



**melchior + wittpohl**  
Ingenieurgesellschaft

## **Warftverstärkung Treuberg auf der Hallig Langeneß**

### **Bericht zur Entwurfsplanung 2. Fassung vom 15.05.2018**

Auftraggeber:  
Gemeinde Langeneß  
Ketelswarf 1  
25863 Hallig Langeneß

Hamburg, den 15.05.2018

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.....	1
4	Bestand.....	2
4.1	Lage und Umgebung .....	2
4.2	Topographie .....	3
4.3	Bebauung .....	4
4.4	Baugrund.....	4
4.5	Kampfmittel.....	6
4.6	Wasserstände.....	6
5	Grundsätzliche Planung .....	6
5.1	Allgemeines .....	6
5.2	Hochwasserschutz.....	7
5.3	Naturschutz .....	8
5.4	Bebaubare Fläche .....	8
5.5	Denkmalschutz .....	8
6	Planungsvarianten.....	8
6.1	Lageanordnung.....	8
6.2	Zufahrten und Umfahrung.....	10
6.3	Bodenmanagement .....	16
6.4	Sandgewinnung .....	22
6.5	Sandübergabe zur Hallig Langeneß.....	25
6.6	Sandtransport und -einbau auf der Hallig.....	31
6.7	Anordnung Baustelleneinrichtungsflächen .....	34
	Anlagenverzeichnis .....	36



## 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 beauftragt, die für die Warftverstärkung erforderliche Objektplanung zu erbringen.

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

## 2 Vorgehensweise

## 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] Ministeriums 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 (2016): Küstenschutzmaßnahme: Warftverstärkung – Bodenkonzept, Nordstrandischmoor – Halber Weg, Langeness – Treuberg / Norderhörn, Oland – Oland, Gröde – Knudtsenwarft / Schulwarft, Hooge – Hanswarft; Husum, 25.10.2016



- [5] Ministeriums 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
- [6] 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
- [7] Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2017): Nordsee - Deutsche Küste: Norderaue und Süderaue, Seekarte; Hamburg, Rostock, 2. Ausgabe: Berichtsdatum 16.06.2017
- [8] Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG (2017): Langeneß, Warftverstärkung Treuberg: Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse, Koordinatenliste, Bodenproben; Langeneß/Eckernförde, November 2017
- [9] 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
- [10] 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>)
- [11] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2018): Warftverstärkung Treuberg auf der Hallig Langeneß - Geotechnischer Bericht; Hamburg

## 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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup> groß, umfasst neben Langeneß die vier bewohnten Halligen Gröde, 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 zusammenwachsen. Langeneß besitzt einen Sommerdeich mit einer mittleren Höhe von etwa NHN +2,35 m, der die Hallig vor Sommerhochwassern weitestgehend schützt ([9]). Die Entwässerung der



Hallig erfolgt über Priele, Schlote 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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>).

## **4.2 Topographie**

Die mittlere Geländehöhe der Hallig Langeneß im Bereich des Treubergs liegt 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 der Nordsee. 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 m<sup>2</sup> 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.

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 derzeit keine Bebauung. 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.

### **4.4 Baugrund**

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. [8]) 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 Verwertungswegen 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 ([11]).

Im Zuge der Untergrunderkundung wurde der erwartete Aufbau bestätigt (siehe hierzu auch Anlage 4.1). Hervorzuheben ist der gleichmäßige Aufbau der Schichten innerhalb der geplanten Warftaufstandsfläche. 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 einen obere und untere Kleischicht. Die Eigenschaften des oberen Kleis können nach den Untersuchungen vollständig als deichbaufähig klassiert 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 Grenzschicht zu den pleistozänen Sanden (Fein- und Mittelsanden) 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 <sup>3</sup>	64.000 m <sup>3</sup>	5.000 bis 10.000 m <sup>3</sup>
Klei nicht deichbaufähig	700 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	25.000 bis 30.000 m <sup>3</sup>
Torf	0 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>	5.300 m <sup>3</sup>

#### 4.5 Kampfmittel

Langeneß zählt nach der Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung, [1]) 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 Tidestatistik ist der Pegel Hooge-Anleger des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz 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.

Tabelle 2: Wasserstände in m NHN aus [9]

	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 aus dem Naturschutz des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark



und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), 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 [1]). Auf Grundlage des Sturmflutrisikos mit u. a. den Faktoren Wasserstand, Wellenbelastung und Schadensersparnis wurde eine Bemessung der Warftverstärkungen sämtlicher Warften durchgeführt. Im Ergebnis der Bemessung 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: NHN +5,9 m ( $HW_{100} + 0,5$  m Klimazuschlag + 0,5 m Wellenauflauf)
- Böschungsneigung unterhalb NHN -4,4 m ( $HW_{100} - 0,5$  m): 1:8
- Böschungsneigung oberhalb NHN -4,4 m ( $HW_{100} - 0,5$  m): 1:12 (Baureserve für möglicherweise spätere eine Anpassung der Hochwasserschutzhöhe der Warft)
- Warft-Schutzstreifen: Mind. 7 m zwischen dem Plateaurand und jeglicher Bebauung, Bepflanzung und schädlicher Nutzung. Für die Warft Treuberg wurde in Abstimmung mit dem LKN eine Breite des Warft-Schutzstreifen von 10 m zwischen dem Plateaurand und der Bebauung festgelegt. Eine gärtnerische und wirtschaftliche Nutzung des um 3 m erweiterte Warft-Schutzstreifen 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 zu vermeiden (kein Materialentzug aus dem Wattenmeer und den Halligen). Aus diesem Grund sind zusätzlich benötigte Bodenmengen außerhalb der Halligen und des Wattenmeer zu gewinnen (z. B. landseitig oder westlich des Wattenmeers).

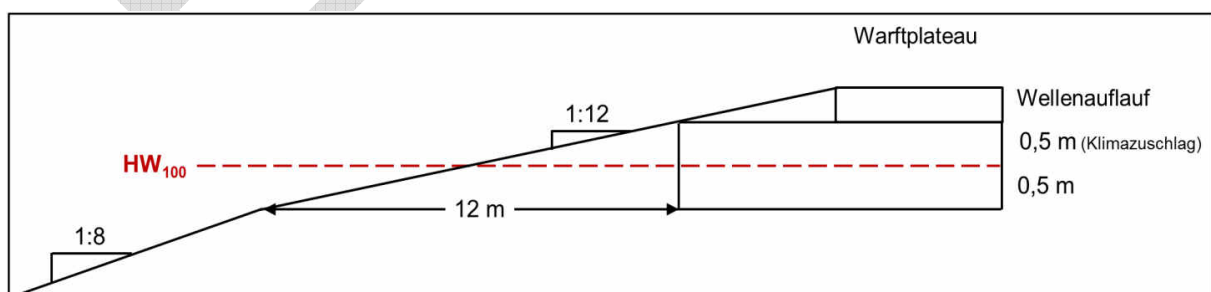


Abbildung 1: Elemente des Warftbesticks aus [4]



Darüber hinaus sind die Normen und Gesetze sowie normenähnliche Regelungen (insbesondere die Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzbauwerken EAK, [6]) zu berücksichtigen.

### **5.3 Naturschutz**

Im Zuge der Warftverstärkung ist der Eingriff in die angrenzenden Flächen zu minimieren. Die Größe des Eingriffs auf das für die geplante Nutzung erforderliche Maß zu beschränken. Der Eingriff ist auszugleichen.

### **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, einen 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 m<sup>2</sup>. 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. [6]). Gemäß den Vorgaben des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holsteins ist der Fething als technologisches Denkmal der Kulturlandschaft zu erhalten. Da die mit Warftverstärkung einhergehende Warfterhöhung auch im Bereich des Fethings unerlässlich ist, ist der Eingriff in den bestehenden Fething nicht zu vermeiden. Der Fething ist in Abstimmung mit dem ALSH jedoch auf der verstärkten Warft in gleicher Größe wieder herzustellen.

## **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.

#### **6.1.1 Variante 1**

Der jetzige Standort des Fething wird beibehalten und die Warft wird entsprechend den Vorgaben des Hochwasserschutzes und unter Berücksichtigung der vorgesehenen Plateaugröße und der vorgesehenen Anordnung der Bebauung geplant. Hieraus resultiert eine Überbau-



ung 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.

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Variante 1 (TGP)	

### 6.1.2 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.

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Variante 2 (TGP)	

### 6.1.3 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. 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.

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Variante 3 (TGP)	
---	--


## 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 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. Das Flurstück südlich der Warft ist über die Umfahrung an das örtliche Straßensystem angebunden.

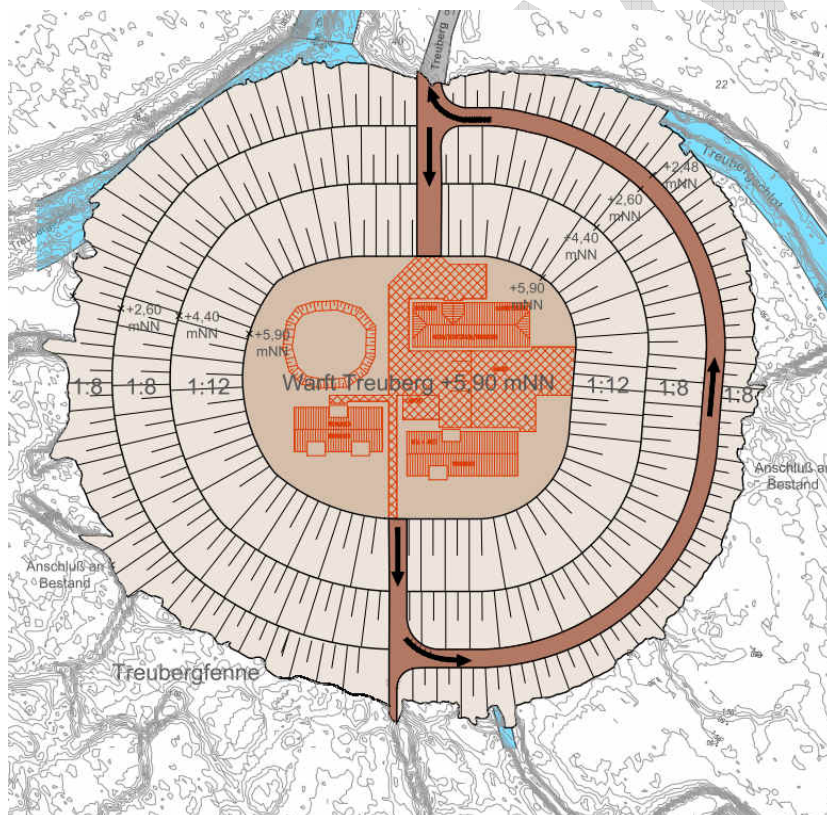


Abbildung 2: Zufahrten und Umfahrung Variante 1



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

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Zufahrt und Umfahrung Variante 1 (TGP)	

### 6.2.2 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 (vgl. Kapitel 5.2). Die verschiedenen Nutzungseinheiten auf der Warft können über zwei Zufahrten erreicht werden. 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 m<sup>2</sup> kleiner gegenüber dem Flächenbedarf der Variante 1.



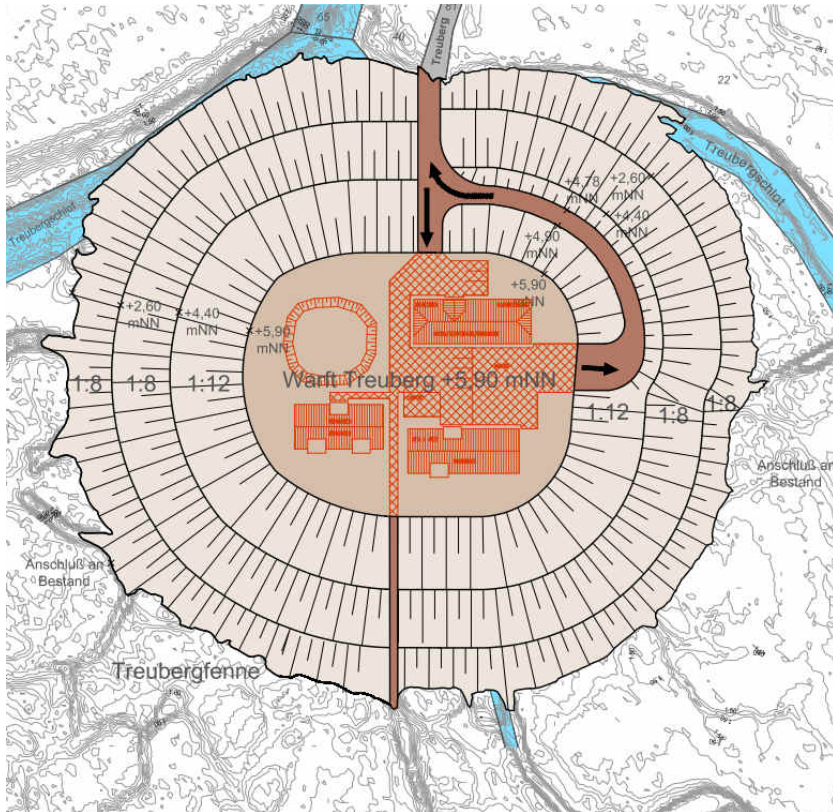


Abbildung 3: Zufahrten und Umfahrung Variante 2

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.

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Zufahrt und Umfahrung Variante 2 (TGP)	

### 6.2.3 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. 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 m<sup>2</sup> kleiner gegenüber dem Flächenbedarf der Variante 1.

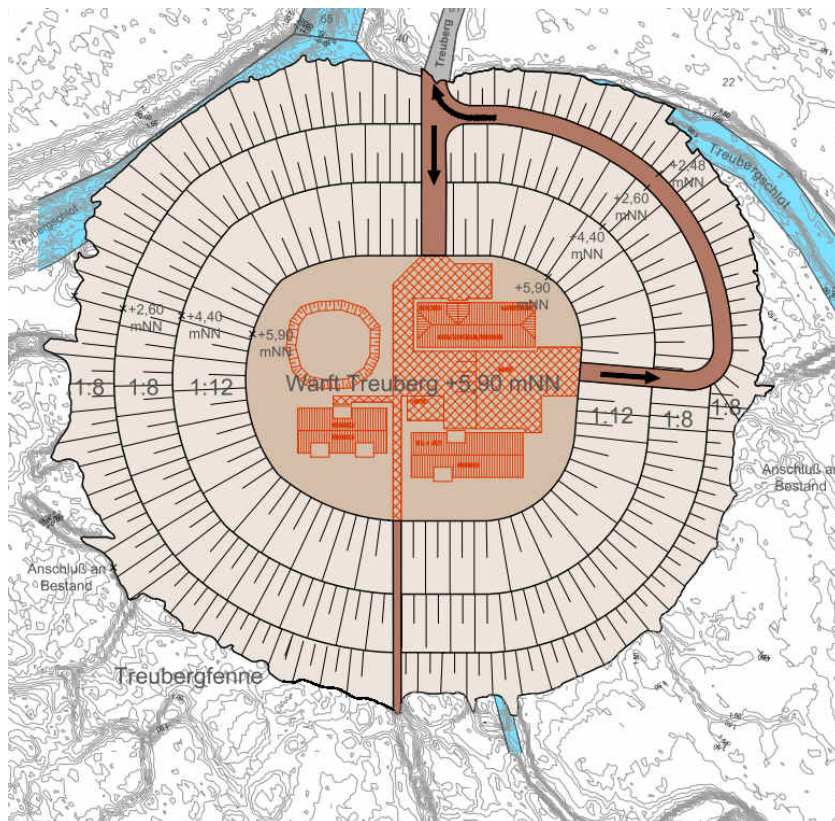


Abbildung 4: Zufahrten und Umfahrung Variante 3

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.

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Zufahrt und Umfahrung Variante 3 (TGP)	



## 6.2.4 Variante 4

Die Variante 4 besitzt eine Zufahrt im Norden und eine Zufahrt im Süden sowie eine Umfahrung östliche am Warftfuß (Breite ca. 4,5 m). Die Umfahrung befindet sich innerhalb der Flächen 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. Das Flurstück südlich der Warft ist über die Umfahrung an das öffentliche Straßensystem angebunden. Der Flächenbedarf der Warft dieser Variante ist dem Flächenbedarf der Warft von der Variante 1 gleichzusetzen.

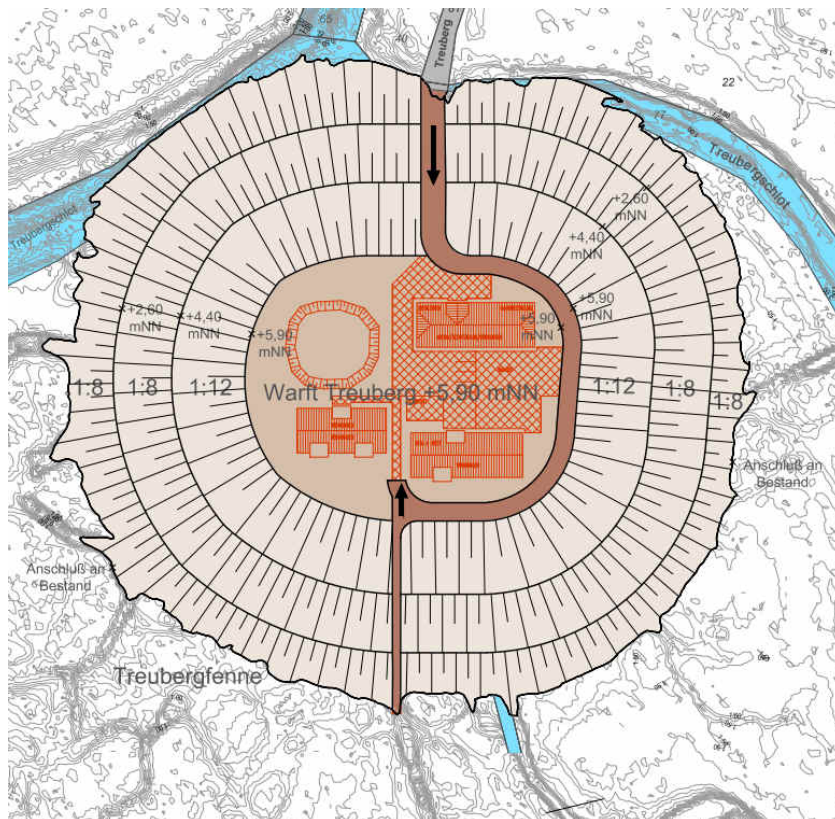


Abbildung 5: Zufahrten und Umfahrung Variante 4

Die Variante 4 wird hinsichtlich der Nutzung nicht favorisiert, da sich die Umfahrung im Bereich der geplanten Baureserve für eine Erhöhung der Schutzhöhe befindet. Bei einer Anpassung der Warfthöhe muss die Umfahrung neu hergestellt werden und engt mögliche Varianten zur Erhöhung der Schutzhöhe der Warft ein.

### Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Zufahrt und Umfahrung Variante 4 (TGP)


### 6.2.5 Variante 5

Die 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. 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.

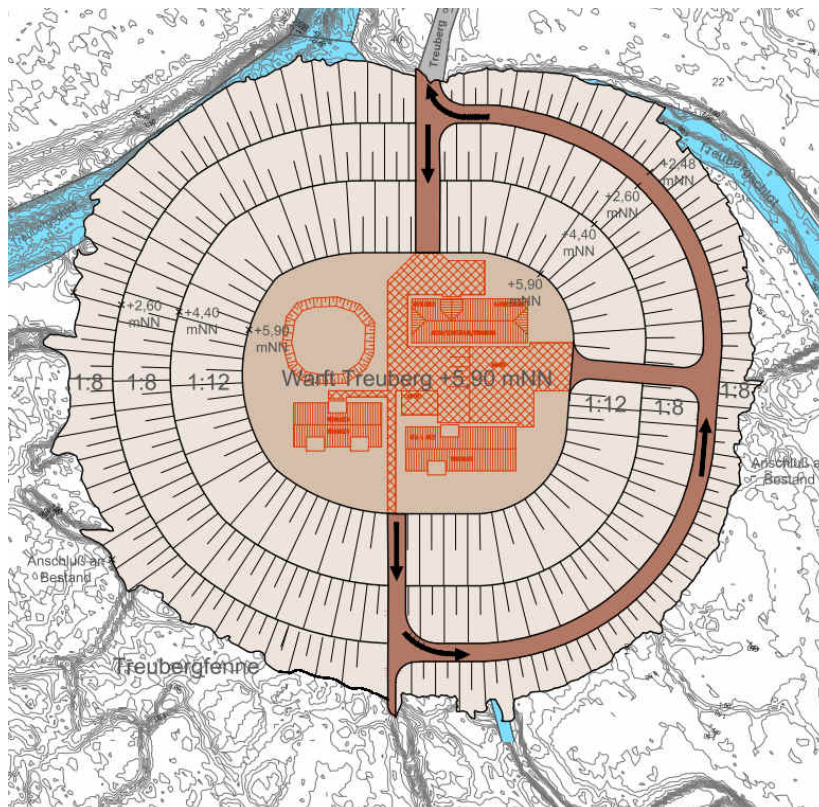


Abbildung 6: Zufahrten und Umfahrung Variante 1

Die 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.

Naturschutzfachliche Bewertung Lageanordnung Zufahrt und Umfahrung Variante 5 (TGP)	



### 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>), Zwischenlagerung, Anlieferung und Einbau von 69.000 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> sowie zusätzlich ca. 20.000 bzw. 40.000 m<sup>3</sup>), Zwischenlagerung, Anlieferung und Einbau von 90.000 bzw. 110.000 m<sup>3</sup> Sanden aus Quellen außerhalb der Hallig Langeneß, Wiedereinbau von zuvor gewonnenem Klei (ca. 26.500 m<sup>3</sup>) sowie Bereitstellung des zusätzlich gewonnenen Kleivolumens (ca. 20.000 bzw. 40.000 m<sup>3</sup>).
- 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 für eine Anwendung 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 (Spülrohrleitung 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 m<sup>3</sup> Klei benötigt. Werden ähnliche Kleiqualitäten an den Gewinnungsorten wie am Treuberg vorausgesetzt, kann von einem Kleigewinnungspotential von etwa 1,5 bis 2,0 m<sup>3</sup> pro m<sup>2</sup> 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 6.1 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 2.300.000 €, netto (brutto: 2.700.000 €), 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.

Naturschutzfachliche Bewertung Variante 0 hinsichtlich Kleigewinnung auf der Hallig Langeneß, 26.000 m <sup>3</sup> (TGP)	

### 6.3.2 Bodenmanagement – Variante 1

Die Variante 1 sieht vor, dass im Bereich der geplanten Warft aus dem bestehenden Warftkörper 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 m<sup>3</sup>. 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 m<sup>3</sup>



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 (Ausbaumenge 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 6.2 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 3.200.000 €, netto (brutto: 3.800.000 €), abgeschätzt.





Naturschutzfachliche Bewertung Variante 1 hinsichtlich Kleiausbau in der Warft und Kleizwischenlagerung im Umfeld der Warft Treuberg, 26.000 m <sup>3</sup> (TGP)	

### 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. Neben den für die Warftverstärkung Treuberg etwa erforderlichen 26.500 m<sup>3</sup> Klei, können zusätzlich bis zu etwa 45.000 m<sup>3</sup> deichbaufähiger Klei gewonnen werden. Dies entspricht etwa den benötigten Mengen für die Verstärkungen der Warften Norderhörn und Mayenswarft (jeweils etwa 20.000 m<sup>3</sup>). Das zusätzlich gewonnene Kleivolumen ist durch ein zusätzlich einzubauendes Sandvolumen im Zuge der Warftverstärkung zu ersetzen. Aufgrund der Kleientnahme bis zur Torfoberkante kann auf den Einbau von Vertikaldränagen bei der Variante 2 verzichtet werden.

Für den zusätzlich gewonnenen Klei sind ein oder mehrere Kleilager anzulegen. Die benötigte Fläche für ein 45.000 m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup> (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 kann die Grasnarbe im Aufstandsbereich aufgenommen werden und für die Begrünung mindestens der Böschungen eingesetzt werden. Mögliche Standorte für die Kleilager stehen noch nicht fest. Die Kleilager sollten zur Minimierung der Transportwege im Bereich der Warft Treuberg oder zwischen der Warft Treuberg und den Warften, die anschließend verstärkt werden, angelegt werden.

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 6.3 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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.

Da sich das Ausbauvolumen 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 m<sup>3</sup> (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 4.600.000 €, netto (brutto: 5.400.000 €), für die Variante 2a und mit etwa 3.100.000 €, netto (brutto: 3.700.000 €), 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.

Naturschutzfachliche Bewertung Variante 2 hinsichtlich Kleiausbau in der Warft und Kleizwischenlagerung im Umfeld der Warft Treuberg, 26.000 m <sup>3</sup> sowie zusätzlich 20.000 bzw. 40.000 m <sup>3</sup> (TGP)	

#### 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 m<sup>3</sup> 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 kann dieses Verfahren nur zur Gewinnung einer Teilmenge des benötigten Sandes herangezogen werden und wird deshalb nicht als eine eigenständige Variante betrachtet. Es wird jedoch die Möglichkeit aufrechterhalten, die Sande im Rahmen eines Nebenangebotes zulassen. Eine Bewertung dieser Variante ist nicht erforderlich, da eine Genehmigung vorliegt und die Seesandgewinnung in die betrachteten Transportketten (vgl. Kapitel 6.5 und 6.6) mit eingebunden werden kann.

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. 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 Spülrohrleitung 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 €/m<sup>3</sup> 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 €/m<sup>3</sup> abgeschätzt, so dass sich die Gesamtkosten für die Anlieferung der Sande bis zum Treuberg auf etwa 30 bis 45 €/m<sup>3</sup> summieren. Der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein schätzt die Kosten auf etwa 46 €/m<sup>3</sup> ein (vgl. [4]).



Naturschutzfachliche Bewertung der Sandgewinnung auf dem Festland einschließlich Umschlag auf Seetransport (TGP)	

#### 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. 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. Die Kosten von der Sandgewinnung bis zum Transport zur Warft Treuberg werden mit 20 bis 25 €/m<sup>3</sup> 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 [4]). Die hieraus resultierenden Gesamtkosten von der Sandgewinnung bis einschließlich eines Transportes zur Warft Treuberg per LKW können mit etwa 35 bis 45 €/m<sup>3</sup> 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 zu stellen (vgl. z. B. Kapitel 6.4). Eine hiernach gezielte Ausschreibung ist nicht zielführend, da dies den Bieterkreis deutlich reduzieren und die Abgabe von wirtschaftlichen Angeboten nicht zwingend erwarten lassen würde.

Naturschutzfachliche Bewertung der Sandgewinnung in der Nordsee (TGP)	




## 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 angeschlossen. 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 in der Regel 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.



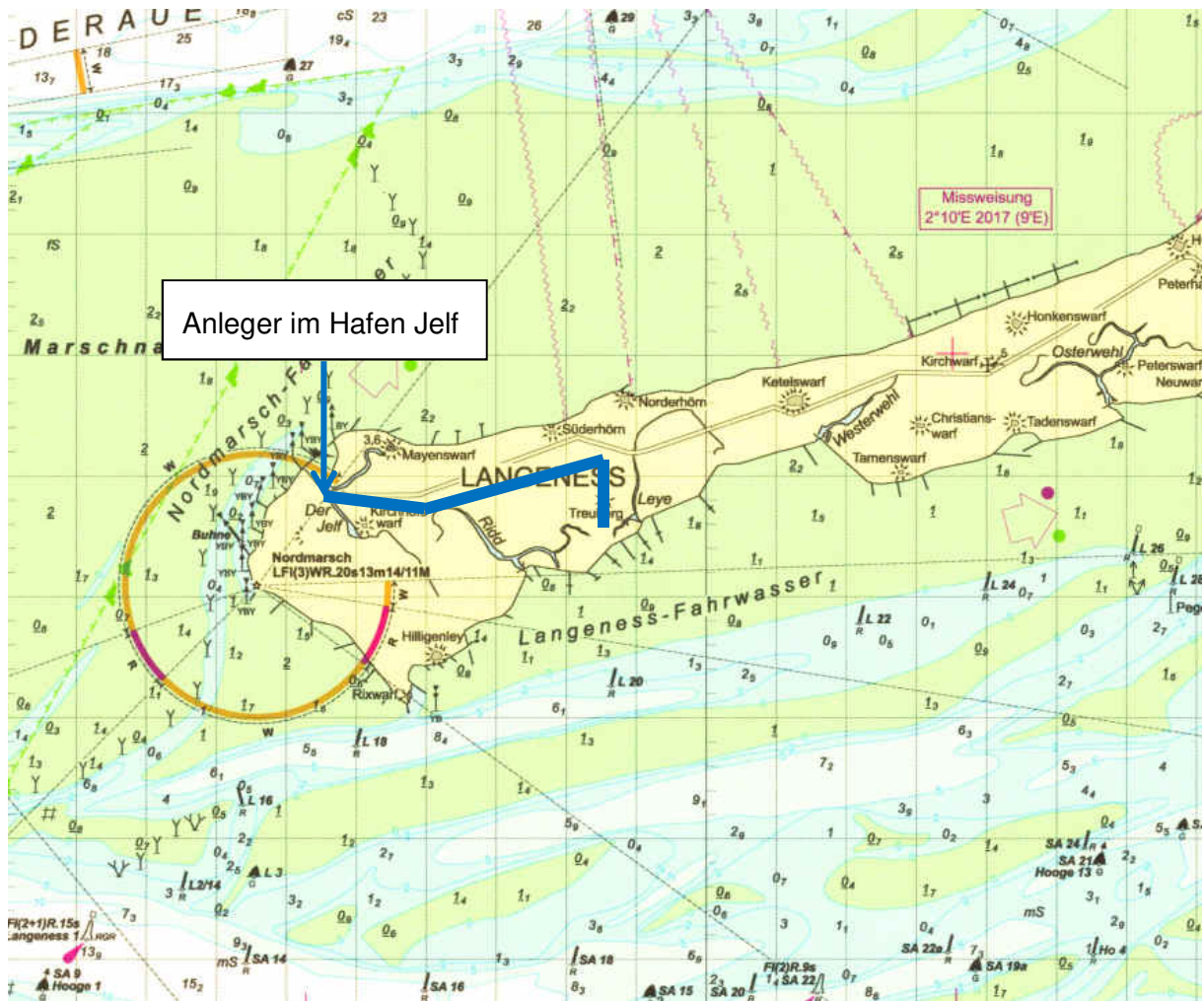


Abbildung 7: Anleger im Hafen Jelf und Transportstrecke zu Wart Treuberg (Auszug aus [6])

Naturschutzfachliche Bewertung der Sandübergabe am Anleger im Hafen Jelf (TGP)	

### 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 Schiffsflugbetrieb. Der Hafen grenzt direkt an das Langeneß-Fahrwasser und ist in Richtung Süden an die Süderaue 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 mittlerem Tideniedrigwasser etwa 1 bis 2 m). Bei Tideniedrigwasser 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 Schiffsflugbetrieb eingeschränkt 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 4,0 km. Bei einer Einrichtung einer Spülleitung entlang bestehender Straßen kreuzt die Leitung mindestens 2 Straßen sowie weitere Zufahrten zu landwirtschaftlich genutzten Flächen.

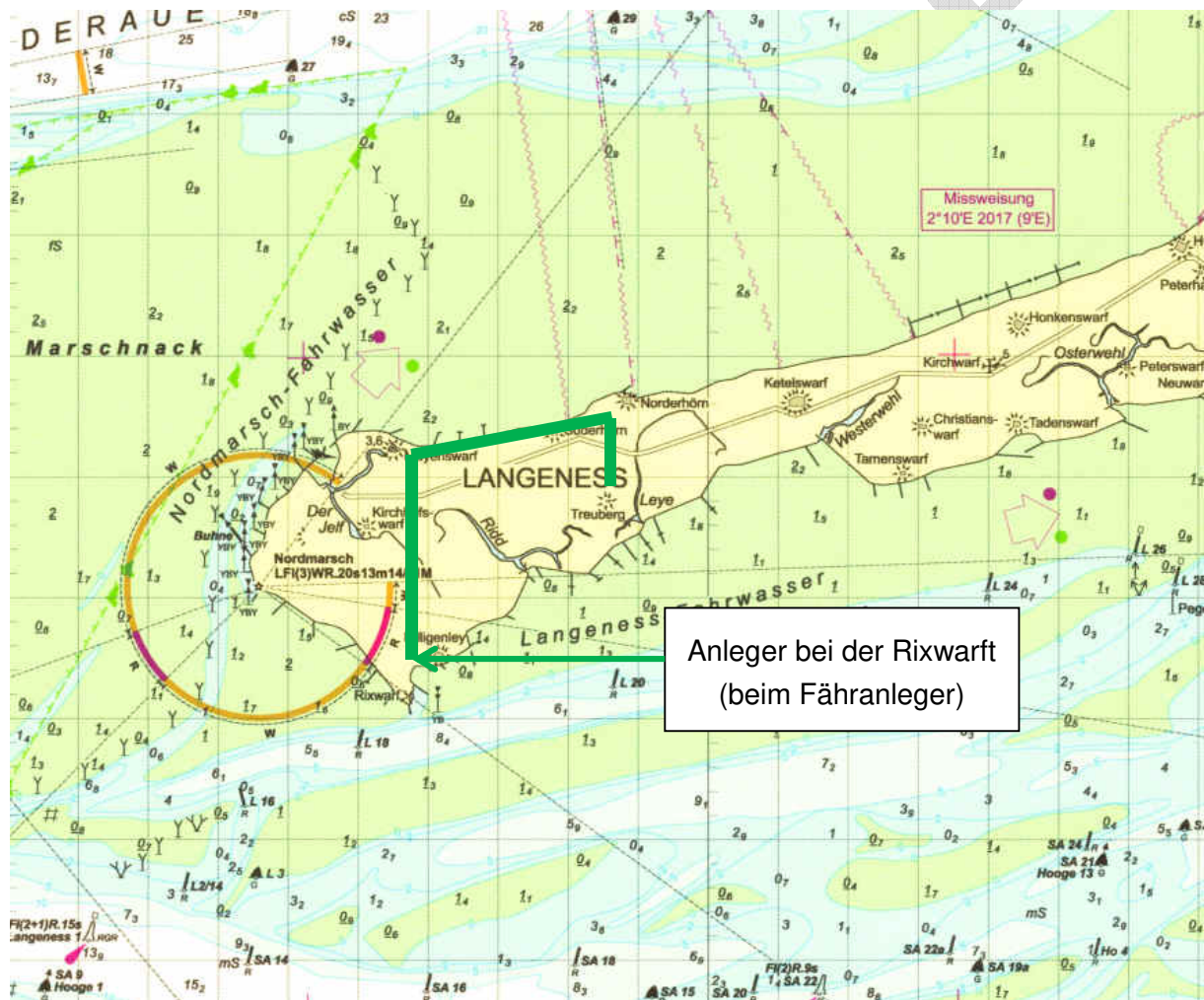


Abbildung 8: Anleger bei der Rixwarf und Transportstrecke zu Warft Treuberg (beim Fähranleger, Auszug aus [6])

<b>Naturschutzfachliche Bewertung der Sandübergabe am Anleger bei der Rixwarf (beim Fähranleger) (TGP)</b>	






### 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 5 m bei mittlerem Tideniedrigwasser. Der Anschluss vom Langeneß-Fahrwasser zur Süderau führt über Bereiche mit geringeren Wassertiefen von etwa 1 bis 2 m bei mittlerem Tideniedrigwasser und führt so zu einer eingeschränkten Schiffbarkeit des Fahrwassers. Eine etwa 800 m südlich befindliche Watrinne (Nebenarm Süderau) mit einer ähnlichen Wassertiefe besitzt eine Zufahrt zur Süderau, die eine Wassertiefe von etwa 2,5 m bei Tideniedrigwasser aufweist und damit eine etwas bessere Schiffbarkeit besitzt. Beide Standorte eignen sich nur als Startpunkt für eine Spülleitung zum Treuberg, wobei bei dem südlichen Startpunkt die Spülleitung das Langeneß-Fahrwasser kreuzen müsste. Eine Genehmigung zur Kreuzung des Langeneß-Fahrwassers könnte zum zuständigen Schifffahrtsamt verweigert werden. Die Transportstrecke zum Treuberg beträgt etwa 1,5 bzw. 2,3 km. Bei einer Einrichtung einer Spülleitung kreuzt die Leitung keine Straßen oder Zufahrten zu landwirtschaftlich genutzten Flächen und führt weitestgehend über Wasser- und Wattflächen sowie über den Sommerdeich und einer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

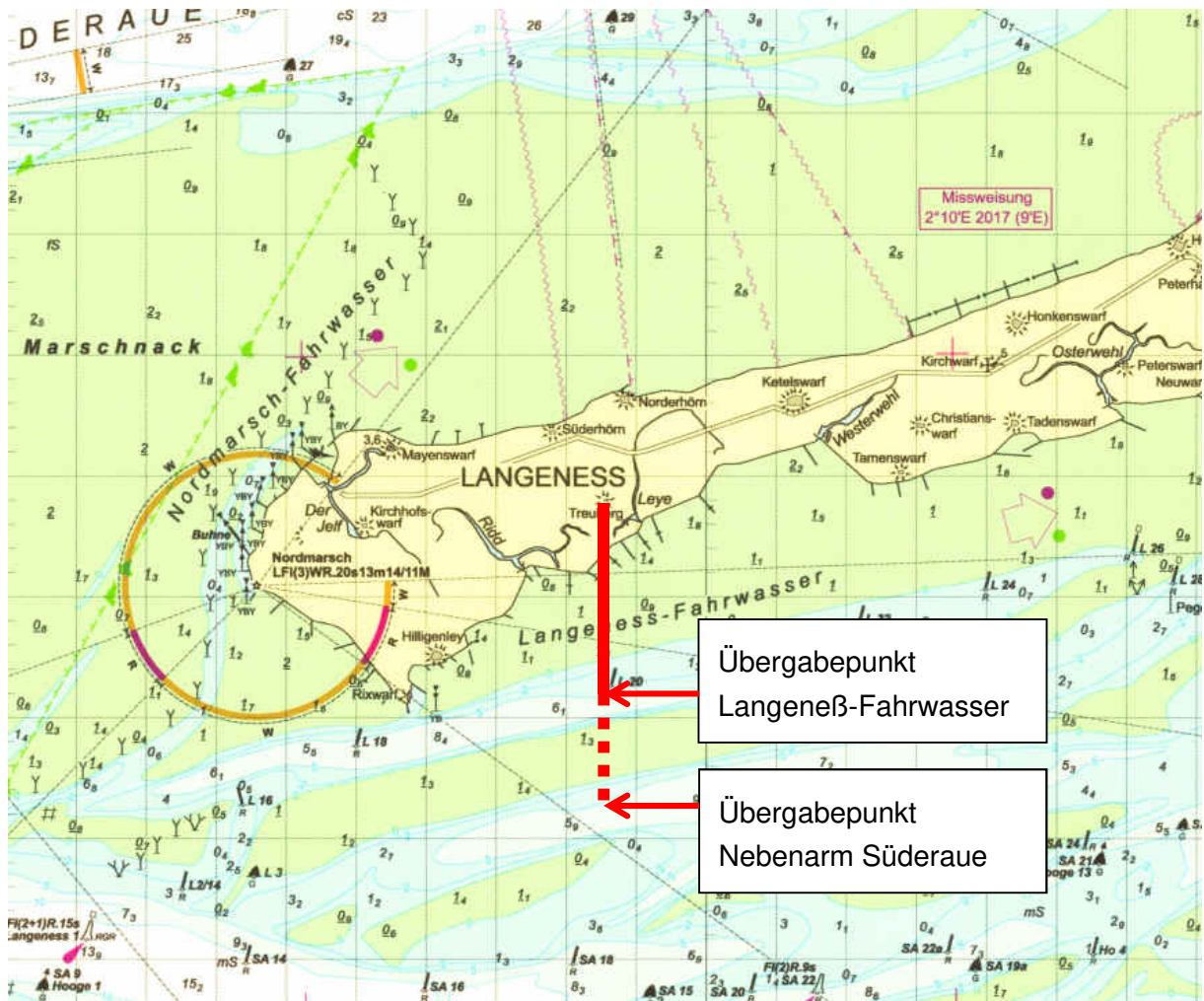


Abbildung 9: Fahrwasser Süd – Süderau / Langeneß-Fahrwasser und Transportstrecke zu Warft Treuberg (Auszug aus [6])

Naturschutzfachliche Bewertung der Sandübergabe im Fahrwasser Süd (TGP)	

### 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 uneingeschränkte und von der Tide unabhängige Schiffbarkeit. Der Standort eignet sich nur als Startpunkt für eine Spüllei-



tung 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.

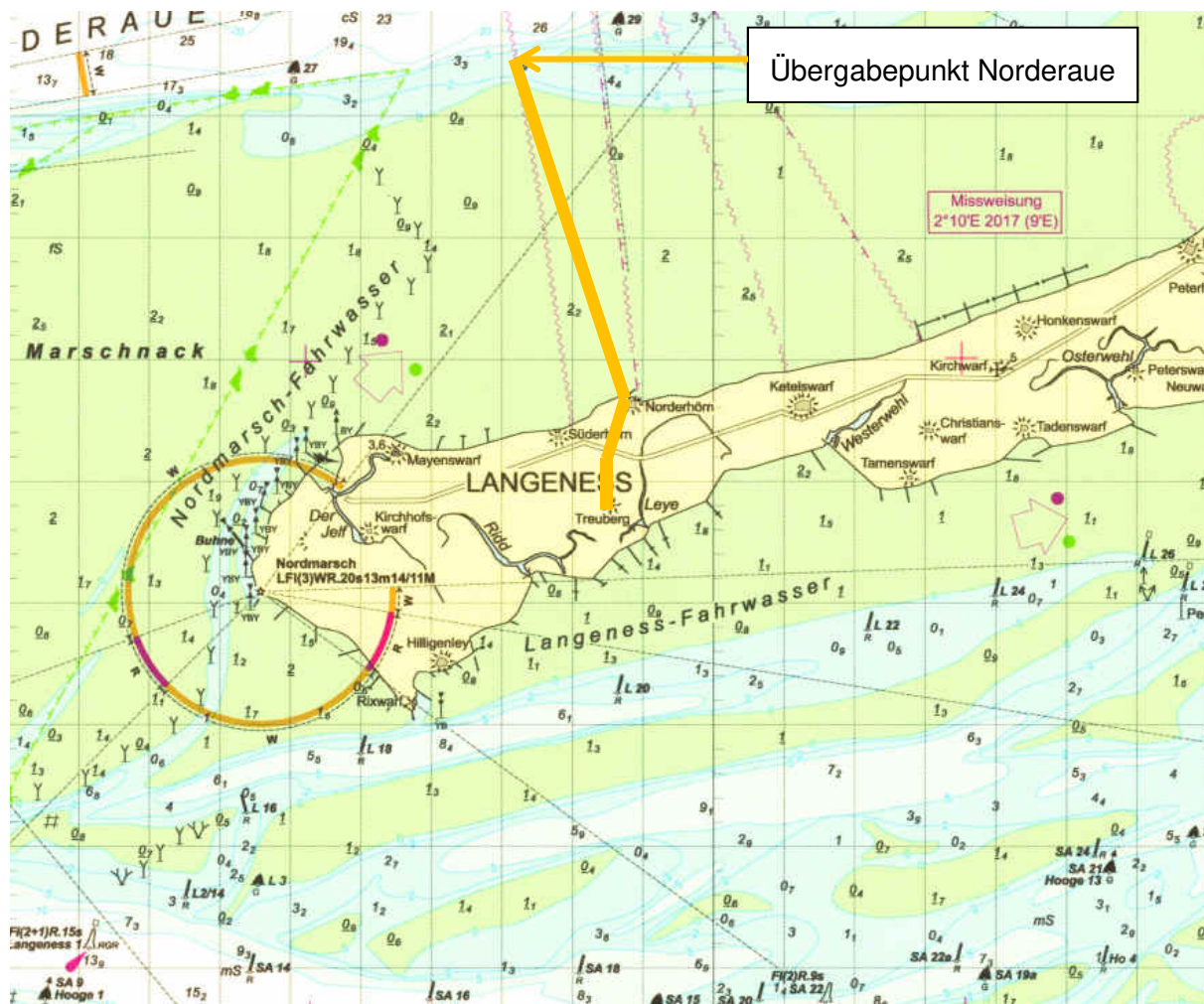


Abbildung 10: Fahrwasser Nord – Norderaue und Transportstrecke zu Warft Treuberg (Auszug aus [6])

Naturschutzfachliche Bewertung der Sandübergabe im Fahrwasser Nord (TGP)	



## 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 Spülrohrleitung und Sandeinbau in einem Spülfeld
- LKW-Transport und Trockeneinbau

Im Folgenden werden die beiden Varianten beschrieben und bewertet.

### 6.6.1 Spülrohrleitung und Sandeinbau im Spülfeld

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

- Einrichtung zur Herstellung des Sand-Wasser-Gemisches
- Einrichtung zum Pumpen des Sand-Wasser-Gemisches bis zum Treuberg
- Eine Spülrohrleitung vom Übergabepunkt bis zum Treuberg
- Spülfeld zum Trennen des Sand-Wasser-Gemisches
- Einrichtung zum Zurückführen des Spülwassers 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 Spülrohrleitung.

Die Spülrohrleitung 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 Spülrohrleitungen Straßen oder Wege, sind Über- oder Unterführungen herzustellen. Eine Nutzung der öffentlichen Straßen ist zur Herstellung, Wartung und Rückbau der Spülrohrleitung erforderlich.





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 Spülwassers auszustatten.

Das im Spülfeld anfallende Spülwasser ist zur Vorflut zurückzuführen. Hierzu eignet sich die „Leye“, die östlich vom Treuberg nach Süden führt und durch ein Siel im Sommerdeich ins Wattenmeer entwässert (vgl. Kapitel 4.1 und Anlage 2).

Nach dem Einspülen des Sandes und einer Entwässerungszeit von etwa ein bis zwei Wochen ist der Sandkern durch den Einsatz Planierraupen und Hydraulikbagger zur profilieren. In der Anlage 7 wird der Bauablauf in einem Bauphasenplan dargestellt.

Der Spülbetrieb kann grundsätzlich auch außerhalb der sturmflutfreien Zeit durchgeführt werden, wenn der Spüldeich und die Spüleleitung 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 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.

Das während des Spülbetriebes anfallende Spülwasser ist grundsätzlich der Vorflut zurückzuführen. Alternativ gibt es seitens des LKN-SH Bestrebungen den Feinkornanteil für den Aufwuchs der Halligen einzusetzen. Hierzu soll das Spülwasser aus dem Spülfeld gefasst und auf Flächen der Hallig verbracht werden. Die Entwässerung der Fläche soll dahingehend gesteuert werden, dass das Spülwasser bei einer ausreichend kleinen Fließgeschwindigkeit und bei einer ausreichend große Verweildauer auf der Fläche verbleibt, so dass der Fein-



kornanteil sedimentiert und den Aufwuchs auf dieser Fläche unterstützt. Hierzu soll das anfallende Spülwasser in einem Probebetrieb im Rahmen dieser Wartverstärkung auf einer maximal etwa 5 ha großen Fläche verbracht und der Aufwuchs erfasst werden. Als Verfahren sind zwei Möglichkeiten denkbar:

- Verteilen des Spülwasser durch sogenannte Berieselungsanlagen auf der Fläche (z. B. durch Anlagen zum Staubschutz auf Erdbaustellen)
- Einleitung des Spülwassers mittels Rohr- oder Schlauchleitungen auf die Fläche

Naturschutzfachliche Bewertung des Transportes und Einbaus über Spülrohrleitung und Spülfeld einschl. Erprobung Versprühen von Spülfeldwasser (TGP)	

### 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 auszubauen 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 m<sup>3</sup> entspricht dies 12 LKW-Fahrten pro Stunde und einer Transportleistung von 120 m<sup>3</sup>/h. Für den Transport von 70.000 m<sup>3</sup>



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 m<sup>2</sup>). Es wird jedoch eine zum Bau- feld angrenzende Fläche von etwa 1 ha benötigt, um den Klei für die Deckschicht zwischen- zulagern.

Für die Herstellung des Sandkerns im Trockeneinbau ist der Einsatz von Planier- raupen und Hydraulikbaggern erforderlich.

Naturschutzfachliche Bewertung des Transportes und Einbaus über LKW-Transport und Trockeneinbau (TGP)	

## 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 m<sup>2</sup>)
- Temporäres Bodenlager für nicht für den Deichbau geeigneter Kleie und Torfe sowie für Grassoden (ca. 5.000 m<sup>2</sup>)
- Eine den Warftfuß umfassende Arbeitsfläche (Fahr- und Rangierstreifen) mit einer Breite von etwa 5 m (ca. 3.000 m<sup>2</sup>)





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 m<sup>2</sup>, voraussichtlich im Süden oder Osten der geplanten Warft)

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 temporäre Bodenlager und die den Warftfuß umfassende Arbeitsfläche sind weiterhin im oben genannten Umfang erforderlich.

#### **melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft**

Dipl.-Ing. Torben Supplitt

Dipl.-Ing. Wolfgang Wittpohl

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Karte Langeneß
Anlage 2	Lageplan Bestand
Anlage 3	Lageplan Flurstücke
Anlage 4	Lageplan bebaubare Fläche Warftplateau
Anlage 5	Lageplan Lageanordnung Warft einschl. Baustelleneinrichtung
Anlage 6	Anlage 6.1 Schnitte Bestand und Variante 0 Anlage 6.2 Schnitte Varianten 1a, 1b und 1c Anlage 6.3 Schnitte Varianten 2a und 2b Anlage 6.4 Schnitte Varianten 3a und 3b
Anlage 7	Bauphasenplan Variante 2a