungsempfindlichen Bauwerke befinden. Aufgrund der Kleientnahme bis zur Torfoberkante im Plateaubereich sowie der tolerierbaren Setzungen im Böschungsbereich kann auf den Einbau von Vertikaldränagen bei der Variante 2 verzichtet werden.



Da sich das Ausbaurvolumen des Kleis sowie das Einbauvolumen des Sandes gegenüber der Variante 1 erhöhen, verlängert sich entsprechend die Bauzeit in der ersten sturmflutfreien Saison. Bei einer maximalen zusätzlichen Kleigewinnung von 45.000 m³ (Variante 2) ist bei einem angepassten Leistungsansatz von einer Bauzeitverlängerung in der ersten sturmflutfreien Saison von ca. 2 Monaten auszugehen. Hierbei wird von einer Erhöhung der Leistungsansätze bei der Kleigewinnung sowie bei dem Sandantransport und des Sandeinbaus aufgrund der größeren Mengen angepasste Gerätetechnik von 50 % ausgegangen.

Der Bauablauf und die Bauzeit in der zweiten sturmflutfreien Saison entsprechen unabhängig von der Untervariante denen der Variante 1 (vgl. Kapitel 6.3.2).

Die Baukosten werden mit etwa 5.200.000 €, netto (brutto: 6.200.000 €), für die Variante 2a und mit etwa 3.300.000 €, netto (brutto: 3.900.000 €), für die Variante 2b abgeschätzt. Die vorgenannten Kosten beinhalten nicht die Kosten zum Grundstückserwerb für die Kleizwischenlagerung sowie die Transportkosten des Kleis, die über eine Transportstrecke von etwa 200 m hinausgehen.

Die beiden Untervarianten 2a und 2b können als Extremvarianten für eine zusätzliche Kleigewinnung betrachtet werden (Kleientnahme nur im Plateaubereich) bzw. in der gesamten Aufstandsfläche. In Abhängigkeit des zusätzlichen Kleibedarfs können Zwischenvarianten entwickelt werden (Kleientnahmen im Plateaubereich und in Teilen der weiteren Aufstandsfläche), die für die weiteren geplanten Warftverstärkungen die entsprechende zusätzliche Kleimenge bereitstellen.

Bewertung Untervarianten

Die Untervarianten unterscheiden sich dahingehend, wie viel und in welchen Bereichen der Aufstandsfläche der Warft Klei entnommen wird.

Solange zugrunde gelegt wird, dass Klei in den Mengen entnommen wird, die für weitere avisierte Warftverstärkungsmaßnahmen benötigt werden und für die Lagerflächen zur Verfügung stehen, sind die Untervarianten hinsichtlich des Aspektes Kleigewinnung gleich zu bewerten.

Bei der bodenmechanischen Untersuchung des im Aufstandsbereich der Warft Treuberg anstehenden Kleis konnte die grundsätzliche Eignung eines Großteils des anstehenden Kleis für Deichbaumaßnahmen festgestellt werden. Sofern dieser Klei für weitere avisierte Warftverstärkungsmaßnahmen zur Verfügung gestellt wird, wird damit das Risiko für die avisierte Warftverstärkungsmaßnahmen vermieden, gegebenenfalls zum Zeitpunkt der geplanten Realisierung nicht genügend große Kleimengen in der erforderlichen Qualität über andere Quellen mit angemessenem Kostenaufwand beziehen zu können oder diesen zwingend aus Flächen der Hallig Langeneß mit den dabei einhergehenden Nachteilen (Puttlöcher) gewinnen zu müssen. Andererseits sind Kostenaufwendungen für die Gewinnung des Kleis aus der Warftverstärkungsmaßnahme Treuberg für weitere avisierte Verstärkungsmaßnahmen sowie das Anlegen des Kleilagers bereits im Zuge der Warftverstärkungsmaßnahme Treuberg zu tätigen.



Für den Vergleich der Untervarianten verbleiben im Wesentlichen folgende zu bewertende Aspekte:

- Setzungsmaß
- Setzungsdifferenzen
- Setzungsdauer

Beim Vergleich des Setzungsmaß und der Setzungsdauer sowie der Setzungsdifferenzen im Plateaubereich sind die Untervarianten 2a und 2b aufgrund der gleichen Ausbautiefe des Kleis bis auf OK Torf als gleichwertig zu bewerten. Die Ausbautiefe unterscheidet sich bei den beiden Untervarianten ausschließlich im Böschungsbereich der geplanten Warft. Das geringere Setzungspotential bei der Untervariante 2b (etwa im Mittel 0,2 bis 0,3 m gegenüber der Variante 2a mit etwa 0,3 bis 0,4 m) führt zu einer besseren Bewertung dieser Variante. Aufgrund der geringen Anforderungen des Setzungspotentials im Böschungsbereich sowie der geringen Unterschiede beider Untervarianten kann dieses Bewertungskriterium vernachlässigt werden.

Da für die Zwischenlagerung zurzeit das Flurstück 76 mit einer Kapazität von etwa 25.000 m³ in Betracht gezogen wird, wird nachfolgend eine darauf ausgelegte Zwischenvariante mit der vorgenannten Kleilagerkapazität als Vorzugsuntervariante gewählt.

Bewertung Variante 2

Für die Variante 2 ist ähnlich wie in der Variante 1 ein gegenüber der Variante 0 erhöhter Geräteeinsatz erforderlich, da ein Antransport von Böden von außerhalb der Hallig in einer Größenordnung von ca. 69.000 m³ notwendig ist. Hierzu sind je nach Verfahren z. B. Flächen für ein Spülfeld oder zur Zwischenlagerung von Böden erforderlich. Dagegen entfällt die Gewinnung von Böden (Klei) innerhalb der Hallig Langeneß und außerhalb der Warftaufstandsfläche, so dass die Herstellung von Puttlöchern für die Variante 1 entfällt. Aus der Kleigewinnung innerhalb der geplanten Warftaufstandsfläche resultiert ein gegenüber der Variante 0 erhöhter Aufwand für Bodenbewegungen und ein Bedarf an Zwischenlagerflächen, da der Klei zunächst ausgebaut und nach Herstellung des Warftkerns wieder eingebaut werden muss. Bei dem Betrieb eines Spülfeldes kann der Klei für die erforderlichen, temporären Spüldeiche eingesetzt werden. Gegenüber der Variante 1 ist ein erhöhter Geräteeinsatz für die Herrichtung des Kleilagers und des Transports des Kleis dorthin erforderlich.

Für den Antransport der Böden von außerhalb der Hallig sind analog der Variante 1 zudem Transportmöglichkeiten durch zum Beispiel Spülleitungen oder Straßen zu schaffen (vgl. Kapitel 6.6).

Die zu erwartenden Setzungsmaße und -zeiten sind bei der gewählten Zwischenuntervariante gegenüber der Variante 0 deutlich geringer und gegenüber der Variante 1 als knapp geringer einzuschätzen.

Durch eine zusätzliche Kleigewinnung ist maßnahmenübergreifend eine Kostenersparnis zu erwarten, soweit hierdurch für mindestens eine der folgenden Warftverstärkungsmaßnahmen der Bodenbedarf vollständig gedeckt wird. Der Flächenbedarf ist durch das erforderliche,



temporäre Kleilager für die Variante 2 im Vergleich zu den weiteren Varianten als höher zu bewerten. Der Flächenbedarf durch das temporäre Kleilager wird teilweise durch den geringeren temporären Flächenbedarf (Bodenlager, Spülfeld) der weiteren Warftverstärkungsmaßnahmen ausgeglichen. Weiterhin wird eine Begrünung des Kleilagers soweit möglich mit der Grassode aus dem Aufstandsbereich des Kleilagers erfolgen, so dass teilweise der Wert der Salzwiese während des Vorhaltens des Kleilagers erhalten werden kann.

6.3.4 Naturschutzfachliche Bewertung

Bewertung gemäß [16]:

Besonders ins Gewicht fällt ein erhöhter Eingriff in geschützte Biotope und damit ein erhöhter Kompensationsbedarf bei Variante 0 (Flächeneingriff, Kohärenzausgleich). Durch die Kleigewinnung außerhalb der Warftaufstandsfläche geht dauerhaft Salzwiese verloren (lange Regenerationszeit). Insgesamt wird eine Genehmigungsfähigkeit der Variante 0 in Frage gestellt.

Bei den anderen Varianten (Variante 1 und 2) der Bodengewinnung handelt es sich um eine zu treffende Grundsatzentscheidung. Eine Materialgewinnung auf der Hallig führt aufgrund der temporären Flächeninanspruchnahme für ein Kleilager immer zu einem erhöhten Flächenbedarf und somit erhöhtem Kompensationsbedarf im Rahmen des jetzigen Genehmigungsverfahrens. Wird jedoch das vorliegende Vorhaben im Kontext mit weiteren Warftverstärkungen auf der Hallig gesehen, so werden auch Vorteile der Variante 2 gesehen.

Vorteile eines Kleilagers:

Eine Bevorratung von geeignetem Bodenmaterial führt insgesamt zu einem geringeren Aufwand für den Materialtransport bei späteren Verfahren. Dies betrifft sowohl LKW-Transporte, als auch Spülleitungen. Auf temporäre Bodenlager und Spülflächen / Spüldeiche kann verzichtet werden. Damit verbunden sind geringere Beeinträchtigungen durch Flächenbeanspruchung, Störung von Lebensräumen / Brutvögeln, Landschaftsbild und Erholung.

Auf der Hallig Langeneß findet in den nächsten Jahren eine Vielzahl von Warftverstärkungen statt. Die nächste anstehende Warftverstärkung ist für 2022 geplant. Somit ist von einer Lagerungsdauer von ca. 3 Jahren auszugehen.

Die Lagerung wird deshalb als temporärer Eingriff angesehen.

Fazit: Bezogen auf das vorliegende Vorhaben ist Variante 1 vorzuziehen. Der Kleiausbau findet ausschließlich zur Warftverstärkung Treuberg statt und der Sandbedarf ist mit ca. 69.000 m³ am geringsten. Zusätzliche Kleilagerflächen auf geschützten Biotopen bzw. LRT-Flächen sind ebenso wie die Abfuhr von überschüssigem Klei nicht erforderlich.

Im Vorausblick auf die anstehenden weiteren Vorhaben auf der Hallig ist im Gesamtzusammenhang Variante 2 die Vorzugsvariante.

6.3.5 Festlegung Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante

Als Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante wird die optimierte Variante 2 (Zwischenvariante) festgelegt (vgl. Kapitel 6.3.3). Die Variante ist maßnahmenübergreifend als die kostengünstigste sowie naturschutzfachlich als die wertvollste Variante zu bewerten und weist das geringste Setzungspotential auf. Zudem wird durch die Variante 2 das Risiko der folgenden Warftverstärkungsmaßnahmen, nicht ausreichend Klei mit für den Hochwasserschutz geforderten Eigenschaften gewinnen zu können, reduziert.

6.4 Sandgewinnung

Für die Varianten 1 und 2 liegt ein Bedarf an Sanden zur Herstellung des Warftkerns vor. Die Sande sind außerhalb der Hallig und des Wattenmeeres zu gewinnen (kein Materialentzug aus dem Wattenmeer und den Halligen, vgl. Kapitel 5.2). Demnach ist eine Sandgewinnung westlich des Wattenmeeres und auf dem Festland möglich.

Die Rechte zur kommerziellen Gewinnung von etwa 20.000 m³ Seesand aus dem nördlichen Wattenmeer pro Jahr sind gemäß Genehmigungen des LKN auf derzeit 2 Unternehmen begrenzt. Aufgrund der im Vergleich zu der benötigten Gesamtmenge geringen Gewinnungsmenge wird dieses Verfahren nicht herangezogen. Hierdurch bleiben die 20.000 m³ Seesand für weitere im Schleswig-holsteinischen Wattenmeer durchzuführende Maßnahmen erhalten.

Im Folgenden werden die Varianten zur festlandseitigen und seeseitigen Sandgewinnung beschrieben und bewertet.

6.4.1 Sandgewinnung Festland

Bei einer Sandgewinnung auf dem Festland sind Sande von Kieswerken oder anderen Sandlieferanten zu beziehen und anschließend auf dem Landwege zu einem Anleger zur Verladung auf Schiffe oder Schuten zu transportieren. Die zur Hallig Langeneß nächstgelegene Umschlagstelle auf dem Festland ist der Anleger in Schlüttsiel und wird im Folgenden als voraussichtlich kostengünstigste Möglichkeit zur weiteren Beschreibung herangezogen. Der Anleger in Schlüttsiel besitzt bei Tideniedrigwasser mit etwa 1,5 bis 1,6 m eine nur geringe Wassertiefe und kann deshalb nur zeitlich eingeschränkt und nur mit entsprechenden Wasserfahrzeugen genutzt werden. Der nächstgelegene Hafen am Festland in Dagebüll ist ebenfalls nur zeitlich eingeschränkt und nur mit entsprechenden Wasserfahrzeugen aufgrund geringer Wassertiefen nutzbar und daher ähnlich zu bewerten wie Schlüttsiel. Häfen mit größeren Wassertiefen und Umschlagmöglichkeiten (z. B. Büsum, Esbjerg) liegen in einer deutlich größeren Entfernung zu Langeneß, so dass diese Häfen aufgrund der hohen anfallenden Transportkosten nicht weiter betrachtet werden.

Auf dem Wasserwege erfolgt der Transport der Sande zur Hallig Langeneß. Als mögliche Transportfahrzeuge eignen sich selbstfahrende Massengutschiffe und Schuten mit Schleppern oder Schubern, die den Hafen in Schlüttsiel und den gewählten Übergabepunkt auf Langeneß anfahren können (vgl. Kapitel 6.5). Anschließend wird das Material umgeschlagen und weiter zur Warft Treuberg transportiert (vgl. Kapitel 6.5 und 6.6).



In Abhängigkeit der Transportart und des Transportweges auf Langeneß (per Spülleitung oder per LKW) sind die wasserseitigen Transportmittel zu wählen (z. B. für den Spülbetrieb geeignete Spülschuten).

Die Kosten für die Sandlieferung bis nach Schlüttsiel werden mit etwa 15 bis 20 €/m³ abgeschätzt. Die Transportkosten sind abhängig von der Transportart sowie der Größe und Auslastung (Beladungsmenge und zeitliche Auslastung) der Transportfahrzeuge und können deutlich schwanken. Unter Annahme der halligseitigen Transporte zum Treuberg im Spülbetrieb werden die Transportkosten von Schlüttsiel (einschl. Umschlag in Wasserfahrzeuge) bis zum Treuberg mit etwa 15 bis 30 €/m³ abgeschätzt, so dass sich die Gesamtkosten für die Anlieferung der Sande bis zum Treuberg auf etwa 30 bis 50 €/m³ summieren. Der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein schätzt die Kosten auf etwa 46 €/m³ ein (vgl. [7]).

Bewertung Variante 1

Die Sandgewinnung auf dem Festland weist in Verbindung mit dem seeseitigen Transport und dem Transport auf der Hallig Langeneß aufgrund der geringen Wassertiefen der festlandseitigen Häfen und aufgrund der hohen zu erwartenden Kosten deutliche Nachteile gegenüber der Seesandgewinnung auf (vgl. nachfolgendes Kapitel).

6.4.2 Sandgewinnung Nordsee

Für Küstenschutzmaßnahmen stehen dem Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein Sande an der Entnahmestelle Westerland III zur Verfügung, die auch für die Warftverstärkung Treuberg eingesetzt werden können. Die Sande können mittels Hopperbagger (Laderaumsaugbagger) gewonnen werden und nach Langeneß transportiert werden. Anschließend kann der Sand im Spülbetrieb mit den Pumpen der Hopperbagger in temporär verlegten Leitungen zum Treuberg gespült werden. In Abhängigkeit der Leitungstrasse (vgl. Kapitel 6.5) und der maximalen Pumpleistung der Hopperbagger sind Zwischenpumpstationen (Booster) erforderlich. Die Kosten von der Sandgewinnung bis zur Übergabestelle auf der Hallig Langeneß zum weiteren Transport zur Warft Treuberg werden mit 20 bis 25 €/m³ abgeschätzt.

Ist ein halligseitiger Transport mit LKW vorgesehen, ist der Sand in der Regel vorher umzuschlagen, da die Anlegestellen auf Langeneß für die Hopperbagger nicht ausreichend Tiefgang aufweisen und eine direkte Entnahme der Sande aus den Hopperbaggern mit einem Bagger aufgrund der Aufbauten technisch nicht möglich ist. Der Umschlag ist durch das Anlegen eines Unterwasserzischendepots durch die Hopperbagger und die Aufnahme des zwischengelagerten Sandes durch kleinere Schiffeinheiten mit einem geringeren Tiefgang möglich. Als Standort für ein Unterwasserzischendepot eignet sich der Bereich zwischen Langeneß und Hooge außerhalb der Schutzzone I des Nationalparks (vgl. auch [7]). Die hieraus resultierenden Gesamtkosten von der Sandgewinnung bis einschließlich eines Transportes zur Warft Treuberg per LKW können mit etwa 35 bis 45 €/m³ abgeschätzt werden.



Alternative Gewinnungsstellen sind in einem gesonderten Verfahren zu genehmigen und aufgrund der zu erwartenden Verfahrensdauer nicht für die vorliegende Warftverstärkung geeignet. Besitzt ein potentieller Bieter geeignete Sande oder liegt ihm eine Genehmigung zur Gewinnung von Sanden vor, kann es dem Bieter zugelassen werden, ein Nebenangebot abzugeben. Eine hiernach gezielte Ausschreibung ist nicht zielführend, da dies den Bieterkreis deutlich reduzieren und die Abgabe von wirtschaftlichen Angeboten nicht zwingend erwarten lassen würde.

Bewertung Variante 2

Die seeseitige Sandgewinnung ist gegenüber der landseitigen Sandgewinnung in Verbindung mit den erforderlichen Umladevorgängen und Transporten bis zur Warft Treuberg kostengünstiger. Weiterhin ist die seeseitige Sandgewinnung weniger tideabhängig, da für den Umschlag keine Häfen auf dem Festland angefahren werden müssen.

6.4.3 Festlegung Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante

Als Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante wird die Sandgewinnung in der Nordsee festgelegt (vgl. Kapitel 6.4.2). Die Variante ist als die kostengünstigere Variante zu bewerten und weist aufgrund der geringeren Tideabhängigkeit mehr Freiheitsgrade in der Ausführung auf.

6.5 Sandübergabe zur Hallig Langeneß

Grundsätzlich kommen für die Übergabe des Sandes von den Wasserfahrzeugen auf die Hallig Langeneß für den Weitertransport zum Treuberg vier Standorte in Frage:

- Anleger im Hafen Jelf
- Anleger bei der Rixwarft (beim Fähranleger)
- Fahrwasser Süd – Süderau / Langeneß-Fahrwasser
- Fahrwasser Nord – Norderaue

Die Standorte unterscheiden sich hinsichtlich der Wassertiefen, der Transportentfernung zum Treuberg und der Eignung für die Transport- bzw. Umschlagart (LKW-Transport und Spülbetrieb). Weiterhin sind die Übergabestandorte entweder an die Norderaue oder an die Süderau (schiffbare Wattströme) angeschlossen. Die Süderau führt über das Rütergat von der offenen Nordsee zwischen Langeneß und Hooge nach Osten unter anderem bis zum Fahrwasser nach Schlüttsiel. Die Norderaue befindet sich nördlich von Langeneß und südlich von Amrum und Föhr und reicht vom Rütergat mit Anschluss an die offene Nordsee unter anderem über das Dagebüller Fahrwasser bis zum Dagebüller Hafen.



6.5.1 Anleger im Hafen Jelf

Der Anleger im Hafen Jelf befindet sich an der Westküste von Langeneß innerhalb eines durch einen Steindamm geschützten Naturhafens. Der Naturhafen ist wasserseitig über das Nordmarsch-Fahrwasser und das Langeneß-Fahrwasser in Richtung Süden an die Süderau angegeschlossen. Nach Norden führt das Nordmarsch-Fahrwasser zur Norderaue. Der Hafen und das angrenzende Fahrwasser sind aufgrund der geringen Wassertiefen von etwa 3,5 m bei mittlerem Hochwasser nur eingeschränkt schiffbar. Bei Tideniedrigwasser fallen der Hafen und der südliche Teil des Nordmarsch-Fahrwassers (Richtung Süderau) teilweise und die Liegestelle am Anleger vollständig trocken. Der nördliche Teil des Nordmarsch-Fahrwassers (Richtung Norderaue) fällt ebenfalls vollständig trocken. Der Anleger besitzt eine etwa 20 m lange und 3 bis 4 m hohe Kaikante sowie eine angrenzende Umschlag- und Zwischenlagerfläche. Der Anleger ist grundsätzlich für einen Bodenumschlag mit einem Hydraulikbagger geeignet. Weiterhin kann am Anleger der Startpunkt für eine Spülleitung eingerichtet werden. Landseitig ist der Anleger an die Kreisstraße K44 angeschlossen. Die Transportstrecke zum Treuberg beträgt etwa 2,3 km. Bei einer Einrichtung einer Spülleitung entlang bestehender Straßen kreuzt die Leitung mindestens 2 Straßen sowie weitere Zufahrten zu landwirtschaftlich genutzten Flächen.

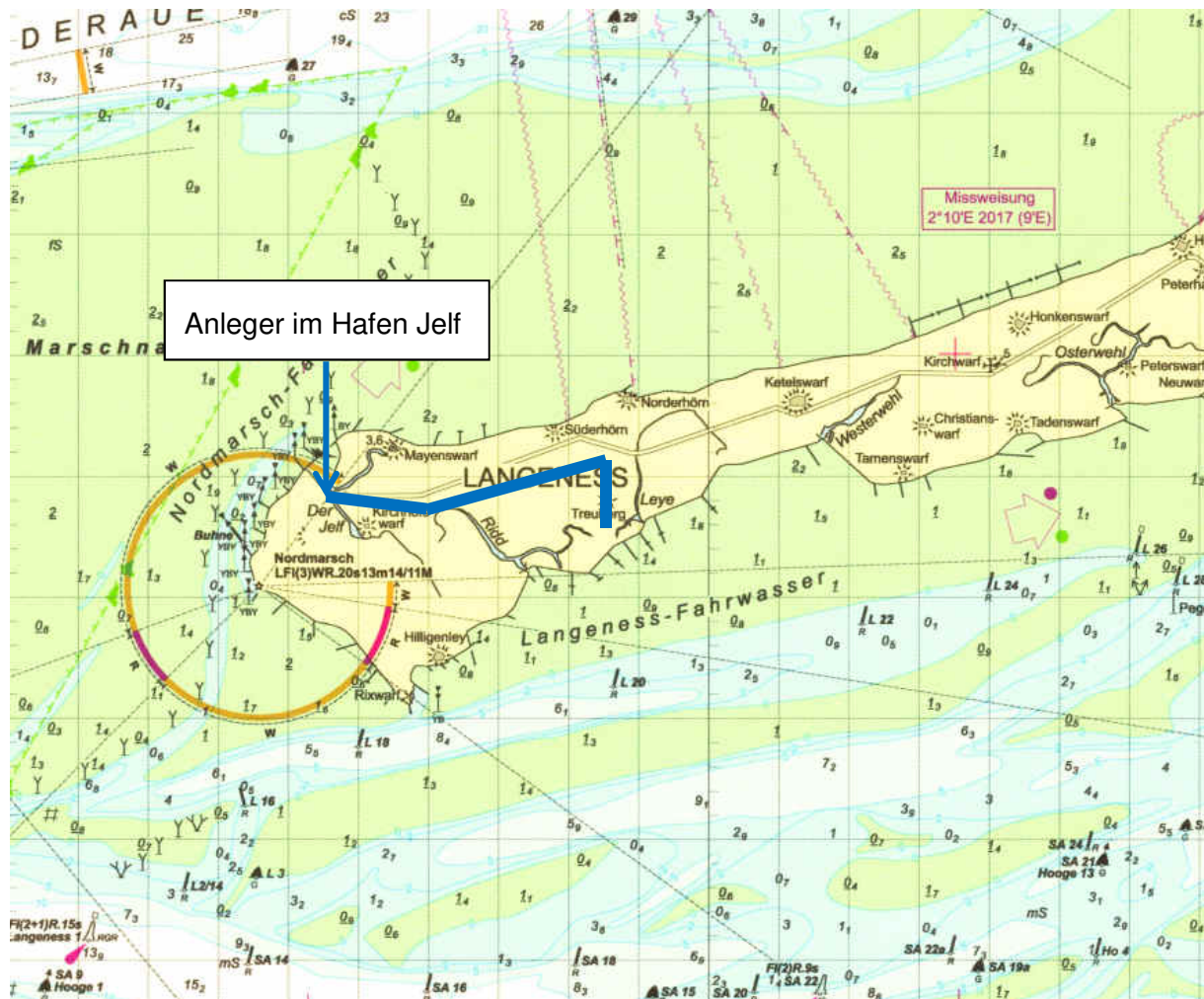


Abbildung 7: Anleger im Hafen Jelf und Transportstrecke zu Warft Treuberg (Auszug aus [10])

Bewertung

Aufgrund der geringen Wassertiefen und des hohen Sandbedarfs ist eine wirtschaftliche Sandübergabe im Hafen Jelf weder per Spülleitung noch per Bagger und LKW möglich. Der Hafen Jelf wird als Umschlagsort aus diesen Gründen nicht weiter betrachtet.

6.5.2 Anleger bei der Rixwarft (beim Fähranleger)

Der Anleger bei der Rixwarft befindet sich direkt östlich der Südwestspitze von Langeneß und liegt direkt neben dem Anleger für den Linienfähr- und Schifffahrtbetrieb. Der Hafen grenzt direkt an das Langeneß-Fahrwasser und ist in Richtung Süden an die Süderau angeschlossen. Der Anleger und das angrenzende Fahrwasser sind aufgrund der geringen Wassertiefen von etwa 4 bis 5 m bei mittlerem Hochwasser nur eingeschränkt schiffbar (Wassertiefe bei niedrigst möglichem Gezeitenwasserstand (LAT) etwa 1 bis 2 m). Bei Tide-niedrigwasser fällt die Liegestelle teilweise trocken. Der Anleger besitzt eine etwa 40 m lange und 3 bis 4 m hohe Kaikante. Der Anleger ist aufgrund des angrenzenden Anlegers für den Linienfähr- und Schifffahrtbetrieb eingeschränkt für einen Bodenumschlag mit einem Hydraulikbagger geeignet. Weiterhin kann am Anleger der Startpunkt für eine Spülleitung einge-

richtet werden. Landseitig ist der Anleger an die Kreisstraße K44 angeschlossen. Die Transportstrecke zum Treuberg beträgt etwa 4,0 km. Bei einer Einrichtung einer Spülleitung entlang bestehender Straßen kreuzt die Leitung mindestens 2 Straßen sowie weitere Zufahrten zu landwirtschaftlich genutzten Flächen.

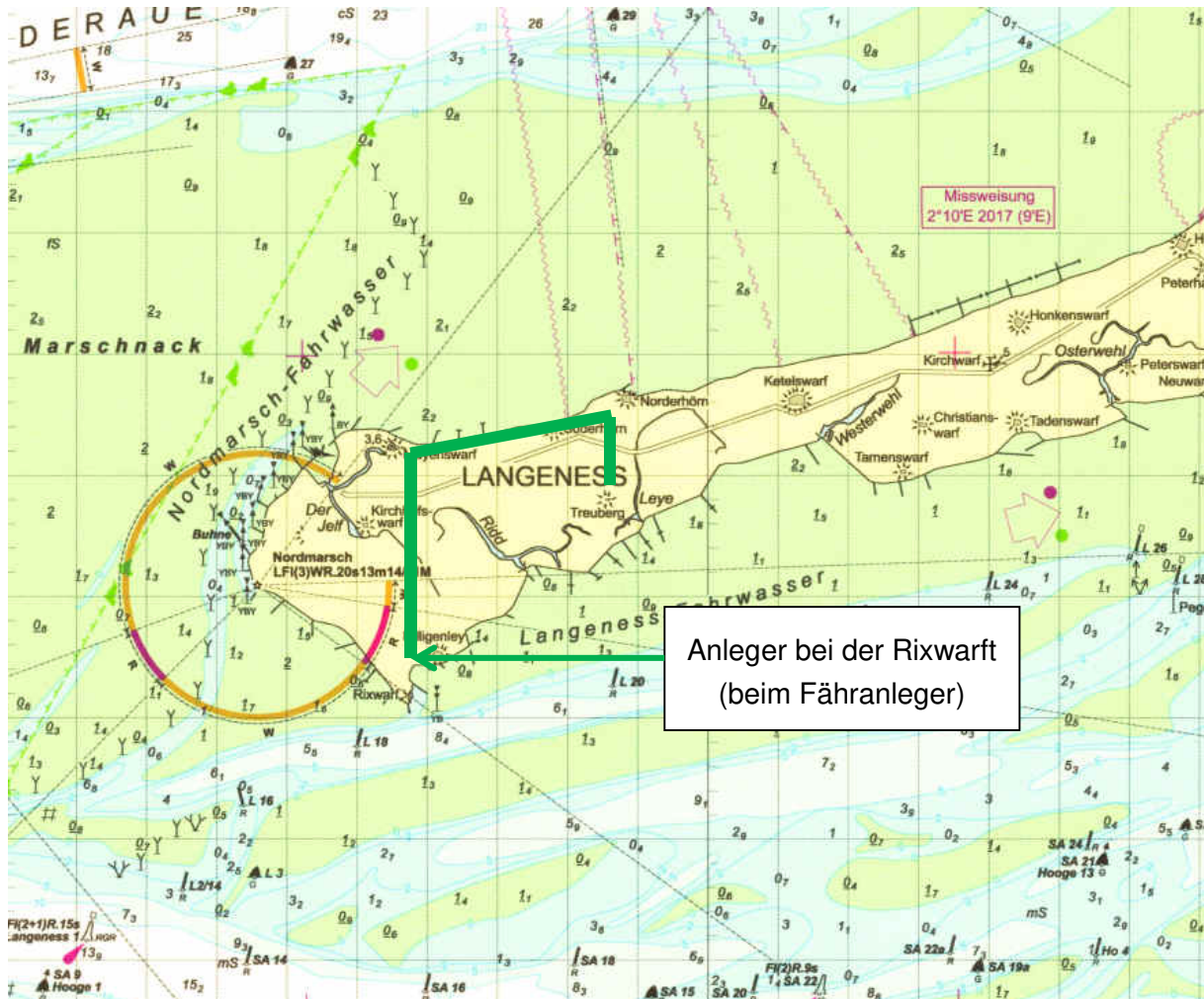


Abbildung 8: Anleger bei der Rixwarft und Transportstrecke zu Warft Treuberg (beim Fähranleger, Auszug aus [10])

Bewertung

Aufgrund der geringen Wassertiefen und des hohen Sandbedarfs ist eine wirtschaftliche Sandübergabe am Anleger bei der Rixwarft (beim Fähranleger) weder per Spülleitung noch per Bagger und LKW möglich. Der Hafen Anleger bei der Rixwarft wird als Umschlagsort aus diesen Gründen nicht weiter betrachtet.

6.5.3 Fahrwasser Süd – Süderau / Langeneß-Fahrwasser

Das Langeneß-Fahrwasser führt in einer Entfernung von etwa 1,5 km zum Treuberg südlich an Langeneß entlang und besitzt direkt südlich vom Treuberg eine Wassertiefe von größer 6 m beim niedrigst möglichen Gezeitenwasserstand (LAT). Der Anschluss vom Langeneß-

Bewertung

Aufgrund der geringen Wassertiefen eignen sich die Übergabepunkte am Langeneß-Fahrwasser und am Nebenarm der Süderaue nur für kleine Hopperbagger mit geringem Tiefgang. Wird der Bereich zum Zeitpunkt des Hochwassers angefahren, können auch Hopperbagger mit einem etwas größeren Tiefgang eingesetzt werden. Werden kleine Hopperbagger mit geringem Tiefgang eingesetzt, sind die Übergabepunkte am Langeneß-Fahrwasser und am Nebenarm der Süderaue gegenüber der Variante an der Norderaue zu bevorzugen, da die Transportstrecke bis zur Warft Treuberg gegenüber der Variante Norderaue geringer ist und aller Voraussicht nach trotz der geringeren Pumpleistung der kleinen Hopperbagger keine Zwischenpumpstation erforderlich sein wird. Für Hopperbagger mit mittlerem und großem Tiefgang und einer entsprechend höherer Kapazität sind die Übergabepunkte am Langeneß-Fahrwasser und am Nebenarm der Süderaue nicht geeignet.

6.5.4 Fahrwasser Nord – Norderaue

Der Standort an der Norderaue befindet sich zwischen der Warft Norderhörn auf Langeneß und der Stadt Wyk auf Föhr vor einer ausgedehnten Wattfläche nördlich von Langeneß. Durch die Lage in der Norderaue besitzt der Standort eine nahezu uneingeschränkte und von der Tide unabhängige Schiffbarkeit, wie sie für die Warftverstärkung Treuberg erforderlich ist. Der Standort eignet sich nur als Startpunkt für eine Spülleitung zum Treuberg. Die Transportstrecke zum Treuberg beträgt etwa 4,0 km. Bei einer Einrichtung einer Spülleitung kreuzt die Leitung die Kreisstraße K44 und führt weitestgehend über Wasser- und Wattflächen sowie über den Sommerdeich und entlang der Zuwegung zur Warft Norderhörn und zum Treuberg.



Abbildung 10: Fahrwasser Nord – Norderaue und Transportstrecke zu Warft Treuberg (Auszug aus [10])

Bewertung

Aufgrund der großen Wassertiefen eignet sich der Übergabepunkt an der Norderaue tideunabhängig für Hopperbagger mit kleinen bis großem Tiefgang. Aufgrund der langen Transportstrecke bis zur Warft Treuberg ist in Abhängigkeit der Pumpleistung der Hopperbagger eine Zwischenpumpstation (Booster) erforderlich. Werden Hopperbagger mit größerem Tiefgang eingesetzt, ist ein Übergabepunkt nur an der Norderaue möglich.

6.5.5 Naturschutzfachliche Bewertung

Bewertung gemäß [16]:

Die Spülleitungen haben einen temporären Flächenbedarf an Land und im Wattenmeer und werden nach dem Spülbetrieb vollständig rückgebaut.

Fazit: Grundsätzlich ist es besser, wenn die Leitung an vorhandenen Wegen und nicht in Salzwiesen verlaufen. Somit ist Variante Nord die Vorzugsvariante. Da jedoch die Ableitung immer nach Süden erfolgt, ergibt sich zwischen den Varianten nur ein geringer Unterschied.



Durch die Bündelung beider Leitungen nach Süden ist bei Variante Süd nur ein geringfügig höherer Eingriff zu erwarten.

6.5.6 Festlegung Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante

Die Varianten am Anleger im Hafen Jelf und am Anleger bei der Rixwarft können aufgrund der geringen Wassertiefen nicht wirtschaftlich genutzt werden und werden deshalb ausgeschlossen. Da bei den beiden verbleibenden Varianten der Transport auf Langeneß per LKW nicht möglich ist, ist der Transport wirtschaftlich nur per Spülbetrieb möglich.

Die beiden Varianten „Fahrwasser Süd – Süderau / Langeneß-Fahrwasser“ und „Fahrwasser Nord – Norderaue“ sind in Abhängigkeit der Hopperbaggergröße jeweils als Vorzugsvariante zu bewerten:

- Hopperbagger mit geringem Tiefgang und geringer Pumpleistung:
Fahrwasser Süd – Süderau / Langeneß-Fahrwasser
- Hopperbagger mit mittlerem bis großem Tiefgang und größerer Pumpleistung:
Fahrwasser Nord – Norderaue

Mit der Zielsetzung, möglichst wirtschaftliche Angebote zu erhalten, ist es vorgesehen, in der Ausschreibung der Bauleistungen beide Varianten zu ermöglichen, so dass die jeweiligen Bieter die zu ihrer vorhandenen Gerätetechnik passende Variante wählen können. Im Vergabeverfahren wird jedoch eingeschränkt, dass sich der Bieter auf eine einzige Variante festlegen muss, so dass der Eingriff auf nur eine Spülstrecke begrenzt wird.

6.6 Sandtransport und -einbau auf der Hallig

Für die Varianten 1 und 2 besteht ein Bedarf an Sanden zur Herstellung des Warftkerns. Die Sande werden von den Sandgewinnungsquellen auf dem Wasserweg zur Hallig Langeneß transportiert. Für die Art und Lage der Übergabepunkte des Sandes von den Wasserfahrzeugen auf die Hallig Langeneß wurden im Kapitel 6.5 verschiedene Varianten beschrieben. Von den Übergabepunkten ist der Sand auf dem Landwege zur Warft Treuberg zu transportieren. Grundsätzlich sind zwei Varianten möglich:

- Transport durch eine Spülleitung und Sandeinbau in einem Spülfeld
- LKW-Transport und Trockeneinbau

Im Folgenden werden die beiden Varianten beschrieben und bewertet.

6.6.1 Spülleitung und Sandeinbau im Spülfeld

Für den Transport der Sande durch eine Spülleitung sind folgende Einrichtungen erforderlich:

- Einrichtung zur Herstellung des Sand-Wasser-Gemisches
- Einrichtung zum Pumpen des Sand-Wasser-Gemisches bis zum Treuberg
- Eine Spülleitung vom Übergabepunkt bis zum Treuberg
- Spülfeld zum Trennen des Sand-Wasser-Gemisches



- Einrichtung zum Zurückführen des Ablaufwassers in die Vorflut
- Planierraupen und Hydraulikbagger zum Trimmen der eingespülten Sande sowie zum Profilieren des Sandkerns

Die beiden erstgenannten Einrichtungen zur Herstellung des Sand-Wasser-Gemisches und zum Pumpen des Sand-Wasser-Gemisches bis zum Treuberg werden in der Regel direkt durch den Hopperbagger (Laderaumsaugbagger) geleistet. Bei nicht ausreichender Pumpleistung des Hopperbaggers sind auf der Strecke Zwischenpumpstationen (Booster) einzurichten. Kann der Hopperbagger die Leistung zur Herstellung des Sand-Wasser-Gemisches und zum Pumpen des Sand-Wasser-Gemisches bis zum Treuberg nicht erbringen oder werden die Sande durch alternative wasserseitige, für den Spülbetrieb geeignete Transportmittel angeliefert (zum Beispiel Spülschuten), ist ein Schutensauger einzusetzen. Der Schutensauger stellt ein Sand-Wasser-Gemisch zum Beispiel in den Spülschuten her und pumpt es in die Spülleitung.

Die Spülleitung führt vom Übergabepunkt bis zum Treuberg. Die Strecke ist zur Reduzierung der erforderlichen Pumpleistung möglichst kurz und mit wenig Steigungen und Krümmungen herzustellen. Für die Herstellung und den Rückbau sowie für den Betrieb der Leitung ist die Verlegung seitlich von Straßen und Wegen zu bevorzugen. Kreuzen die Spülleitungen Straßen oder Wege, sind Über- oder Unterführungen herzustellen. Eine Nutzung der öffentlichen Straßen ist zur Herstellung, Wartung und Rückbau der Spülleitung erforderlich. Der Flächeneingriff für die Spülleitung begrenzt sich auf den Spülleitungsdurchmesser (max. 0,8 m) und auf gegebenenfalls erforderliche Zwischenpumpstationen (maximal ca. 10 x 20 m).

Als Spülfeldgröße ist die geplante Warftaufstandsfläche ausreichend. Das Spülfeld ist durch einen Spüldeich einzufassen: Zur Herstellung des Spüldeiches bietet es sich an, den ausgebauten Klei einzusetzen, der für die Abdeckung des Sandkerns erforderlich ist. Die für die Abdeckung erforderliche Kleimenge entspricht in etwa dem Kleibedarf für den Spüldeich. Für den Spüldeich einschließlich Arbeitsraum ist eine der Warftaufstandsfläche umlaufende Fläche von etwa 25 m Breite erforderlich (ca. 1,5 ha). Durch die Herstellung des Spüldeiches entfällt der Platzbedarf für ein temporäres Kleizwischenlager für die spätere Kleiabdeckung des Sandkerns. Das Spülfeld ist mit einem Überlauf (Mönch) für das Abführen des Ablaufwassers auszustatten. Der Flächeneingriff für das Spülfeld begrenzt sich auf die Warftaufstandsfläche zuzüglich der Fläche für den Spüldeich (vgl. Kapitel 6.7) sowie eine Baustelleneinrichtungsfläche im Bereich des Spülfeldes (ca. 500 m²).

Das im Spülfeld anfallende Ablaufwasser ist zur Vorflut zurückzuführen. Hierzu eignet sich der außendeichs liegende Priel südöstlich der Warft Treuberg. In diesen Priel mündet die „Leye“ durch ein Siel im Sommerdeich (vgl. Kapitel 4.1 und Anlage 3). Das Ablaufwasser wird außendeichs in den Priel der Nordsee zurückgeführt.

Nach dem Einspülen des Sandes und einer Entwässerungszeit von etwa ein bis zwei Wochen ist der Sandkern durch den Einsatz von Planierraupen und Hydraulikbagger zur profilieren. In der Anlage 8 wird der Bauablauf in einem Bauphasenplan dargestellt.



Der Spülbetrieb kann grundsätzlich auch außerhalb der sturmflutfreien Zeit durchgeführt werden, wenn der Spüldeich und die Spülleitung hochwassersicher hergestellt werden. Wird ein Hochwasser angekündigt, bei dem die Gefahr einer Überflutung der Hallig („Land unter“) besteht, ist der Spülbetrieb vorübergehend einzustellen und die Geräteeinheiten sind vor dem Hochwasser zu sichern. Nach dem Abflauen des Hochwassers kann der Spülbetrieb wieder aufgenommen werden. In Abhängigkeit der Größe der Hopperbagger und des Übergabepunktes kann eine Unterbrechung auch bei kleineren Hochwasserereignissen erforderlich sein. Grundsätzlich lässt sich jedoch der Spülbetrieb außerhalb der Sturmflutsaison mit einem geringeren Ausführungsrisiko und damit wirtschaftlicher durchführen.

Grundsätzlich sind die im Kapitel 6.5 genannten vier Varianten hinsichtlich des Übergabepunktes für den Spülbetrieb denkbar. Die Varianten 1 und 2 eignen sich jedoch aufgrund der sehr geringen Wassertiefen nur sehr eingeschränkt. Weiterhin ist die Variante 3 des Kapitels 6.5 durch die wasserseitige Zufahrt mit einer geringen Wassertiefe ebenfalls nur eingeschränkt für kleine Hopperbagger nutzbar (vgl. hierzu die Variantenbetrachtung im Kapitel 6.5).

Der Spülbetrieb kann grundsätzlich unabhängig von der Art des Sandantransportes nach Langeneß (trocken oder nass) durchgeführt werden. Ist ein trockener Antransport zur Hallig vorgesehen, sind entsprechende wasserseitige Transportmittel (z. B. für den Spülbetrieb geeignete Spülschuten) und Schutensauger einzusetzen.

Der Spülbetrieb ist für große Sandmengen, wie bei der Verstärkung der Warft Treuberg erforderlich, im Vergleich zum LKW-Transport in der Regel die wirtschaftlichere Variante.

Bewertung

Da die Sandübergabe am Anleger im Hafen Jelf und am Anleger bei der Rixwarft (vgl. Kapitel 6.5) ausgeschlossen wird, ist der Sandtransport von den Übergabepunkten an der Norder- oder Süderau bis zur Warft Treuberg zwingend per Spülleitung durchzuführen, da hier kein LKW-Transport möglich ist. Der Spülbetrieb stellt aber ohnehin im Vergleich zum LKW-Transport und dem Trockeneinbau die wirtschaftlichere Variante dar.

6.6.2 LKW-Transport und Trockeneinbau

Für den Transport der Sande per LKW sind folgende Einrichtungen erforderlich:

- Umschlaggerät (z. B. Hydraulikbagger) für das Umschlagen des Sandes aus den wasserseitigen Transportfahrzeugen in LKWs
- LKWs für den Sand-Transport
- Ausweichstellen auf der Transportstrecke (Herstellung ergänzender Ausweichstellen oder Ausbau von bestehenden Ausweichstellen)
- Planierraupen und Hydraulikbagger zum Profilieren des Sandkerns

Als Transportstrecke stehen ausschließlich die bestehenden öffentlichen, einspurigen Straßen zur Verfügung. Für die Transporte sind die bestehenden Ausweichstellen teilweise aus-



zubauen oder neue Ausweichstellen herzustellen. Die Fahrzeuggröße ist aufgrund der Tragfähigkeit der Brücken und Straßen auf maximal 40 t zu begrenzen.

Die Kapazitäten für die LKW-Transporte sind aufgrund der vorgenannten Gründe sowie aufgrund des bestehenden Inselverkehrs (Bewohner und Touristen u. a. per PKW, Fahrrad und als Fußgänger) begrenzt und können wie nachfolgend beschrieben abgeschätzt werden. Werden eine mittlere Geschwindigkeit von 30 km/h, eine Be- und Entladezeit in Summe von 5 Minuten pro Umlauf und eine einfache Transportstrecke vom Anleger im Hafen Jelf zum Treuberg von 2,3 km vorausgesetzt, beträgt die Zeit für einen Umlauf etwa 15 Minuten. Bei einem Einsatz von drei LKWs mit einer Zuladung von 10 m³ entspricht dies 12 LKW-Fahrten pro Stunde und einer Transportleistung von 120 m³/h. Für den Transport von 70.000 m³ Sand (Variante 1 des Kapitels 6.3.2) sind bei einem 10-stündigen Arbeitstag etwa 60 Arbeitstage erforderlich.

Aufgrund des hohen Transportaufkommens ist zu erwarten, dass die öffentlichen, einspurigen Straßen eine erhöhte Auslastung erfahren und dass die Transporte Schäden in den Straßen verursachen können, die nach Beendigung der Maßnahme zu beseitigen sind. Eine wesentliche Steigerung des Leistungsvolumens ist aufgrund der begrenzten Kapazitäten bei der Be- und Entladung sowie aufgrund der begrenzenden Fahrzeuggröße nicht möglich, so dass ein zum Beispiel größeres zu transportierendes Gesamtvolumen (vgl. z. B. Variante 2b in Kapitel 6.3.3) im Wesentlichen durch eine Anpassung des Transportzeitraumes zu erreichen ist.

Für den Trockeneinbau des Sandes ist kein Spüldeich erforderlich, so dass die im Kapitel 6.6.1 genannte Fläche nicht in vollem Umfang beansprucht wird. Hier ist ein Streifen von 5 m für die Arbeiten am Warftfuß ausreichend (ca. 3.000 m²). Es wird jedoch eine zum Bau-
feld angrenzende Fläche von etwa 1 ha benötigt, um den Klei für die Deckschicht zwischenzulagern.

Für die Herstellung des Sandkerns im Trockeneinbau ist der Einsatz von Planierraupen und Hydraulikbaggern erforderlich.

Bewertung

Der LKW-Transport ist aufgrund des Ausschlusses der Sandübergabe am Anleger im Hafen Jelf oder am Anleger bei der Rixwarft (vgl. Kapitel 6.5) nicht möglich und wird im Folgenden nicht weiter bewertet. Weiterhin wären durch den LKW-Transport höhere Kosten und eine erhebliche Beschädigung der bestehenden Straßen sowie eine Beeinträchtigung des für die Gemeinde sehr wichtigen Tourismus zu erwarten, so dass der LKW-Transport auch deshalb nicht weiter betrachtet wird.

6.6.3 Festlegung Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante

Als Vorzugs- bzw. Ausführungsvariante wird der Sandtransport per Spülleitung festgelegt (vgl. Kapitel 6.6.1), da die alternative Variante (LKW-Transport) nicht wirtschaftlich möglich ist (vgl. Kapitel 6.5 und 6.6.2) und darüber hinaus deutliche Nachteile für Infrastruktur und Tourismus aufweist.

6.7 Anordnung Baustelleneinrichtungsflächen

Neben der geplanten Warftaufstandsfläche werden im Zuge der Warftverstärkung weitere Flächen temporär für den Baubetrieb in Anspruch genommen. Unabhängig der verschiedenen Varianten werden folgende Flächen benötigt (vgl. auch Anlage 5):

- Baustelleneinrichtungsfläche als Lagerfläche für Geräte, Container und Baumaterialien (ca. 1.500 m²)
- Bauzeitliches Bodenlager für nicht für den Deichbau geeignete Kleie und Torfe sowie für Grassoden (ca. 5.000 m²)
- Eine den Warftfuß umfassende Arbeitsfläche (Fahr- und Rangierstreifen) mit einer Breite von etwa 5 m (ca. 3.000 m²)

Wird der Warftkern im Spülbetrieb hergestellt, werden folgende Flächen zusätzlich beansprucht:

- Vergrößerung der den Warftfuß umfassende Arbeitsfläche auf eine Breite von ca. 25 m (ca. 1,5 ha) für die Herstellung des Spüldeiches
- Baustelleneinrichtungsfläche für die Entwässerungseinrichtung des Spülfeldes (ca. 500 m², voraussichtlich im Süden oder Osten der geplanten Warft)

Für die Ausführung der Variante 2 sind zusätzliche Flächen für ein temporäres Kleilager erforderlich (vgl. Kapitel 6.3.3).

Die geplante Warftaufstandsfläche kann nicht als Baustelleneinrichtungsfläche genutzt werden, da diese Fläche vollständig bebaut wird (Entnahme Klei, Aufhöhung mit Sand, Herstellung Kleideckschicht). Eine abschnittsweise Durchführung der Warftverstärkung ist aufgrund der befristeten Bauzeiten innerhalb der sturmflutfreien Zeit nicht möglich. Eine Ausnahme bildet die Variante 0 des Kapitels 6.3.1, deren Baustelleneinrichtungsfläche etwa zur Hälfte auf der geplanten Warftaufstandsfläche eingerichtet werden kann. Das bauzeitliche Bodenlager und die den Warftfuß umfassende Arbeitsfläche sind weiterhin im oben genannten Umfang erforderlich.

7 Vorzugs- bzw. Antragsvariante

Entsprechend den im Kapitel 5 beschriebenen Randbedingungen und der Bewertung der verschiedenen Planungsvarianten im Kapitel 6 wird im Folgenden die Vorzugs- bzw. Antragsvariante beschrieben und dargestellt sowie zur Ausführung beantragt.

7.1 Geometrie und Aufbau

Die Geometrie der verstärkten Warft entspricht den Grundsätzen für die Verstärkung und Erweiterung von Warften (vgl. [8]) und besitzt eine Schutzhöhe des Plateaus von NHN +5,9 m. Die Böschungen besitzen oberhalb von NHN +4,4 m ($HW_{100} - 0,5$ m) eine Neigung von 1:12 und unterhalb von NHN +4,4 m ($HW_{100} - 0,5$ m) eine Neigung von 1:8. Die Breite des Streifens zwischen dem Plateaurand und der bebaubaren Fläche wurde in Abstimmung mit dem LKN auf 10 m festgelegt (vgl. Kapitel 5.2). Der 7 m breite Schutzstreifen ist von jeder Bebauung, Bepflanzung und schädigenden Nutzung freizuhalten. Eine gärtnerische und wirtschaftliche Nutzung in dem um 3 m erweiterten Streifen wird zugelassen.

Die Größe der bebaubaren Fläche wurde durch die Gemeinde in Abstimmung mit dem LKN unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung festgelegt und beträgt etwa 3.360 m² (vgl. Anlage 9). In der Nordwestecke des Plateaus ist gemäß den Vorgaben des Denkmalschutzes ein Fething angeordnet. Der Fething wird entsprechend der Geometrie des bestehenden Fethings hergestellt (vgl. Kapitel 7.3).

Die Aufstandsfläche ergibt sich aus der Größe der bebaubaren Fläche, des Fethings und des Warft-Schutzstreifens sowie aus den Böschungsneigungen und beträgt etwa 26.000 m².

Die Geometrie der Warft ist in der Anlage 9 dargestellt.

Die Vorzugs- und Ausführungsvariante sieht eine für den Nordseeraum typische Bauweise für erdbautechnische Hochwasserschutzanlagen vor. Diese besteht im Wesentlichen aus einem Sandkern, einer Kleiabdeckung und einer Begrünung (Grassoden, Ansaat) der Kleiabdeckung (vgl. Anlage 8). Die Kleiabdeckung dient hierbei als erosionssichere und dichten-de Schicht, die dem Wellenangriff widersteht. Durch die Begrünung wird die Widerstandsfähigkeit des Kleis verstärkt (Durchwurzelung) und gegenüber der Witterung (Erosion, Austrocknung) geschützt. Die Kleiabdeckung wird mit einer Überhöhung von 5 bis 10 cm hergestellt, so dass nach Abschluss der Setzungen und Sackungen eine Mächtigkeit von mindestens 1,0 m eingehalten wird. Für die Begrünung werden insbesondere im unteren Böschungsbereich (größere Wellenbeanspruchung) Grassoden eingebaut, die im Zuge des Warftrückbaus gewonnen werden. In Bereichen, für die keine geeigneten Grassoden zur Verfügung stehen, wird eine Rasenansaat mit einer für den Standort geeigneten Rasenmischung vorgenommen.

Hieraus und unter Berücksichtigung der zusätzlichen Kleigewinnung für weitere Warftverstärkungen ergeben sich in etwa folgende Bodenbedarfe (vgl. auch Kapitel 7.4.5):

- Sand: $69.000 \text{ m}^3 + 25.000 \text{ m}^3 = 94.000 \text{ m}^3$ (Deckung durch externe Lieferung)
- Klei: $26.500 \text{ m}^3 + 25.000 \text{ m}^3 = 51.500 \text{ m}^3$ (Deckung innerhalb der Maßnahme)

7.2 Lageanordnung und Anschluss an den Bestand

Die geplante Warft wird in etwa im Bereich der jetzigen Warft hergestellt. Hierbei liegt der nördliche Böschungsfuß etwa 10 m südlich vom derzeitigen Bestand. Aufgrund der größeren Aufstandsfläche der geplanten Warft erweitert sich die Grundfläche insbesondere in Richtung Süden sowie nach Westen und Osten (vgl. Flurstückgröße und geplante Warftgrundfläche in Anlage 9). Die geplante Anordnung der Warft ermöglicht eine Herstellung des erforderlichen Spüldeiches, ohne in den Treubergschlot eingreifen zu müssen.

Zur Anbindung des Warftplateaus und des südlichen Flurstücks an den Weg zur Kreisstraße 44 sind drei Zufahrten, eine halbseitige Umfahrung sowie eine Verlängerung des Weges zur Kreisstraße vorgesehen. Hierbei wird der bestehende Weg zur Kreisstraße 44 (vgl. Kapitel 4.3) bis zum geplanten Warftfuß verlängert und schließt dort an die Umfahrung an, die halbseitig auf der östlichen Seite um die Warft bis zum südlichen Warftfuß führt. Von der Umfahrung abgehend werden drei Zufahrten die Warftböschung hinauf auf das Plateau geführt (vgl. Anlage 9). Die Übergänge von der Umfahrung zur Zufahrt, zwischen verschiedenen Böschungsbereichen (Neigung 1:8 und 1:12) und von der Zufahrt zum Plateau werden entsprechend kuppenartig ausgerundet, so dass eine Befahrung mit den vorgesehenen Fahrzeugen möglich ist, ohne dass eine ausreichende Bodenfreiheit unterschritten wird. Für die Zufahrten und für die Umfahrung wird eine maximale Breite von 3,0 m bzw. 4,5 m vorgesehen.

7.3 Fething

Der unter Denkmalschutz stehende Fething wird entsprechend den Vorgaben des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holsteins wieder hergestellt, um das technologische Denkmal der Kulturlandschaft auf der Warft Treuberg zu erhalten. Der Fething wird analog zum Bestand am nordwestlichen Rand des Plateaus angeordnet. Da die geplanten Warft und damit auch das Plateau weiter südlich gegenüber dem Bestand angeordnet wird (vgl. Kapitel 7.2), verschiebt sich die Lage des geplanten Fethings gegenüber dem umliegenden Gelände ebenfalls um etwa 30 m in Richtung Süden.

Die Geometrie des Fethings wird entsprechend des Bestandes hergestellt und erhält somit eine in etwa kreisrunde Form mit einem Durchmesser an der Böschungsoberkante von etwa 20 m. Die Tiefe des bestehenden Fethings von etwa 4 m wird beibehalten, so dass die Sohle aufgrund des höheren Plateaus bei etwa NHN +2,0 m angeordnet wird. Die Böschungsneigungen werden dem Bestand nachempfunden. Zur Regulierung des Wasserstandes wird ein Überlauf hergestellt, der den Wasserstand auf etwa maximal NHN +4,5 m (etwa 1,5 m unterhalb des Plateaus) begrenzt und durch ein Entwässerungsrohr in den Treubergschlot entwässert.

Der geplante Fething ist in der Anlage 9 dargestellt.

Vor dem Rückbau des bestehenden Fethings sieht das Archäologische Landesamt Schleswig-Holstein vor, eine Bestandsaufnahme vorzunehmen. Vorlaufend zu Baumaßnahme werden aus diesem Grunde bereits Maßnahmen zur Dokumentation getroffen. Zusätzlich wird



das Archäologische Landesamt Schleswig-Holstein den Rückbau des Fethings begleiten, um unterirdische Bauteile zu dokumentieren und Untersuchungen durchzuführen. Hierbei ist ein Anschnitt des Fethings vorgesehen, um unter anderem den Aufbau des Fethings und mögliche Schichtenfolgen feststellen zu können.

7.4 Baudurchführung der Warftverstärkung

7.4.1 Verkehrliche Erschließung

Die Zufahrt zur Baustelle erfolgt über die Kreisstraße K44 und den Weg von der Kreisstraße K44 bis zur Warft Treuberg (vgl. auch Kapitel 4.1 und Anlage 1). Um zur Baustelle zu gelangen, müssen diese Wege genutzt werden. Alternative Wege stehen nicht zur Verfügung. Eine Sperrung der Straße K44 ist nicht möglich, da für den weiteren Verkehr auf der Hallig ebenfalls keine alternativen Wege vorhanden sind.

7.4.2 Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen

Als Baustelleneinrichtungsfläche und bauzeitliche Bodenlagerfläche stehen Flächen direkt nördlich der Warft Treuberg auf den Flurstücken 40 und 22 zur Verfügung. Weiterhin steht eine Fläche südlich der geplanten Warft für den Betrieb des Spülfeldes zur Verfügung (vgl. Anlage 10). Bei den Flächen handelt es sich um Salzwiesen, die je nach Anforderung der Nutzung gegebenenfalls zum Beispiel mit Stahlplatten oder Baggermatratzen befestigt werden müssen. Im Norden des Bodenlagers wird eine Zufahrt mit einer Breite von 5 m zum östlichen Teil des Flurstückes 22 erhalten.

Für den zur Durchführung des Spülbetriebs erforderlichen Spüldeich steht ein Streifen von 25 m Breite zur Verfügung, der die geplante Warftaufstandsfläche umschließt (vgl. Anlage 10).

Das temporäre Kleilager wird auf dem Flurstück 76 angelegt, das sich auf der östlichen Seite des Weges zwischen der Kreisstraße K44 und der Warft Treuberg befindet (vgl. Anlage 10).

Die vorgenannten Flächen besitzen eine Geländeoberkante von etwa NHN +1,5 m bis NHN +2,5 m und sind damit bei „Land unter“ nicht hochwassersicher. Es sind Maßnahmen zum Hochwasserschutz auf der Baustelle umzusetzen (vgl. Kapitel 7.4.4).

7.4.3 Bauzeitliche Ver- und Entsorgung

An der Warft Treuberg im Bereich der bestehenden Zufahrt befinden sich Leitungen zur Strom- und Wasserversorgung sowie zur Telekommunikation (vgl. [11]). Diese wurden im Rahmen des Rückbaus der ehemaligen Gebäude auf der Warft fachgerecht gekappt und für einen Wiederanschluss gesichert. Bei Bedarf kann ein Anschluss für die ausführenden Firmen auf deren Antrag und Kosten hergestellt und genutzt werden.



7.4.4 Bauzeitlicher Hochwasserschutz

Während der Bauzeit ist in sämtlichen Bauphasen der Schutz von Personal, Containern und Geräten sowie von Bauwerken und Materialien gegenüber Hochwasser sicherzustellen. Aus diesem Grund wird die Warftverstärkung Treuberg innerhalb der sturmflutfreien Zeit (sturmflutfreie Zeit: 15.04. bis 30.09.) durchgeführt. Jedoch treten auch in diesem Zeitraum teilweise Hochwasser auf, die ein „Land unter“ auf Langeneß verursachen können (etwa 0 bis 2-mal pro Jahr, im Mittel etwa 0,5-mal pro Jahr), so dass für die Bauzeit in den Sommermonaten auch Vorkehrungen zum Hochwasserschutz getroffen werden müssen.

Zum Schutz der Geräte, der Container und der Materialien im Sommer sind aus diesem Grund bauzeitliche Warften erforderlich. In einem Zeitraum vom 15.04. bis etwa 15.09. wird eine Schutzhöhe von mindestens etwa NHN +3,0 m vorgehalten. Zu Baubeginn wird dies durch die bestehende Warft Treuberg gewährleistet (vgl. Kapitel 4.2). Vor dem Rückbau der Warft Treuberg ist eine bauzeitliche Hochwasserschutzwarft herzustellen. Dies wird durch die Fertigstellung des temporären Kleilagers auf einer für die Baufirma ausreichend großen Fläche bewerkstelligt. Zusätzlich kann der Spüldeich, der eine größere Höhe besitzt, bereichsweise verbreitert werden, so dass der Spüldeich ebenfalls als Hochwasserschutzwarft genutzt werden kann. Kündigt sich ein Hochwasser an, ist ein Bereich des Kleilagers mit Stahlplatten zu befestigen und es sind Geräte, Container und Materialien auf die Hochwasserschutzwarft beziehungsweise auf den Spüldeich umzusetzen. Weiterhin ist ein hochwassersicherer Zustand der Baustelle herzustellen. Geräte und Materialien, die nicht auf die Hochwasserschutzwarft verbracht werden müssen, sind gegen Auftrieb, Strömung und Wellenschlag zu sichern. Bereiche oder Bodenhalde sind mit Vlies abzudecken. Weiterhin sind sie so zu sichern, dass für die Umwelt durch zum Beispiel austretendes Öl und Kraftstoffe keine Gefährdung ausgeht. Offenliegende Bereiche oder Bodenhalde sind mit Vlies abzudecken.

Die bauzeitlichen Hochwasserschutzwarften werden ausschließlich für Geräte, Container und Material hergestellt und betrieben. Das Personal ist auf durch den öffentlichen Hochwasserschutz gesicherte Flächen in Sicherheit zu bringen (z. B. bewohnte Warften, Festland). Es ist zu berücksichtigen, dass sämtliche Straßen bei einem „Land unter“ im Sommer bis das Wasser abgelaufen ist (1 bis 2 Tage nach dem letzten „Land unter“ verursachendem Hochwasser) nicht mehr befahrbar sind.

Da die Warftverstärkung Treuberg über zwei Sommerhalbjahre ausgeführt wird, ist über eine Sturmflutzeit (Winter) ein hochwassersicherer Zustand aller Bauwerke herzustellen. Weiterhin sind sämtliche Geräte, Container und Materialien sowie überschüssige und zu entsorgende Böden in dieser Zeit von der Baustelle zu räumen. Bis zur Sturmflutzeit werden folgende Bauwerke hergestellt:

- Spüldeich
- Eingespülter, noch nicht profilierter Warftkern aus Sand
- Temporäres Kleilager



Der Spüldeich wird unter anderem mit einer ausreichenden Höhe aus Klei hochwassersicher hergestellt (vgl. Kapitel 7.4.6.4), so dass der innenliegende und erosionsempfindliche Sandkern vor Hochwasser geschützt wird. Der Mönch ist für die Sturmflutsaison zu sichern. Ein Wellenüberlauf kann generell zugelassen werden, da zum Baubeginn der 2. Saison mit der Entwässerung des Sandkerns begonnen wird.

Das temporäre Kleilager wird ebenfalls mit entsprechenden Böschungsneigungen und einer Sicherung der Kleioberfläche hochwassersicher hergestellt, da das Kleilager über mehrere Jahre betrieben wird (vgl. Kapitel 7.4.7.3).

7.4.5 Übersicht Bodenmanagement

Das Bodenmanagement der Warftverstärkung beinhaltet folgende Hauptaspekte:

- Sandgewinnung und -einbau für die Warftverstärkung Treuberg (etwa 94.000 m³)
- Kleigewinnung und -einbau für die Warftverstärkung Treuberg (etwa 26.500 m³)
- Kleigewinnung und Zwischenlagerung für eine weitere Warftverstärkungsmaßnahmen (unter Berücksichtigung eines ausreichenden Puffers etwa 25.000 m³, vgl. [18])
- Herstellung temporärer Spüldeich (etwa 26.500 m³, hierfür wird der Klei der Warftverstärkung eingesetzt)

Weiterhin werden im Rahmen des Bodenmanagements folgende Punkte behandelt:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Einbau von Sand, nicht deichbaufähigem Klei und Torf, die im Zuge der Kleigewinnung innerhalb der geplanten Warftaufstandsfläche mit ausgebaut werden
- Ausbau, Zwischenlagerung und Einbau Grassoden
- Ausbau und Verwertung des Schlicks aus dem Fething

7.4.6 Sandgewinnung und Sandeinbau

7.4.6.1 Sandgewinnung

Der Sandbedarf für den Warftkern wird durch Sande, die in der Nordsee durch Hopperbagger gewonnen werden, gedeckt. Für den Küstenschutz stehen dem Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein Sande an der Entnahmestelle Westerland III zur Verfügung, die auch für die vorliegende Warftverstärkung eingesetzt werden dürfen und sollen. Durch die Hopperbagger werden die Sande bis zu einer Übergabestelle an der Hallig Langeneß transportiert und dort einer Spülleitung übergeben.

7.4.6.2 Transport bis zur Hallig Langeneß

Der Sand kann in zwei Bereichen vom Hopperbagger an eine Spülleitung, die weiter zur Warft Treuberg führt, übergeben werden:

- Übergabepunkte Süd: im Bereich des Langeneß-Fahrwassers südlich von Langeneß
- Übergabepunkte Nord: an der Norderaue nördlich von Langeneß

Die Übergabepunkte sind über die Wattströme Süderaua bzw. Norderaue an das Rütergat (ebenfalls ein Wattstrom) angeschlossen, das in die offene Nordsee mündet (vgl. Anlage 11).

Übergabepunkte Süd

Die Übergabepunkte Süd im Bereich des Langeneß-Fahrwassers befinden sich südlich von Langeneß und der Warft Treuberg innerhalb des Langeneß-Fahrwassers und innerhalb einer südlich davon befindlichen Watrinne (vgl. Anlage 11). Das Langeneß-Fahrwasser und die südliche Watrinne besitzen eine Wassertiefe von größer 6 m beim niedrigst möglichen Gezeitenwasserstand (LAT). Die Wassertiefen im Bereich der Zufahrt von der Süderaua zum Langeneß-Fahrwasser und zur südlichen Watrinne betragen jedoch nur etwa 1 bis 2 m bzw. etwa 2,5 m beim niedrigst möglichen Gezeitenwasserstand (LAT), so dass diese nur eingeschränkt schiffbar sind. Hieraus folgt, dass die Schiffsgröße für die Übergabepunkte Süd begrenzt ist und dass die Befahrung des Fahrwassers bzw. der Watrinne tideabhängig erfolgen muss. Ein Vorteil des Übergabepunktes Süd ist, dass die Spülstrecke mit 1,5 km bzw. 2,3 km gegenüber des Übergabepunktes Nord deutlich kürzer ist, so dass die auch in der Regel hier einsetzbaren, kleinen Hopperbagger über eine ausreichende Pumpleistung verfügen, ohne dass zusätzliche Zwischenpumpstationen (Booster) erforderlich sind. Für die Nutzung des Übergabepunktes in der südlichen Watrinne wird die Kreuzung des Langeneß-Fahrwassers mit der Spülleitung noch mit dem zuständigen Schifffahrtsamt abgestimmt.

Übergabepunkte Nord

Die Übergabepunkte Nord an der Norderaue befinden sich nördlich von der vor Langeneß befindlichen, ausgedehnten Wattfläche (vgl. Anlage 11). Die Norderaue besitzt eine Wassertiefe von größer 10 m beim niedrigst möglichen Gezeitenwasserstand (LAT), so dass eine für die Warftverstärkung Treuberg erforderliche Schiffbarkeit tideunabhängig und nahezu uneingeschränkt vorliegt. Die Transportstrecke für die Spülleitung zum Treuberg beträgt etwa 4,0 km und erfordert in Abhängigkeit der Pumpleistung der Hopperbagger gegebenenfalls zusätzliche Zwischenpumpstationen (Booster). Da eine große Wassertiefe in diesem Bereich vorliegt, können hier große Hopperbagger mit einer ausreichenden Pumpleistung eingesetzt werden.

Festlegung Übergabepunkt

In der Ausführung sollen den Unternehmen die Übergangspunkte Süd und Nord als Optionen zur Verfügung gestellt werden, so dass bereits in der Ausschreibung der Bauleistungen die jeweiligen Bieter die zu ihrer vorhandenen Gerätetechnik passende Variante wählen und anbieten können:



- Übergabepunkte Süd: Hopperbagger mit geringem Tiefgang und geringer Pumpleistung
- Übergabepunkte Nord: Hopperbagger mit mittlerem bis großem Tiefgang und größerer Pumpleistung

Gegebenenfalls sind Zwischenpumpstationen einzusetzen. Diese Vorgehensweise erhöht die Angebotsvielfalt und die Wahrscheinlichkeit möglichst wirtschaftliche Angebote zu erhalten. Im Vergabeverfahren wird jedoch eingeschränkt, dass sich der Bieter auf eine einzige Variante (einen Übergabepunkt) festlegen muss, so dass der Eingriff auf nur eine Spülstrecke begrenzt wird.

7.4.6.3 Transport bis zur Warft Treuberg

Der weitere Transport der Sande von den Übergangspunkten Süd und Nord (vgl. Kapitel 0) erfolgt per Spülbetrieb in Spülleitungen (Durchmesser maximal 80 cm). Die erforderliche Pumpleistung wird zumeist von den Spülpumpen der Hopperbagger gewährleistet. Ist die Leistung nicht ausreichend, sind gegebenenfalls Zwischenpumpstationen (Booster) auf der Spülstrecke einzurichten. Für die Einrichtung der Spülstrecke ist eine Strom- und Schifffahrtspolizeiliche Genehmigung beim WSA Tönning einzuholen.

Übergabepunkte Süd

Die Spülleitung vom Langeneß-Fahrwasser führt von der Tonne L20 im Langeneß-Fahrwasser über die Wattfläche in Richtung Norden bis zum Sommerdeich der Hallig Langeneß. Von dort verläuft die Leitung über die Salzwiesen des Flurstückes 27 (landwirtschaftlich genutzte Fläche) bis zum Spülfeld für die Verstärkung der Warft Treuberg. Hierbei kreuzt die Spülleitung den Betriebsweg landseitig des Sommerdeichs. Die Transportstrecke zur Warft Treuberg beträgt etwa 1,5 km. Wird der Übergabepunkt in der südlich vom Langeneß-Fahrwasser befindlichen Rinne angesteuert, verlängert sich die Spülstrecke in Richtung Süden um ca. 800 m auf 2,3 km und kreuzt dabei das Langeneß-Fahrwasser und eine weitere Wattfläche. Die Spülleitung ist entsprechend einer Vorabstimmung mit dem WSA Tönning im Bereich des Langeneß-Fahrwassers als Dükerleitung auf dem Meeresgrund zu verlegen. Eine Schwimmleitung ist in diesem Bereich nicht zulässig.

Übergabepunkt Nord

Die Spülleitung an der Norderaue verläuft von den Übergabepunkten in südliche Richtung über die ausgedehnte Wattfläche bis zum Sommerdeich der Hallig Langeneß östlich der Warft Norderhörn. Von dort führt die Spülleitung entlang der Wege (Bankette), die die Warft Norderhörn mit der Kreisstraße 44 und die Warft Treuberg mit der Kreisstraße 44 verbinden, bis zum Spülfeld für die Verstärkung der Warft Treuberg. Hierbei kreuzt die Spülleitung den Betriebsweg landseitig des Sommerdeichs und die Kreisstraße 44. Die Transportstrecke zur Warft Treuberg beträgt etwa 4,0 km.



7.4.6.4 Spülbetrieb

Für das Einspülen des Wassersandgemisches wird ein Spülfeld im Bereich der geplanten Warftaufstandsfläche angelegt. Das Spülfeld muss hierbei folgenden Anforderungen genügen:

1. Ausreichend großes Volumen zum Einspülen von ca. 94.000 m³ Sand
2. Ausreichend große Fläche zur Separierung des Wassersandgemisches einschließlich Abtrennung eines möglichst großen Anteils des Feinkorns
3. Hochwassersicherer Zwischenzustand für eine Sturmflutsaison

Zur Gewährleistung der beiden erstgenannten Punkte wird ein etwa NHN +4,5 m bis NHN +5,0 m hoher Spüldeich aus Klei hergestellt, der das Spülfeld vollständig umgrenzt. Für den Spüldeich wird eine Fläche von etwa 25 m Breite, die die Warftaufstandsfläche umschließt, genutzt (vgl. Anlage 10). Hierdurch wird ein Spülfeld mit einer Grundfläche geschaffen, die der geplanten Warftaufstandsfläche von ca. 26.500 m² entspricht und unter Berücksichtigung des Volumens durch die Kleigewinnung ein ausreichend großes Spülfeldvolumen schafft. Weiterhin wird durch die Spülfeldlänge von etwa 170 m der Anteil an verbleibendem Feinkorn deutlich reduziert.

Aufgrund der Herstellung der Warft in zwei sturmflutfreien Saisons und einer Unterbrechung der Arbeiten zwischen dem Einspülen des Sandes und der Profilierung der Warft, ist ein hochwassersicherer Zwischenzustand des Bauwerks zu gewährleisten. Hierzu wird der eingespülte, erosionsgefährdete Sand durch den Spüldeich, der hochwassersicher hergestellt wird, gesichert. Um dies zu gewährleisten, wird ein Spüldeich mit folgenden Eigenschaften vorgesehen:

- Kronenhöhe von mindestens NHN +4,5 m
- Neigung der Außenböschung 1:3, auf der Hauptwellenangriffsrichtung 1:5
- Herstellung aus Klei
- Sicherung der außenseitigen Spüldeichböschung durch Grassoden

Bei der Herstellung des Spüldeiches wird der Klei genutzt, der im Zuge dieser Maßnahme gewonnen wird und nach dem Rückbau des Spüldeiches als Deckschicht für die geplante Warft wieder eingesetzt wird (vgl. auch Kapitel 7.4.7.2). Die Grassoden werden ebenfalls vor der Kleigewinnung innerhalb der Warftaufstandsfläche gewonnen. Nach Rückbau des Spüldeiches und Profilierung des Warftkörpers werden die Grassoden zur Sicherung der Kleideckschicht eingesetzt.

Für den Spülbetrieb ist für die Erdbewegungen und für das Um- und Hochsetzen der Spülleitung im Spülfeld der Einsatz von Erdbaugeräten wie Planierraupen und Bagger erforderlich. Zur Steuerung des Wasserspiegels und Reduzierung des Feinkornanteils im Ablaufwasser wird ein Mönch eingesetzt.

Weiterhin ist zur Ableitung des Wassers eine Ablaufleitung notwendig. Die Ablaufleitung (Durchmesser etwa 30 cm) führt vom Spülfeld parallel zur südlichen Spülleitungsvariante über die Salzwiesen des Flurstückes 27 (landwirtschaftlich genutzte Fläche) bis zum Som-



merdeich. Von dort führt die Ablaufleitung entlang des Sommerdeiches bis zum Siel der Leye. Im Bereich des Sieles kreuzt die Ablaufleitung den Sommerdeich und wird dort in den Priel geführt, in dem die Leye mündet. Im Priel der Leye auf der Wasserseite des Sommerdeichs wird das Ablaufwasser in die Nordsee abgegeben (vgl. Anlage 11).

Die in den Entnahmestellen vor Westerland gewonnenen Sande besitzen in der Regel einen Feinkornanteil (Ton + Schluff) von durchschnittlich 1 bis 2 % und maximal 5 %. Ein Großteil des Feinkornanteils wird bereits beim Baggervorgang bei der Abgabe des Überschusswassers abgegeben. Weiterhin werden durch die Größe des Spülfeldes und durch eine entsprechende Steuerung des Mönches im Spülfeld weitere Anteile des Feinkornanteils aus dem Ablaufwasser entfernt. Die Erfahrungen aus anderen Spülmaßnahmen zeigen, dass deutlich weniger als 50 % des Feinkornanteils des zu fördernden Materials mit dem Ablaufwasser abgegeben werden. Werden ein durchschnittlicher Feinkornanteil von 2 % und eine Gesamtspülmenge von 94.000 m³ sowie ein auf der sicheren Seite liegender Anteil von 50 % des Feinkornanteils, der im Ablaufwasser verbleibt zugrunde gelegt, ist maximal eine Gesamtfracht von rechnerisch 940 m³ zu erwarten. Die Gesamtfracht verteilt sich in Abhängigkeit des Wasser-Sand-Verhältnisses auf eine Gesamtablaufwassermenge von etwa 300.000 bis 500.000 m³, so dass ein Feststoffanteil von etwa 4 bis 7 g/l im Ablaufwasser zu erwarten ist. Bei der vorgenannten Gesamtfracht und dem vorgenannten Feststoffanteil im Ablaufwasser sind keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten (vgl. [16]).

Zur Entwässerung des Sandspülkörpers werden vorlaufend, während und nach dem Spülbetrieb Maßnahmen zur Wasserhaltung betrieben (Anlegen von Entwässerungseinrichtungen, Ableiten und Abpumpen des Überstandswassers und Stauwassers). Nach Abschluss der Entwässerung (etwa 2 Wochen nach Beginn der Entwässerung in der zweiten sturmflutfreien Saison) kann mit der Profilierung des Sandkernes begonnen werden.

7.4.7 Kleigewinnung und Kleieinbau

7.4.7.1 Kleigewinnung

Für die Verstärkung der Warft Treuberg und für weitere Warftverstärkungsmaßnahmen sind insgesamt etwa 52.000 m³ deichbaufähiger Klei (etwa 26.500 m³ bzw. 25.000 m³) zu gewinnen. Der Klei wird hierzu ausschließlich aus dem bestehenden Warftkörper und aus dem Untergrund (vgl. Kapitel 4.4) innerhalb der geplanten Warftaufstandsfläche entnommen. Das Kleivolumen der bestehenden Warft, die im Zuge der Warftverstärkung vollständig rückgebaut wird, beträgt etwa 9.000 m³. Die weiteren benötigten Kleimengen von etwa 43.000 m³ werden wie folgt aus dem anstehenden Untergrund gewonnen:

- Entnahme des Kleis unterhalb des geplanten Plateaubereichs bis zur Oberkante des anstehenden Torfs (etwa NHN -1,0 m). Hierdurch wird das Setzungspotential im Plateaubereich reduziert. Die unterhalb der Torfschicht anstehenden Klei sind nur teilweise als Kleideckschicht für Warften geeignet und werden deshalb nicht gewonnen (vgl. Kapitel 4.4).



- Entnahme des Kleis unterhalb der geplanten Böschung bis zu einer Tiefe von etwa $\text{NHN } \pm 0,0 \text{ m}$ bis $\text{NHN } +0,5 \text{ m}$ damit die erforderliche Kleimenge erreicht wird.

Die Kleigewinnung ist ohne Wasserhaltung vorgesehen. Das bedeutet, dass während der Kleigewinnung keine Maßnahmen zur Wasserhaltung, um anfallende Niederschläge sowie seitlich zufließendes Oberflächen- und Stauwasser abzuführen, vorgesehen sind und der Ausbau teilweise unter Wasser durchgeführt wird. Eine Kleigewinnung im Trockenen ist aufgrund der Gefahr eines hydraulischen Grundbruches insbesondere im Bereich des tieferen Aushubs nicht ohne weitere Maßnahmen möglich. Aufgrund der Kleigewinnung ohne Wasserhaltung wird der Kleiausbaue rückschreitend ausgeführt, so dass die Baugeräte außerhalb der aktuellen Entnahmefläche auf erhöhtem Niveau positioniert sind. Zur Vermeidung einer Wasseranreicherung des Kleis werden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Fahrtrassen und Arbeitsebenen für die Baugeräte werden mit Stahlplatten ausgelegt damit der Klei nicht direkt befahren wird.
- Die Grassoden werden direkt im Vorwege der Kleigewinnung abschnittsweise aufgenommen.
- Bei der Kleigewinnung werden Baggerschaufeln mit einer glatten Schneide und Entwässerungslöchern eingesetzt. Zudem wird bei der Kleientnahme in der Schaufel anfallendes Wasser abgekippt.
- Außerhalb der Baugrube werden bei Bedarf Gräben zur Entwässerung der Fläche angelegt.
- Beim Zwischenlagern und beim Einbau des Kleis wird die Kleioberfläche mit einem Gefälle angelegt und glatt gezogen, so dass anfallendes Niederschlagswasser vom Klei abgeleitet wird und nicht auf dem Klei verbleibt.

7.4.7.2 Bauzeitliche Zwischenlagerung

Der für die Warftverstärkung Treuberg gewonnene Klei wird direkt nach dem Ausbau in dem bauzeitlich geplanten Spüldeich eingebaut (vgl. Kapitel 7.4.6.4). Der Kleibedarf für den Spüldeich entspricht in etwa dem Bedarf für die Kleiabdeckung der geplanten Warft von etwa 26.500 m^3 . Aufgrund der kurzen Transportstrecke kann dies teilweise durch ein Umsetzen des Kleis durch das Ausbaugerät erfolgen. Für weitere Strecken aus dem Zentrum der Warftfläche werden zum Beispiel Dumper eingesetzt. Nach Abschluss des Spülbetriebes und der Profilierung des Warftkerns aus Sand wird der Klei aus dem Spüldeich entnommen und als Kleideckschicht der Warft direkt durch Planierraupen und Bagger eingebaut.

Der für weitere Warftverstärkungsmaßnahmen benötigte Klei wird nach dem Ausbau auf Dumper verladen und zum Flurstück 76 transportiert und dort im geplanten Kleilager eingebaut (vgl. Kapitel 7.4.7.3).

Zu sandiger oder zu nasser Klei, der nicht für die Kleideckschicht der Warft geeignet ist, wird auf dem bauzeitlichen Bodenlager (vgl. Anlage 10) zwischengelagert und soweit geeignet vor dem Spülbetrieb als Füllmaterial für den Warftkern wieder eingebaut (vgl. Kapitel 7.4.8).



7.4.7.3 Temporäres Kleilager

Der für weitere Warftverstärkungsmaßnahmen ausgebaute Klei wird im temporären Kleilager (Flurstück 76, vgl. Anlage 10) eingebaut und verbleibt dort bis die Verstärkungsmaßnahmen der weiteren Maßnahmen durchgeführt werden (voraussichtlich etwa 3 Jahre).

Als Vorbereitung für den Einbau des Kleis im Kleilager wird die bestehende Grasnarbe als Grassode abgetragen, so dass diese wieder als Abdeckung des Kleilagers eingebaut werden kann. Dies dient zum einen dem Hochwasserschutz. Zum anderen wird hierdurch der Eingriff in den Bestand reduziert. Anschließend wird der Klei auf Dumper verladen und zum Kleilager transportiert und eingebaut.

Das Kleilager wird mit einer mittleren Höhe von etwa 2,5 m und einer maximalen Höhe von etwa 3,0 m hergestellt. Die Böschungsneigungen werden mit einer Neigung von 1:3, auf der Hauptwellenangriffsrichtung mit 1:5 angelegt. Zur Entwässerung der Fläche werden Gräben und ein leicht geneigtes Dachprofil auf dem Plateau hergestellt.

Um während der Lagerzeit des Kleis eine tiefe Durchwurzelung des Kleis zu vermeiden, wird die begrünte Oberfläche des Kleilagers entsprechend der Pflege von Warft- und Deichböschungen regelmäßig gemäht oder durch Schafe beweidet. Aufkommende Bäume und Büsche werden entfernt.

Nachdem Klei, der im Kleilager zwischengelagert wurde, wieder aus dem Kleilager ausgebaut und abgefahren wurde, werden die Grassonden des Kleilagers wieder zur Begrünung der Fläche eingesetzt.

7.4.7.4 Kleieinbau

Nach der Profilierung des Warftkerns wird der Klei aus dem Spüldeich entnommen und als Kleideckschicht der Warft direkt durch Planierraupen und Bagger eingebaut. Zur Herstellung einer homogenen, von Großporen freien Kleideckschicht wird der Klei lagenweise eingebaut und durch ein mehrmaliges Überfahren mit einem Kettenfahrzeug verdichtet.

7.4.8 Weitere anfallende Böden

Im Zuge der Kleigewinnung werden weitere Böden ausgebaut, die nicht für die Kleiabdeckung der Warft geeignet sind. Hierbei handelt es sich um zum Beispiel Sand, Torf sowie zu sandigen oder zu nassen Klei. Die Böden werden soweit dafür geeignet als Füllboden für den Warftkern vor dem Einspülen des Sandes eingebaut. Sind Böden nicht als Füllboden geeignet, werden die Böden einer Entsorgung zugeführt.

Neben den Böden aus der bestehenden Warft und aus dem Untergrund fällt Schlick aus der Sohle des Fethings an. Der Schlick ist aufgrund des hohen Wassergehalts nicht als Füllmaterial des Warftkerns geeignet und wird deshalb entsorgt.



7.4.9 Bauzeit und Bauablauf

Die Verstärkung der Warft Treuberg erfolgt innerhalb von zwei ganzen sturmflutfreien Saisons. Dies ist aufgrund von zwei wesentlichen hieraus sich ergebenden Vorteilen geplant:

- Für die Warftverstärkung ist ein Umfang an Arbeiten erforderlich, der bei Ansatz einer mittleren Arbeitsleistung und unter Berücksichtigung von zu erwartenden Ausfallzeiten nicht in nur einer sturmflutfreien Saison durchzuführen ist. Auch bei einer Optimierung der Arbeitsabläufe (Teilweise parallele Durchführung von verschiedenen Arbeitsschritten) und Steigerung der Leistungsansätze (Einsatz größerer Hopperbagger, Erhöhung der Geräteanzahl und der wöchentlichen Arbeitszeit) ist eine Ausführung der Arbeiten innerhalb einer sturmflutfreien Saison nur bei optimalen Bedingungen (keine schlechte Witterung, keine oder nur geringe Ausfallzeiten) denkbar, so dass ein erhebliches Ausführungsrisiko vorliegen würde.
- Zum Bauende der Warftverstärkung werden zum Teil witterungsempfindliche Arbeiten wie die Kleiprofilierung und die Herstellung der Warftoberfläche durchgeführt. Hieraus folgt, dass es gerade bei einer Ausführung der Arbeiten innerhalb einer sturmflutfreien Saison die Gefahr besteht, dass die vorgenannten Arbeiten teilweise innerhalb der Sturmflutsaison durchgeführt werden müssen. Weiterhin besteht die Gefahr, dass bei einer Sturmflut keine hochwassersicheren Bauzustände vorliegen.

Der Bauablauf stellt sich mit den Haupttätigkeiten in der ersten sturmflutfreien Saison wie folgt dar:

- Abtrag Grasnarbe als Grassoden auf der bestehenden Warft und im weiteren Aufstandsbereich der geplanten Warft sowie im Kleilager
- Zwischenlagerung der ausgebauten und wiedereinbaufähigen Grassoden für den späteren Wiedereinbau
- Schlickentnahme im Fething (Begleitet durch das Archäologische Landesamt Schleswig-Holstein)
- Ausbau des Kleis aus der bestehenden Warft und aus dem weiteren Aufstandsbereich der geplanten Warft und
 - Herstellung des Spüldeichs aus dem Klei (Kleibedarf Warftverstärkung Treuberg stimmt in etwa mit Kleibedarf für den Spüldeich überein) einschließlich des Rückbaus des Fethings unter Begleitung des Archäologischen Landesamts Schleswig-Holstein sowie
 - Einbau des für die weiteren Warftverstärkungsmaßnahmen gewonnenen Kleis im Kleilager
- Sicherung des temporären Spüldeichs mit Grassoden
- Sicherung des Kleilagers mit Grassoden und ggf. Durchführung einer Rasenansaat
- Einrichtung des Spülbetriebes
- Gewinnung der Sande mit Hopperbagger und Einbau der Sande im Spülbetrieb
- Herstellung der Entwässerungseinrichtungen (parallel zum Sandeinbau und zu Profilierungsarbeiten)



- Sicherung des Baufeldes für die Sturmflutzeit

In der zweiten sturmflutfreien Saison ist der Bauablauf wie folgt vorgesehen:

- Entwässerung und Profilierung des Warftsandkerns
- Herstellung der Kleiabdichtung (Klei aus Spüldeich)
- Herstellen des Fethings
- Profilierung der Kleioberfläche
- Herstellung der Umfahrung und Zufahrten einschließlich deren Einfassungen
- Einbau der Grassoden im unteren Böschungsbereich und Rasenansaat in den übrigen Bereichen

7.4.10 Herstellung Zufahrten und Umfahrung

Die Zufahrten und die Umfahrung werden entsprechend der Beschreibung in Kapitel 7.2 hergestellt. Die Befestigung der Wege erfolgt mit einem schweren und für den Deichbau, geeigneten System aus Pflastersteinen oder großformatigen Betonplatten. Hierbei wird ein System gewählt, welches durch die Mitarbeiter der Gemeinde und des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein instand gesetzt werden kann und eine ausreichend große Rauigkeit der Oberfläche besitzt. Die Festlegung erfolgt in Abstimmung mit der Gemeinde im Rahmen der Ausführungsplanung. Eingefasst werden die Wege durch Keilfalzplatten. Die Tragschichten werden in Schotterbauweise hergestellt. Als Tragschichtmaterial stehen etwa 50 m³ unbelastetes, gebrochenes Material aus dem Gebäuderückbau (vgl. Kapitel 4.3, Ziegel und Beton) auf der Warft zur Verfügung. Die Tragschicht wird durch ein Geovlies vom angrenzenden Klei getrennt.

7.4.11 Entwässerungseinrichtung

Zur Entwässerung des Warftkerns werden im Warftfuß Dränagerohre eingebaut, die aus dem sandigen Warftkern durch die Kleiabdeckung in teilweise anzulegenden Entwässerungsgräben geführt werden. Die Auslässe werden mit Rückschlagklappen ausgerüstet.

Der Fething erhält eine Überlaufentwässerung (vgl. Kapitel 7.3).

Weitere Entwässerungseinrichtungen, die für die geplante Bebauung erforderlich sind und außerhalb der geplanten Plateaufläche führen, werden in Abstimmung mit der Gemeinde nach Festlegung des auszuführenden Architektenentwurfs geplant und festgelegt.



8 Weitere Planungsrechtliche Aspekte

8.1 Zu schützende Bereiche und Objekte

8.1.1 Leitungen

Im Bereich der Warft Treuberg befinden sich Leitungen zur Strom- und Wasserversorgung sowie zur Telekommunikation, die entlang des Weges zwischen der Kreisstraße K44 und der Warft Treuberg verlaufen und bis zum Plateau der bestehenden Warft führen. Weitere Leitungen sind nicht bekannt. Die Leitungsträger sind der Wasserverband Drei Harden, die Schleswig-Holstein Netz AG sowie die Deutsche Telekom Technik GmbH (vgl. [11]). Im Vorwege der Warftverstärkung sind die bestehenden Leitungen bis zum bestehenden Warftfuß rückzubauen und zu sichern. Während der Profilierung der Warft sind die Leitungen bis zum geplanten Warftplateau zu verlängern.

8.1.2 Anlagen Dritter

Anlagen Dritter sind mit Ausnahme der im Kapitel 8.1.1 Leitungen nicht bekannt.

8.1.3 Vorhandene Schutzgebiete und Schutzobjekte

Die geplante Maßnahme zur Verstärkung der Warft Treuberg befindet sich in folgenden Natur- und Landschaftsschutzgebieten:

- Nationalpark Wattenmeer (Hallig Langeneß ist ausgespart)
- Weltnaturerbe Wattenmeer (Hallig Langeneß ist ausgespart)
- Vogelschutzgebiet RAMSAR SH Wattenmeer und angrenzenden Küstengebiete
- Fauna-Flora-Habitat-Gebiet „NTP S-H Wattenmeer und angrenzenden Küstengebiete“ (DE-0916-391), Teilgebiet 2 (Warft Treuberg ist ausgespart)
- Archäologischen Interessengebiet (Langeneß Nr. 15)
- EU-Vogelschutzgebiet

8.1.4 Bäume

Es sind keine Bäume und Sträucher im Baufeld vorhanden.

8.1.5 Gewässer, Grundwasser und Boden

Die Belange des Gewässer- und Bodenschutzes sind in den vorlaufenden Kapiteln hinreichend beschrieben. Altlastverdachtsflächen liegen im Planungsgebiet nicht vor. Die mit dem Vorhaben einhergehenden Auswirkungen auf die Schutzgüter Wasser und Boden werden in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung in ihren Größenordnungen abgeschätzt und bewertet.



8.1.6 Immissionsschutz

Im Rahmen der Warftverstärkung Treuberg treten für den Erdbau typische Immissionen aus Lärm, Erschütterungen und Luftverunreinigungen temporär während der Bauzeit und im Wesentlichen im Bereich des Baufeldes, des bauzeitlichen Bodenlagers und des temporären Kleilagers auf. Die Immissionen sind entsprechend den Gesetzen und Verordnungen wie des Bundes-Immissionsschutzgesetz und der AVV Baulärm einzuhalten.

8.1.7 Schadstoffbelastungen

Für die von der Warftverstärkung Treuberg betroffene Fläche liegen keine Erkenntnisse für Schadstoffbelastungen im Boden sowie im Grund- und Stauwasser vor.

8.1.8 Denkmalschutz

Die Belange des Archäologischen Landesamts Schleswig-Holstein werden mit der geplanten Herstellung des Fethings auf der neuen Warftoberfläche berücksichtigt (vgl. Kapitel 7.3). Weitere Denkmäler liegen im Planungsgebiet nicht vor.

8.1.9 Verkehrssicherung

Die Baustelle und insbesondere das Spülfeld sind gegen das Betreten und Befahren durch öffentlichen Verkehr zu sichern.

Die Spülleitung ist im Bereich des Betriebsweges am Sommerdeich für eine Über- oder Unterquerung von Kraftfahrzeugen auszustatten.

Bei der Einrichtung der nördlichen Leitungsvariante ist die Spülleitung im Kreuzungsbereich der Kreisstraße ebenfalls für eine Über- oder Unterquerung von Kraftfahrzeugen und Fahrrädern auszustatten. Die Spülleitung ist verkehrssicher zu verlegen und so zu sichern, dass der öffentliche Verkehr nicht gefährdet wird.



8.2 Grunderwerb und Anmietung

Die von der beschriebenen Baumaßnahme bauzeitlich, temporär und dauerhaft betroffen Flächen befinden sich derzeit im Eigentum der Gemeinde oder sind Flächen Dritter. Durch die Gemeinde ist durch Flächenkauf oder Flächentausch vorgesehen, die unten in der Tabelle aufgelisteten, dauerhaft und temporär beanspruchten Flächen zu erwerben. Ergänzend zu den aufgelisteten Flurstücken, sind die durch die Spül- und Ablaufleitungen beanspruchten Flächen zu berücksichtigen. Für die diese Flächen werden durch die Gemeinde Vereinbarungen zur Nutzung geschlossen.

Tabelle 4: Flurstücke

Flurstück	Nutzung bauzeitlich/dauerhaft	Gemeindeeigentum
22	temporär (Bodenlager)	Nein
25	dauerhaft (Zufahrt)	Ja
27	dauerhaft (Warft)	Nein
28	dauerhaft (Warft)	Nein
40	temporär (BE-Fläche)	Nein
76	temporär (Kleilager)	nein
81	dauerhaft (Zufahrt)	ja
124	dauerhaft (Warft)	ja
125	dauerhaft (Warft)	ja



8.3 Kostenermittlung

Die Baukosten für die Warftverstärkung Treuberg werden entsprechend der Kostenberechnung mit etwa 4.340.000 €, netto bzw. 5.160.000 €, brutto ermittelt (vgl. Anlage 12). Unter Berücksichtigung der hohen Komplexität der Maßnahme (u. a. aufgrund der aufwendigen Baustellenlogistik durch die Lage der Baumaßnahme auf einer Hallig Langeneß und der seeseitige Sandgewinnung) wird eine Kostenvarianz von $\pm 10\%$ angesetzt. Die Baukosten einschließlich der Kostenvarianz ergeben sich somit zu etwa 4.770.000 €, netto bzw. 5.680.000 €, brutto.

melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft

Dipl.-Ing. Torben Supplitt

Dipl.-Ing. Wolfgang Wittpohl

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Karte Langeneß (West)
Anlage 2	Lageplan Bestand
Anlage 3	Lageplan Flurstücke
Anlage 4	Lageplan bebaubare Fläche Warftplateau
Anlage 5	Lageplan Varianten Lageanordnung Warft einschl. Baustelleneinrichtung
Anlage 6	Anlage 6.1 Lageplan Untergrunderkundung Anlage 6.2 Schnitte Bestand und Bodenmanagement Variante 0 Anlage 6.3 Schnitte Bodenmanagement Varianten 1a, 1b und 1c Anlage 6.4 Schnitte Bodenmanagement Varianten 2a und 2b Anlage 6.5 Schnitte Bodenmanagement Varianten 3a und 3b
Anlage 7	Kostenschätzung Bodenmanagement Varianten 0 bis 3
Anlage 8	Bauphasenplan (Vorzugsvariante)
Anlage 9	Lageplan Planung Vorzugsvariante
Anlage 10	Lageplan Baustelleneinrichtung und Bodenlager (Vorzugsvariante)
Anlage 11	Lageplan Spülleitungen (Vorzugsvariante)
Anlage 12	Kostenberechnung Vorzugsvariante