

Feste Fehmarnbeltquerung – Querungsbauwerk
mit den dazugehörigen Rampenanlagen

GRENZÜBERGREIFENDE UMWELTVERTRÄGLICH- KEITSPRÜFUNG

Zusammenfassung



Femern
Sund ≈ Bælt

INHALT

1	Vorstellung der Festen Fehmarnbeltquerung	5
2	Hintergrund des Espoo-Konsultationsprozesses	6
3	Planung der Linienführung – Absenktunnel	8
4	Absenktunnel – Technische Beschreibung	10
5	Alternative technische Lösungen und alternative Linienführungen	16
6	Grenzüberschreitende Auswirkungen	17
7	Kontroll- und Überwachungsprogramm	59

Die englische Fassung der Zusammenfassung der grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsstudie für die Feste Fehmarnbeltquerung liegt in vier Übersetzungen in einschlägige Sprachen vor (nachstehend als „Übersetzungen“ bezeichnet). Bei eventuellen Widersprüchen zwischen den Übersetzungen und der englischen Fassung gilt die englische Fassung.



SKAGERRAK

Göteborg

Frederikshavn

Aalborg

DÄNEMARK

KATTEGAT

SCHWEDEN

Aarhus

Helsingør

Helsingborg

Kristianstad

JÜTLAND

SCHONEN

Kopenhagen

SEELAND

Malmö

Trelleborg

Ystad

Esbjerg

FÜNEN

Odense

Großer Belt

Ringsted

Oresund

LOLLAND - FALSTER

OSTSEE

Flensburg

Sakskøbing

Rødby

Gedser

FEHMARN

Puttgarden

Fehmarnbelt

Sassnitz

SCHLESWIG-HOLSTEIN

Heiligenhafen

Kiel

Swinoujście

MECKLENBURG-VORPOMMERN

Rostock

Bad Schwartau

Lübeck

HAMBURG

Bremerhaven

DEUTSCHLAND

BRANDENBURG

Oldenburg

BREMEN

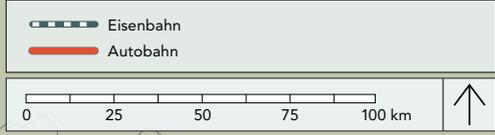
NIEDERSACHSEN

SACHSEN-ANHALT

BERLIN

Hannover

Wolfsburg



1

VORSTELLUNG DER FESTEN FEHMARNBELTQUERUNG

Dieser Bericht, nachfolgend als „Espoo-Bericht“ bezeichnet, stellt die grenzüberschreitende Umweltverträglichkeitsstudie für die Feste Fehmarnbeltquerung dar, die zum Zweck der Anhörung der Ostseeanrainerstaaten und Norwegens gemäß des Übereinkommens von Espoo über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, nachfolgend als „Espoo-Konvention“ oder kurz „Konvention“ bezeichnet, verwendet werden soll.

Die Feste Fehmarnbeltquerung ist ein deutsch-dänisches Verkehrsinfrastrukturprojekt über den Fehmarnbelt. Die Planung dieses Vorhabens erfolgt in Übereinstimmung mit dem Staatsvertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Dänemark über eine Feste Fehmarnbeltquerung aus dem Jahr 2008.

Das Königreich Dänemark zeichnet für die Planung, den Bau und den Betrieb der festen Querung verantwortlich. Um das Vorhaben umsetzen zu können, hat die dänische Regierung die Gründung des Unternehmens Femern A/S veranlasst, das sich zu 100 Prozent im Eigentum des dänischen Staats, vertreten durch das dänische Verkehrsministerium, befindet.

Die Feste Fehmarnbeltquerung wird gebaut, weil Deutschland und Dänemark den Bedarf einer Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur zwischen beiden Ländern festgestellt haben, um den Güter- und Personenverkehr auf europäischer und regionaler Ebene zu fördern.

Eine feste Querung über den Fehmarnbelt würde zu einer spürbaren Verbesserung des Güter- und Personenverkehrs sowohl zwischen den beiden Ländern als auch zwischen Kontinentaleuropa und Skandinavien führen, den Schienenverkehr fördern und die Integration und Lebensfähigkeit der Regionen sowie deren Wettbewerbsfähigkeit und Entwicklung unterstützen.

Die feste Querung soll sich über den 18 Kilometer breiten Fehmarnbelt zwischen der dänischen Insel Lolland

und der deutschen Insel Fehmarn in der westlichen Ostsee erstrecken.

Die geografische Ausdehnung der Fehmarnbeltregion umfasst Teile Norddeutschlands, den Osten Dänemarks und Teile Südschwedens (Abb. 1). Die Bevölkerung dieser Region beträgt knapp 9 Millionen Einwohner, davon 1,2 Millionen im schwedischen Teil, 2,5 Millionen im dänischen Teil und 5,2 Millionen im deutschen Teil.

Für das Fehmarnbeltprojekt werden Flächen auf Lolland (Dänemark), Fehmarn (Deutschland) und in der dazwischen liegenden Ostsee (Dänemark und Deutschland) genutzt. Das Projekt wird die Landesgrenze zwischen Deutschland und Dänemark überschreiten.

Die Bauarbeiten werden der Rechtsprechung beider Länder unterliegen.

Femern A/S hat insgesamt vier technische Lösungen untersucht.

Die feste Querung soll als etwa 18 Kilometer langer Absenktunnel ausgeführt werden, da die Untersuchungs- und Planungsarbeiten ergeben haben, dass ein Absenktunnel unter Berücksichtigung von z. B. bautechnischen Risiken, Investitionsvolumen und Schutzgütern die beste Lösung darstellt.

Die vier untersuchten technischen Lösungen sind eine Schrägkabelbrücke, eine Hängebrücke, ein Absenktunnel und ein Bohrtunnel. Außerdem wurden verschiedene Linienführungen für die vier technischen Lösungen untersucht und ein Vergleich der Varianten durchgeführt.

Eine Zusammenfassung der Untersuchungen und eine Begründung der Wahl der technischen Lösung werden in diesem Bericht vorgelegt. Dabei stehen eine Beschreibung und Beurteilung des Absenktunnels als bevorzugte Lösung und als Antragsgegenstand im Mittelpunkt.

2 HINTERGRUND DES ESPOO-KONSULTATIONSPROZESSES

Die Feste Fehmarnbeltquerung erfordert eine grenzüberschreitende Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß der Espoo-Konvention und der EU-Richtlinie 85/337/EWG, da von dem Vorhaben grenzüberschreitende Umweltauswirkungen ausgehen können.

Hauptziel der Espoo-Konvention ist die Vermeidung, Milderung und Überwachung von schädlichen Folgen für die Umwelt, indem grenzüberschreitende Schutzgüter explizit berücksichtigt werden, bevor auf nationaler Ebene eine endgültige Entscheidung über die Genehmigung eines Vorhabens getroffen wird.

Ein weiterer Zweck der Espoo-Konvention ist die Feststellung und Mitteilung potenzieller grenzüberschreitender Auswirkungen gegenüber allen Anspruchsgruppen mittels Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung.

Gemäß Artikel 3 der Espoo-Konvention sind die Ursprungsparteien für den Inhalt und die Bestätigung des Empfangs von Benachrichtigungen sowie für den Austausch relevanter Informationen zwischen den potenziell betroffenen Ländern verantwortlich.

Da es sich bei der Festen Fehmarnbeltquerung um ein binationales Projekt handelt, gelten sowohl Dänemark als auch Deutschland als Ursprungsparteien.

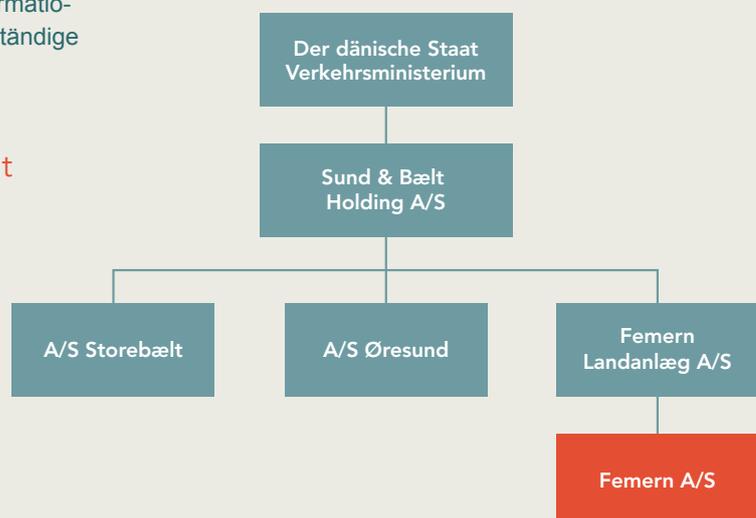
Die im Rahmen des dänischen Espoo-Verfahrens für den oben erwähnten Austausch relevanter Informationen mit den potenziell betroffenen Ländern zuständige Behörde ist das dänische Umweltministerium.

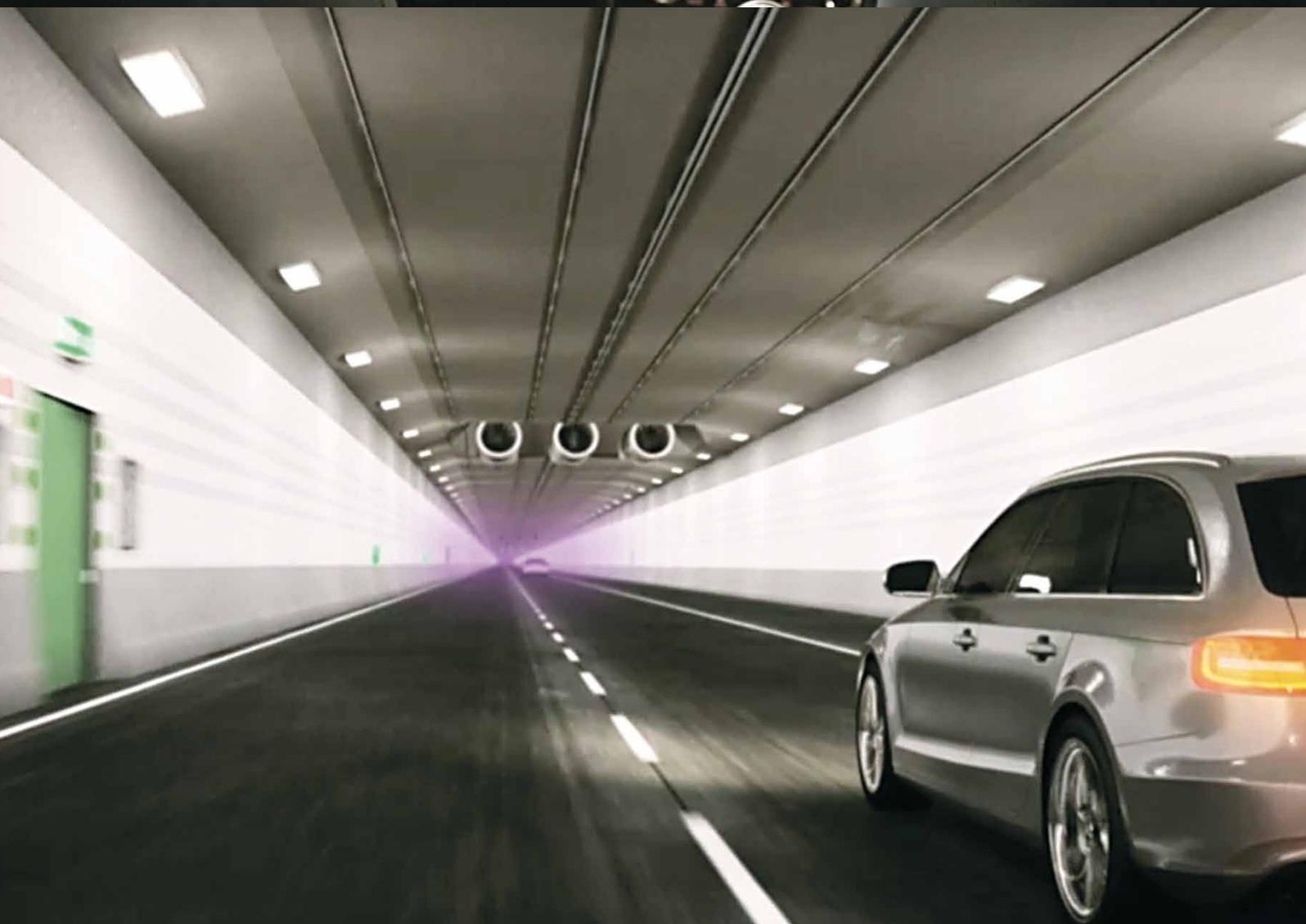
Femern A/S is part of Sund and Bælt Holding A/S, which is 100 percent owned by the Danish Transport Ministry. Sund & Bælt Holding A/S is also responsible for the fixed link across the Great Belt.

Gemäß Artikel 3 der Espoo-Konvention sind Dänemark und Deutschland verpflichtet, die betroffenen Parteien zu unterrichten. Außer Deutschland und Dänemark selbst sind durch die Feste Fehmarnbeltquerung möglicherweise folgende Ostseeanrainerstaaten betroffen: Schweden, Polen, Finnland, Estland, Lettland, Litauen, die Russische Föderation und Norwegen.

Hauptaufgabe des Espoo-Berichts ist die Bereitstellung ausreichender Hintergrundinformationen, darunter auch Bestandsdaten, um eine Identifizierung grenzüberschreitender Auswirkungen zu ermöglichen. In diesem Bericht werden allerdings nicht die für die nationalen UVS erforderlichen detaillierten Informationen wiederholt. Für den Espoo-Bericht werden dieselben Methoden wie für die dänische UVS verwendet, d. h. es werden die aufgrund des Projekts zu erwartenden Auswirkungen mit entsprechenden Ausgleichs- und Begrenzungsmaßnahmen beschrieben.

In Übereinstimmung mit der Espoo-Konvention haben alle betroffenen Parteien eine entsprechende Benachrichtigung sowie eine Einladung zur Teilnahme am UVS-Verfahren erhalten. Die Antworten auf diese Benachrichtigung wurden ausgewertet und von Femern A/S, dem Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein und dem dänischen Umweltministerium bei der Ausarbeitung des Espoo-Berichts berücksichtigt.





3

PLANUNG DER LINIENFÜHRUNG – ABSENKTUNNEL

Zur Festlegung des zweckmäßigsten Standorts für das Querungsbauwerk mit den dazugehörigen Rampenanlagen wurde die Linienführung auf der Grundlage einer Raumwiderstandsanalyse und einer Linienführungsanalyse bestimmt. Diese Analysen, die in der Frühphase des Projekts durchgeführt wurden, basierten auf dem damaligen Wissen und konzentrierten sich auf die wesentlichsten Unterschiede zwischen den verschiedenen Linienführungen.

Sowohl im Offshore-Bereich als auch an Land auf Fehmarn und Lolland ergab die Raumwiderstandsanalyse, dass der östliche Korridor geringere Umweltauswirkungen als der westliche nach sich zieht, da er weniger Bereiche mit einem hohen Konfliktpotenzial quert.

Auf Basis der Raumwiderstandsanalyse wurden vier Anlandungsstellen auf Lolland und Fehmarn innerhalb der östlichen und westlichen Korridore ermittelt, d. h. insgesamt 16 Kombinationen für die Linienführung sowohl eines Tunnels als auch einer Brücke.

Für jede der technischen Lösungen wurde außerdem eine Linienführungsanalyse durchgeführt, um verschiedene Interessen, aber auch die Lage von Sachgütern am Meeresboden, wie Unterwasserkabeln, zu berücksichtigen.

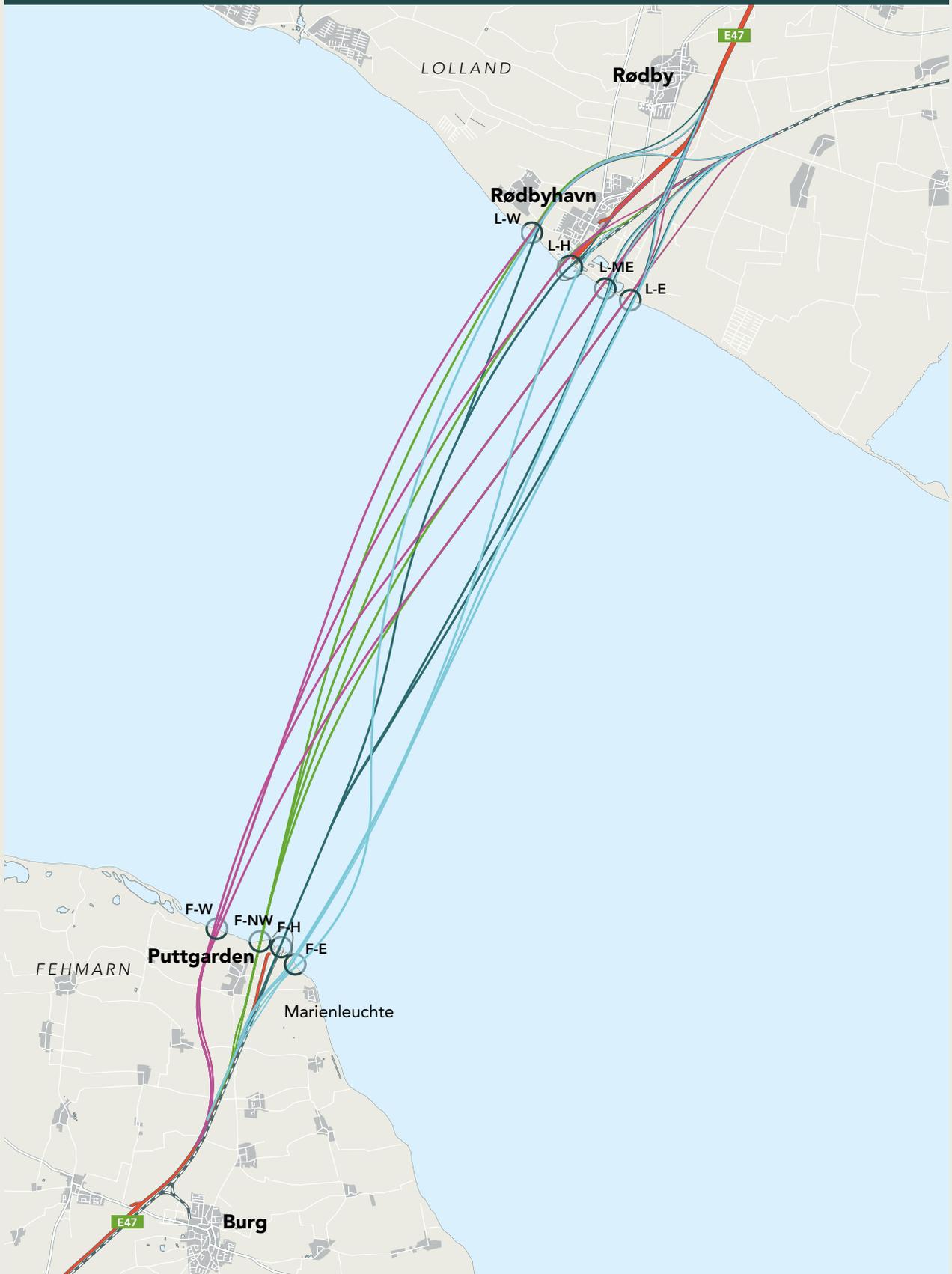
Für die Linienführung der Tunnellösung gelten zwei Einschränkungen: Zum einen muss der Fährbetrieb zwischen Puttgarden und Rødbyhavn während der Bau- und Betriebsphase aufrechterhalten werden

können und zum anderen darf das Unterwasserkabel im Meeresboden zwischen Fehmarn und Lolland nicht beschädigt werden. Aus diesen Gründen mussten Linienführungen, die die Hafeneinrichtungen ganz oder teilweise nutzten, das Unterwasserkabel berührten oder die Fährroute schnitten, ausgeschlossen werden.

Aus Umweltschutzgründen gelten die Linienführungsmöglichkeiten westlich der Häfen von Puttgarden und Rødbyhavn für sowohl den Tunnel als auch die Brücke als ungeeignet und wurden deswegen ausgeschlossen. Damit reduzierte sich die Anzahl an Möglichkeiten für die Linienführung für Tunnel oder Brücke auf zwei. Die beiden bevorzugten Alternativen haben ihre Anlandungsstelle 1 bzw. 1,5 km östlich von Puttgarden auf Fehmarn und Rødbyhavn auf Lolland. Ein Vergleich der beiden Linienführungen ergab nur geringe Unterschiede, die Alternative mit der Anlandungsstelle 1 km östlich von Rødbyhavn zeigte jedoch einen geringfügigen Vorteil.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse wählte Femern A/S den östlichen Korridor als Projektkorridor, da dieser das geringste Konfliktpotenzial im Hinblick auf den Umweltschutz hat. Femern A/S hat diesen Vorschlag für die Linienführung des Absenktunnels innerhalb des östlichen Korridors offiziell vorgelegt. Nach der Veröffentlichung der Vorschläge für die Linienführung im Jahr 2010 bildete dies die Grundlage für den weiteren Planungsprozess des Unternehmens und den Dialog mit Behörden und Landeigentümern.

ABB. 1 Varianten der Linienführung – Absenktunnel



4

ABSENKTUNNEL

– TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Auf der Grundlage einer Untersuchung verschiedener technischer Lösungen hat sich Femern A/S für einen Absenktunnel als bevorzugte technische Lösung für eine Feste Fehmarnbeltquerung zwischen Fehmarn in Deutschland und Lolland in Dänemark entschieden. Schon frühzeitig im Laufe des Projekts wurden Analysen durchgeführt, um einen Projektkorridor und mögliche Linienführungen zu finden, von denen möglichst geringe Umweltbelastungen ausgehen. Die verschiedenen Möglichkeiten und Linienführungen wurden ausgehend von dem damaligen Kenntnisstand verglichen. Dabei stellte sich ein Absenktunnel zwischen den Anlandungsstellen östlich von Puttgarden und Rødbyhavn als die zweckmäßigste Lösung für eine feste Querung heraus (Abb. 2).

Von Küste zu Küste umfasst das Projekt einen etwa 18,4 km langen Absenktunnel mit einer vierspurigen Autobahn und einer zweigleisigen Bahnstrecke zwischen Lolland auf dänischer Seite und Fehmarn auf deutscher Seite sowie permanente und temporäre Bauwerke in Verbindung mit Bau und Betrieb eines Absenktunnels (Textkasten 1).

DIE LÖSUNG MIT EINEM ABSENKTUNNEL ALS FESTE FEHMARNBELTQUERUNG ZWISCHEN FEHMARN UND LOLLAND UMFASST FOLGENDE HAUPTELEMENTE:

- Zweigleisige Bahnstrecke und vierspurige Autobahn mit Standstreifen in beiden Richtungen in einem Absenktunnel (17,6 km)
- Tunnel in offener Bauweise an den Zubringern auf dänischer Seite und deutscher Seite zur Anbindung des Absenktunnels an die Portalgebäude
- Portalgebäude an den beiden Tunnelenden
- Rampen für Straße und Schiene zur Anbindung an den Tunnel
- Straßen- und Schienenzubringer an beiden Seiten zur Anbindung des Tunnels an die bestehende Infrastruktur
- Landgewinnungsflächen an beiden Küsten
- Mautstation auf dänischer Seite
- Einrichtungen für Betrieb und Wartung, einschließlich Einrichtungen für Zoll und Rettungskräfte
- Änderungen am Nebenstraßennetz in der Umgebung, einschließlich Bau von neuen Ortsstraßen usw.

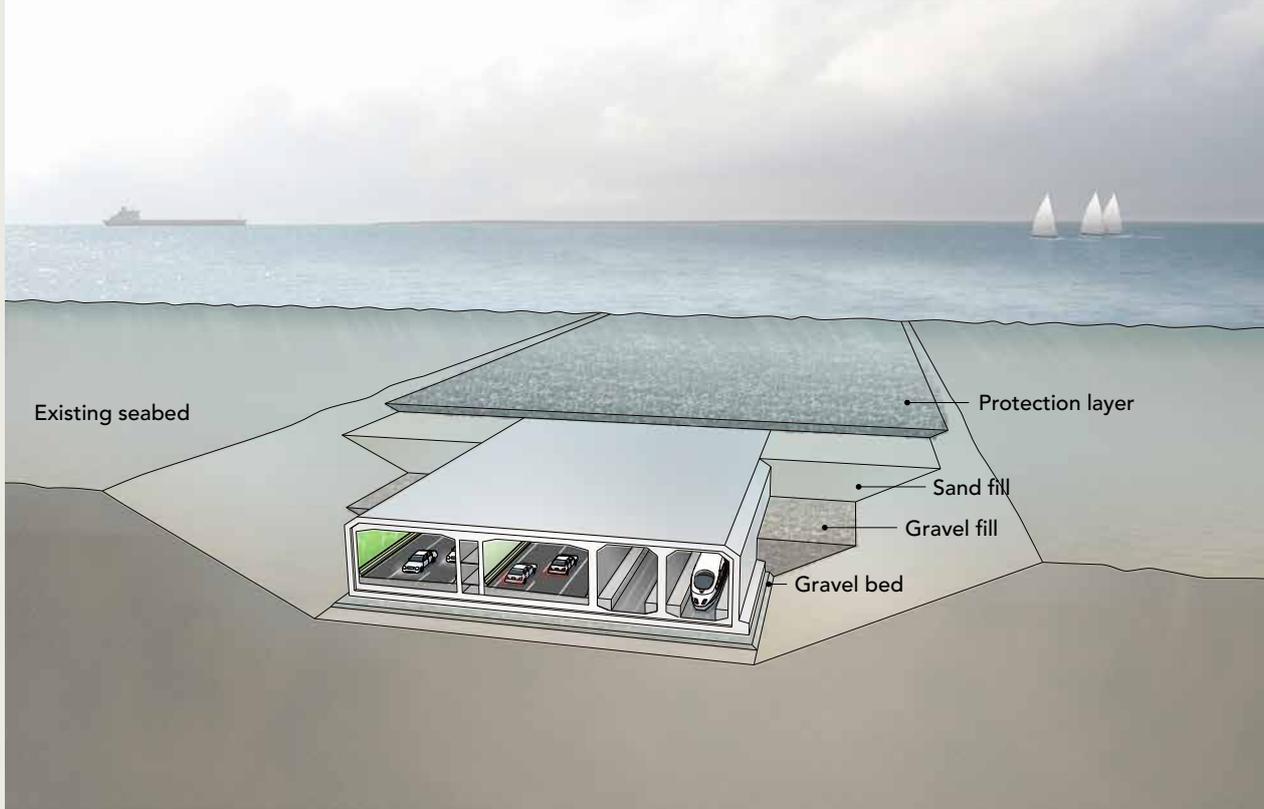
BEMESSUNGSGESCHWINDIGKEITEN IM TUNNEL:

- Personenzüge
im Bahnverkehr: Höchstgeschwindigkeit 200 km/h
- Güterzüge
im Bahnverkehr: Höchstgeschwindigkeit 140 km/h
- Straßenverkehr: Höchstgeschwindigkeit 130 km/h

ABB. 2 Entwurfsplanung für einen Absenktunnel – Linienführung für die Feste Fehmarnbeltquerung



ABB. 3 Entwurfsplanung für einen Absenktunnel – Querschnitt des Grabens mit Tunnelelement und Verfüllung



PERMANENTE BAUTEN

Der geplante Absenktunnel durch den Fehmarnbelt besteht aus einem Tunnel in offener Bauweise an den beiden Anbindungen und einem Absenktunnel zwischen den beiden Anbindungen. Der Absenktunnel wird in einem zuvor ausgebaggerten Graben versenkt und mit Sand sowie Verspannungsfüllung hinterfüllt. Es ist geplant, die Oberseite des Absenktunnels mit einer etwa 1 m dicken Steinschicht abzudecken. Diese Gesteinsschicht schützt den Absenktunnel vor durch den Schiffsverkehr verursachte Vorfälle, wie beispielsweise sinkenden Schiffen und Ankern. Zudem dient sie als Ausgleichsmaßnahme, um Auswirkungen auf die marine Umwelt zu verhindern (Abb. 3).

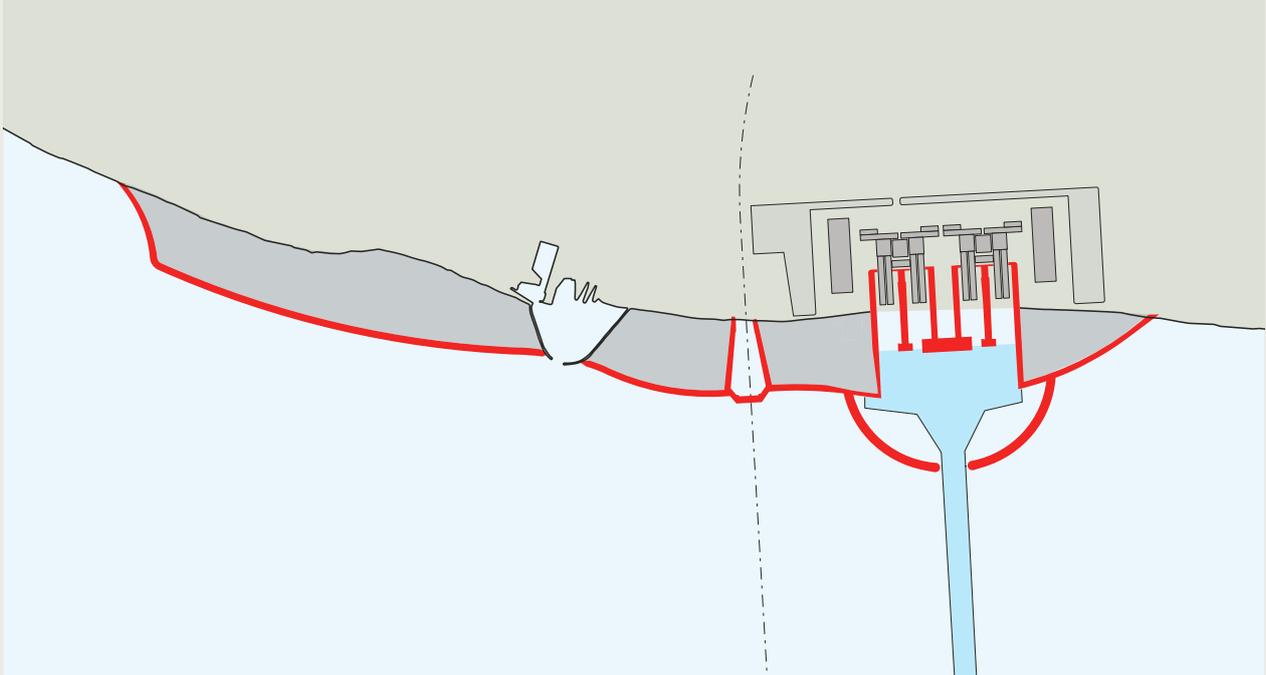
An den Anlandungsstellen auf deutscher und dänischer Seite ist der Bau je eines Portalgebäudes über dem Teil des Tunnels geplant, der in offener Bauweise errichtet wird. Um Portal und Rampe wird ein Küstenschutz in Form von Deichen errichtet, dessen Höhe eine Überflutung bei extremem Hochwasser und Wellengang verhindert.

Gemäß dem Staatsvertrag zwischen Deutschland und Dänemark wird auf dänischer Seite eine Mautstation errichtet. An dieser Stelle, etwa 1 km von der Küste entfernt, werden sich auch die Grenzkontrolleinrichtungen und eine Überwachungs- und Leitzentrale befinden.

Auf deutscher und dänischer Seite werden jeweils Entwässerungssysteme für Autobahn, Bahnstrecke, Mautstation usw. eingerichtet. Im Absenktunnel anfallendes Regen- und Reinigungswasser soll in Pumpensümpfen an den beiden Portalgebäuden gesammelt werden. Von dort wird das Wasser zu bestehenden Wasseraufbereitungsanlagen in Rødbyhavn oder Puttgarden gepumpt. Das an Bauwerken an Land gesammelte Regenwasser wird zum Aufbereiten des Ablaufwassers und zum Auffangen etwaiger Verunreinigungen voraussichtlich in Regenwasserbecken gesammelt. Von diesen Becken aus wird das Wasser durch vorhandene oder umgebaute Kanäle in den Fehmarnbelt eingeleitet.

Der Bau der Autobahn verlangt die Umleitung bzw. Verlaufsänderung einiger vorhandener Straßen und Wege auf sowohl deutscher als auch dänischer Seite.

ABB. 4 Standort der Produktionsstätte für das Tunnelportal östlich von Rødbyhavn. Prinzipskizze für die Errichtung der Landgewinnungsflächen bei Lolland mit Deichen um die Aufspülung



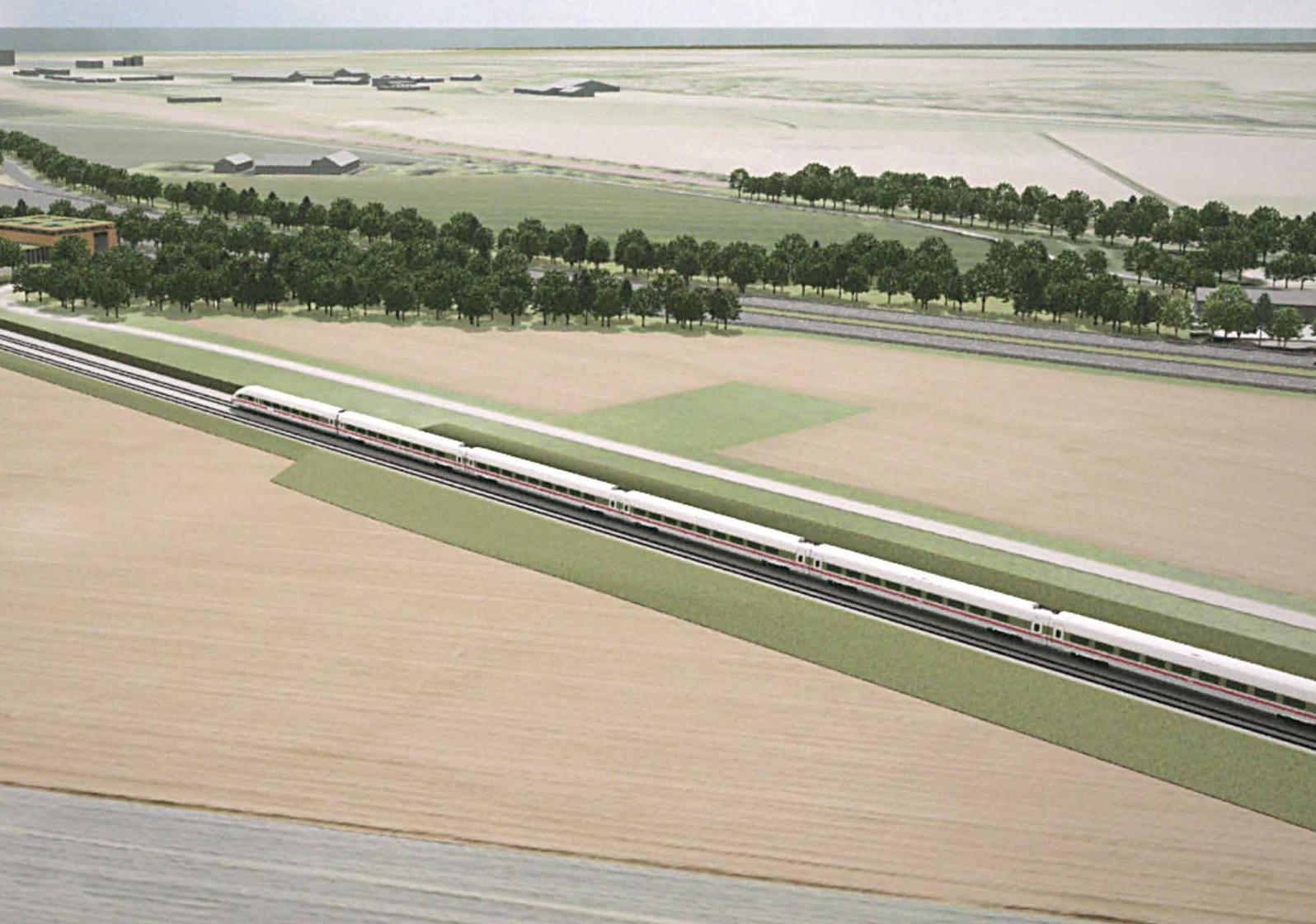
LANDGEWINNUNGSFLÄCHEN

Die Entwurfsplanung für die Absenktunnellösung beinhaltet das Anlegen von Landgewinnungsflächen auf Lolland und Fehmarn. Für die Landgewinnung soll überschüssiges Material vom Meeresboden aus dem Aushub des Tunnelgrabens und des Arbeitshafens für Zwecke genutzt werden, die dem lokalen Gebiet Mehrwert für Natur und Erholung zuführen. Auf Lolland wird der Bereich ferner teilweise als Naturausgleichsfläche genutzt, die Femern A/S im Rahmen des Projekts zum Ausgleich zweckentfremdeter Naturflächen auf Lolland herstellen muss.

Hier ist von einem Aushubvolumen des Meeres-sediments von etwa 19 Millionen m³ auszugehen. Der Großteil des Sediments wird voraussichtlich für die Anlage von Landgewinnungsflächen auf Lolland verwendet (etwa 17 Millionen m³), während etwa 2 Millionen m³ für Landbereiche auf deutschem Hoheitsgebiet oder im Rahmen des Projekts verwendet werden.

Die Landgewinnungsflächen auf Lolland sind an beiden Seiten des Arbeitshafens vorgesehen und sollen sich von diesem Punkt etwa 3,5 km nach Westen und etwa 3,7 km nach Osten erstrecken. Auf einer Gesamtfläche von rund 330 ha, gemessen auf dem Meeresboden, einschließlich Gewässerflächen in den künftigen Landgewinnungsbereichen, werden sowohl Natur- als auch Erholungsflächen mit Stränden, Dünen und Salzwiesen angelegt.

Die geplante Landgewinnung an der Küste von Fehmarn in Deutschland erstreckt sich etwa 500 m entlang der bestehenden Küste östlich des Fährhafens und etwa 500 m von der bestehenden Küstenlinie in den Fehmarnbelt hinein. Hier soll die Gesamtfläche rund 32 ha betragen, gemessen auf dem Meeresboden, einschließlich Gewässerflächen der künftigen Landgewinnungsfläche. Die Landgewinnungsfläche ist zum äußeren Ende der Molen am bestehenden Fährhafen von Puttgarden zurückversetzt, um die Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu minimieren. Die Fläche umfasst Weiden und Grasland sowie einen neuen Strand bei Marienleuchte.



BAUPHASE

Zuerst sollen die Tunnelabschnitte in offener Bauweise errichtet werden. Dazu wird der Tunnelgraben mit Nassbaggern ausgehoben, dann der Tunnel vor Ort gegossen und zum Schluss abgedeckt. Über den Tunnelabschnitten in offener Bauweise werden die Portalgebäude auf deutscher und dänischer Seite errichtet.

Der Absenktunnel soll aus vorgefertigten Tunnelelementen gebaut werden, die in einem Elementwerk gegossen werden. Die Tunnelelemente werden von der Produktionsstätte per Schiff zur Linienführung geschleppt, dort versenkt und in einem ausgehobenen Tunnelgraben montiert.

Produktionsstätte

Ein Bereich östlich von Rødbyhavn in Dänemark ist für den Bau eines eigens für diese Zwecke errichteten Betonwerks vorgesehen, in dem die Tunnelelemente gefertigt werden. Die Produktionsstätte befindet sich teilweise an Land und teilweise vor der bestehenden Küstenlinie (Abb. 4).

Tunnel in offener Bauweise und Portalgebäude auf Lolland

Der Tunnel in offener Bauweise auf Lolland wird in einem eingedeichten Gebiet unmittelbar südlich der bestehenden Küstenlinie gebaut. Auf der 500 x 250 m großen eingedeichten Fläche werden zunächst die Nassbaggerarbeiten durchgeführt. Dann wird der Tunnelabschnitt in offener Bauweise vor Ort gegossen und das erste Tunnelelement im Anschluss daran angesetzt. Schließlich werden das Portalgebäude und der dauerhafte Küstenschutz errichtet, der Tunnel in offener Bauweise wird abgedeckt, und es erfolgt die endgültige Geländegestaltung.

Tunnel in offener Bauweise und Portalgebäude auf Fehmarn

Bei Puttgarden in Deutschland ist ein Arbeitshafen vorgesehen. Wie auf Lolland wird der Tunnel in offener Bauweise auf Fehmarn in einem eingedeichten Gebiet unmittelbar nördlich der bestehenden Küstenlinie gebaut. Hier erfolgt ein Ausbaggern auf etwa das Niveau der Unterseite des Tunnels in offener Bauweise. Dann wird der offene Tunnelabschnitt wieder vor Ort gegossen und das erste Tunnелеlement im Anschluss an den Tunnel in offener Bauweise angesetzt. Schließlich werden das Portalgebäude, die Rampenbauten für Straße und Bahn und der dauerhafte Küstenschutz errichtet, der Tunnel in offener Bauweise wird abgedeckt, und es erfolgt die endgültige Geländegestaltung.

Ausheben des Tunnelgrabens

Der Tunnelgraben nimmt am Meeresboden eine Fläche von etwa 17,6 km x 110 m ein, und das Ausheben des Tunnelgrabens wird voraussichtlich ca. 1,5 Jahre dauern. Für die gesamten Aushubarbeiten einschließlich Verfüllen des Tunnelgrabens werden etwa 4,5 Jahre veranschlagt.

Geschätzte Baukosten

Die Baukosten für den Absenktunnel wurden auf ca. 5,5 Mrd. Euro berechnet (Preisstand 2008).

TABELLE 1 Konzeptentwurf für den Absenktunnel – voraussichtlicher Zeitplan für die Bauphase							
	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6
Signing of contract	■						
Mobilisation	■						
Detailed planning	■	■	■				
Campsite and tunnel element factory establishment	■	■	■				
Dredging work (tunnel trench etc.)		■	■	■			
Tunnel element production			■	■	■		
Tunnel element immersion				■	■	■	
Removal of tunnel element factory and work harbour						■	■
Land area establishment		■	■	■	■	■	■
Construction works, Lolland		■	■	■	■	■	■
Construction works, Fehmarn		■	■	■	■	■	■
Technical installation works				■	■	■	■
Testing					■	■	■
Expected opening							■

The time schedule shows activities from the start-up in the last six months of year 0 until the end of the construction phase 6.5 years later

5

ALTERNATIVE TECHNISCHE LÖSUNGEN UND ALTERNATIVE LINIENFÜHRUNGEN

Femern A/S hat vier technische Lösungen für eine Feste Fehmarnbeltquerung untersucht: einen Absenktunnel, einen Bohrtunnel, eine Schrägkabelbrücke und eine Hängebrücke. Für jede der vier Lösungen wurden mögliche Linienführungen entwickelt und eine bevorzugte Linienführung gewählt. Vor dem Hintergrund der technischen Untersuchungen dieser vier Lösungen wurde der Absenktunnel als die bevorzugte technische Lösung gewählt, die anderen drei Lösungen abgelehnt.

Um einen Vergleich des Absenktunnels mit den heutigen Bedingungen zu ermöglichen, wurde eine Nullvariante definiert. Die Nullvariante beschreibt eine Situation, bei der die Feste Fehmarnbeltquerung nicht gebaut wird, der Fährbetrieb zwischen Rødby und Puttgarden aufrechterhalten bleibt und daher der Ausbau von Hinterlandanbindungen in Dänemark und Deutschland nicht erforderlich ist.



6 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN

In Bezug auf grenzüberschreitende Auswirkungen wurde untersucht, ob Bau und Betrieb eines Absenktunnels unter dem Fehmarnbelt grenzüberschreitende Umweltauswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark (den Ursprungsländern) sowie zwischen den Ursprungsländern und Drittländern zur Folge haben wird.

Dieses Kapitel fasst die grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen des Absenktunnels zusammen, die während dessen Bau- und Betriebsphase zu erwarten sind.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen der Feste Fehmarnbeltquerung nur temporär und weitgehend auf die Bauphase beschränkt sind. Zu den geplanten Maßnahmen, die sich auf die Umwelt auswirken könnten, zählen die Aushubarbeiten für den Tunnelgraben, Eingriffe in den Meeresboden, sämtliche baubedingte Schiffsbewegungen und Ankervorgänge sowie der Betrieb des Tunnels.

Mögliche Auswirkungen durch Bau und Betrieb des Tunnels sind identifiziert und geprüft worden. Um die Erheblichkeit der möglichen Umweltauswirkungen

zu ermitteln, wurden diese Auswirkungen mit den aktuellen Umweltbedingungen (Bestandsdaten) im Gebiet des Fehmarnbelts und an den vorgesehenen Sandabbaugebieten Rønne Banke und Kriegers Flak, wo für die Produktion der Tunnelelemente und die abschließende Verfüllung des Tunnelgrabens benötigter Sand abgebaut werden kann, verglichen. Die beiden möglichen Sandabbaustandorte liegen im westlichen Teil der Ostsee.

Das Tunnelprojekt lässt sich bereits in der Planungsphase aufgrund der durchgeführten technischen und umweltbezogenen Untersuchungen optimieren, wodurch wiederum die möglichen Umweltauswirkungen durch Bau und Betrieb des Tunnels minimiert werden. Des Weiteren sind im Rahmen der Prüfung Ausgleichs- und Begrenzungsmaßnahmen für die Minimierung möglicher Auswirkungen vorgeschlagen worden, die weiter unten in diesem Bericht in den Kapiteln zu den jeweiligen Schutzgütern aufgeführt sind.

Im Folgenden wird eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltuntersuchungen grenzüberschreitender Auswirkungen gegeben.

In 2010, Femern A/S prepared a proposal for the environmental investigation programme for the Fehmarnbelt Fixed Link project (the scoping report). The purpose of the scoping report was partly to establish the framework for the studies of natural and environmental conditions to be carried out in connection with the planning of the Fehmarnbelt Fixed Link, and partly to invite ideas and proposals for use in determining what to include in the EIA report.



MENSCHEN UND MENSCHLICHE GESUNDHEIT

Ein Infrastrukturprojekt, wie es der Bau und Betrieb des Absenktunnels im Fehmarnbelt darstellen, könnte sich auf Menschen und deren Gesundheit auswirken. In diesem Abschnitt sind die möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Menschen und die menschliche Gesundheit beschrieben.

Für den Menschen und die menschliche Gesundheit sind folgende Auswirkungen relevant:

- Luftverschmutzung durch Bauarbeiten auf Lolland und Fehmarn sowie im Offshore-Bereich
- Lärm, verursacht durch Bauarbeiten auf Lolland und Fehmarn sowie im Offshore-Bereich

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Nur Luftverschmutzung und Lärm können potenziell grenzüberschreitende Auswirkungen den Menschen und die menschliche Gesundheit betreffend verursachen. Alle anderen Auswirkungen kommen nur im Nahbereich vor, d. h. sie betreffen potenziell das Baupersonal im Offshore-Bereich.

Luftverschmutzung

Aufgrund der relativ geringen Anzahl der Bauschiffe, des Abstands zum Land auf beiden Seiten und des allgemein guten Luftaustauschs auf der deutschen und dänischen Seite und im marinen Bereich sind durch Bau und Betrieb des Absenktunnels keine grenzüberschreitenden Auswirkungen durch Luftimmissionen auf die menschliche Gesundheit zu erwarten.

Lärmbelastung

Aufgrund des Abstands zur jeweils anderen Seite können die auf Lolland und Fehmarn eingesetzten Maschinen keine grenzüberschreitenden Auswirkungen haben. Nur durch Bauarbeiten in der Mitte des Fehmarnbelts kann grenzüberschreitender Lärm entstehen. Aufgrund des räumlichen Abstands wird dieser Lärm in der Ferne jedoch nicht zu hören sein, und die einzigen Menschen in der Nähe der Mitte des Fehmarnbelts werden die Bauarbeiter sein. Die vor der Küste tätigen Bauarbeiter werden neben ihrer sonstigen Schutzausrüstung auch einen Gehörschutz tragen und daher auch von starkem Lärm, sollte er auftreten, nicht beeinträchtigt werden. Daher wird davon ausgegangen, dass durch Bau und Betrieb des Absenktunnels keine grenzüberschreitenden Auswirkungen durch Lärmbelastungen auf die menschliche Gesundheit auftreten werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Die Untersuchungen zeigen, dass die Projektwirkungen auf der dänischen Seite in der Bau- und Betriebsphase des Absenktunnels zu keinen erheblichen Auswirkungen auf der deutschen Seite führen werden und umgekehrt.

Fazit

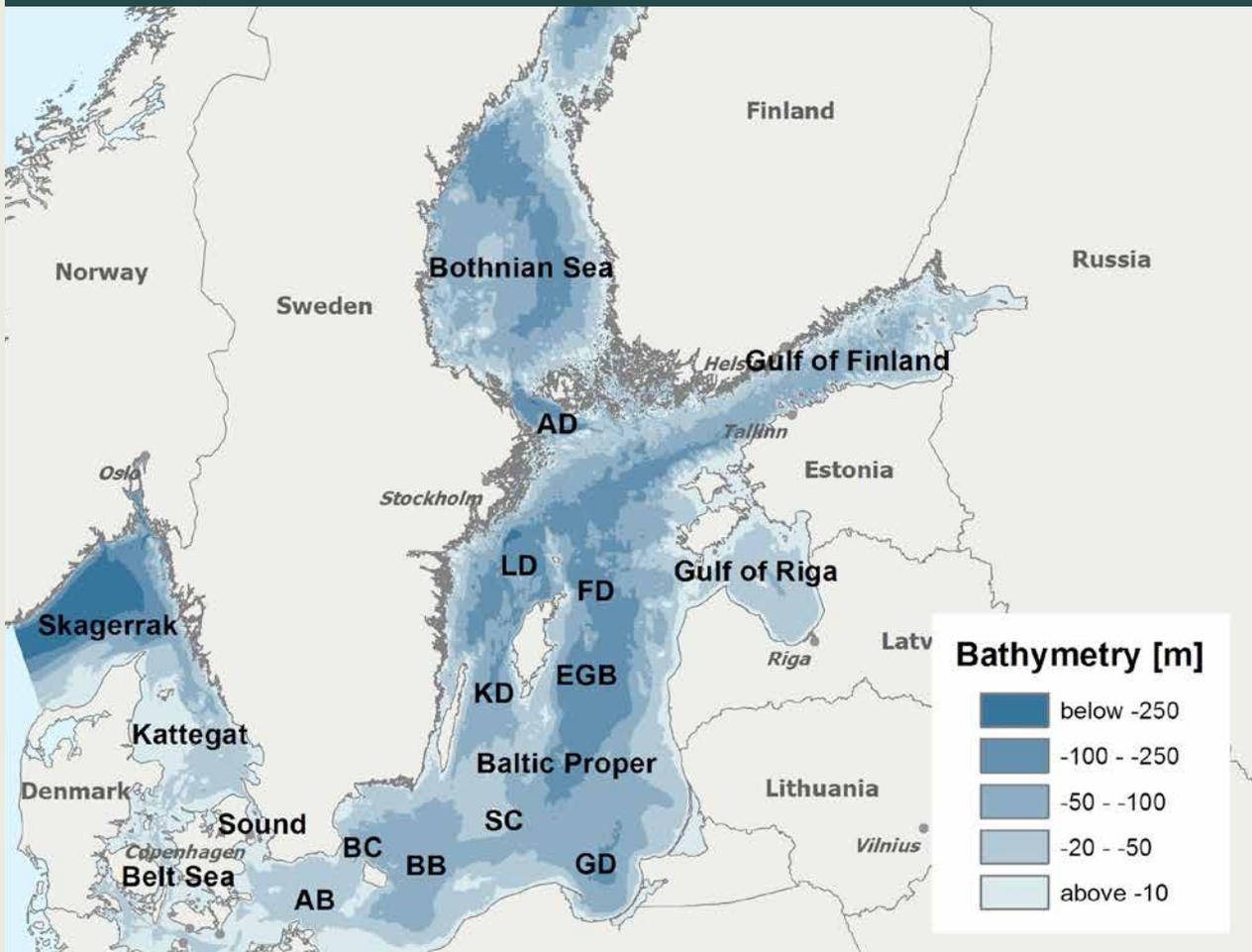
Die Untersuchungen und die Prognose ergeben, dass Bau und Betrieb eines Absenktunnels keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben werden. Die Projektwirkungen auf der dänischen Seite werden nicht zu Auswirkungen auf Menschen und Gesundheit auf der deutschen Seite führen und umgekehrt.

HYDROGRAFIE

Die hydrografischen Verhältnisse im Fehmarnbelt und den angrenzenden Gewässern sind sehr wichtig, da der Wasseraustausch, die physikalischen Eigenschaften des Wassers und die Wellenbewegungen die Rahmenbedingungen für eine Reihe von Schutzgütern bestimmen. Die Ostsee wird als „Ästuar“ eingestuft, weil ihr Wasser eine Kombination aus den Süßwasserabläufen in ihrem Einzugsgebiet und dem Salzwasser der Nordsee ist. Die Ostsee ist eines der größten Ästuar weltweit.

Die Unterwasserbauwerke des Absenktunnels können die hydrografischen Bedingungen durch folgende zwei Mechanismen beeinträchtigen, die als Projektwirkungen zu betrachten sind: 1) Bauwerke des Projektes könnten den Austausch von Wassermassen zwischen der Nord- und Ostsee behindern und sich dadurch auch auf den Salzgehalt und die Wasserqualität der Ostsee auswirken und 2) die Bauwerke könnten eine erhöhte Durchmischung der unteren (salzreichen) und oberen (salzarmen) Wasserschichten im Fehmarnbelt verursachen, was Auswirkungen auf den Salzgehalt und die Dichteschichtung in der Ostsee haben kann. In den deutschen und dänischen Hoheitsgewässern sowie in ihren angrenzenden Gewässern wurden deshalb hydrografische Parameter wie Austauschströmungen, Strömungsgeschwindigkeiten, Wasserstände, Salzgehalt, Wassertemperatur und Dichteschichtung untersucht.

ABB. 5 Bathymetrie und geografische Strukturen der Ostsee



Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Untersuchungsergebnisse ergaben eine Behinderung des Wasseraustauschs mit der zentralen Ostsee in der Bauphase von -0,01 %, was auch den dauerhaften Bedingungen nach der Bauphase entspricht. Das lässt den Schluss zu, dass die Auswirkungen der durch Arbeitshafen und Produktionsstätte verursachten Projektwirkungen auf den Wasseraustausch vernachlässigbar sind. Daraus lässt sich außerdem schließen, dass während der Bauphase keine erhebliche Auswirkung auf die Hydrografie in der zentralen Ostsee zu erwarten ist. Der niedrige Prozentwert der Behinderung des Wasseraustauschs ist auf die nur geringfügige Auswirkung der Projektbauwerke auf die Wasserströmung durch den Fehmarnbelt zurückzuführen.

Die von Bau und Betrieb des Absenktunnels ausgehenden Auswirkungen auf die Hydrografie sind somit als gering oder nicht vorhanden einzustufen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Die für andere hydrografische Parameter wie Wasserpegel, Salzgehalt, Temperatur und Dichteschichtung festgestellten Veränderungen sind ebenfalls vernachlässigbar. Das Fazit lautet, dass die hydrografischen

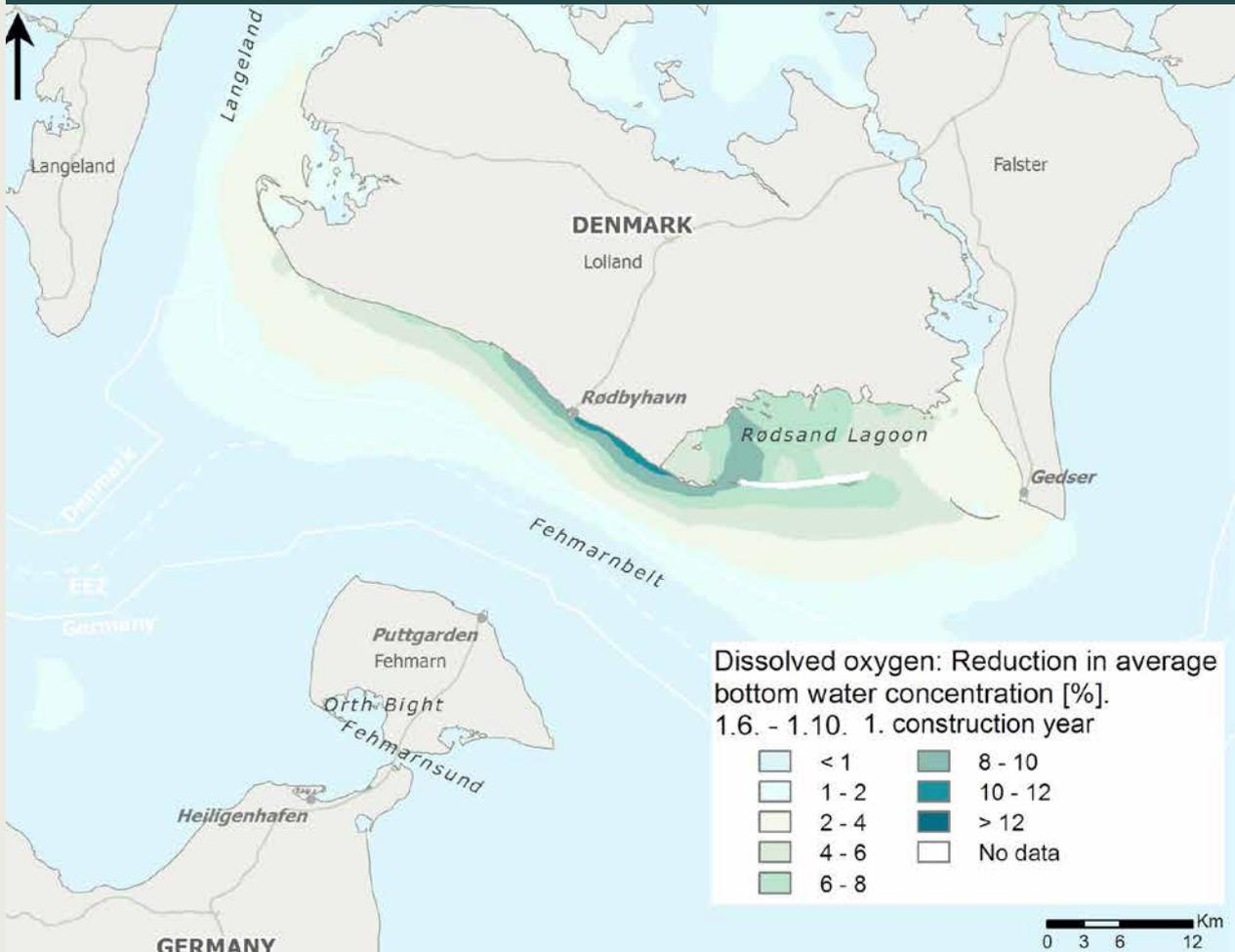
Veränderungen in dänischen Gewässern zu keinen Veränderungen in deutschen Gewässern führen und umgekehrt.

Fazit

Somit ergeben die Untersuchungen und die Prognose, dass der Bau und der Betrieb eines Absenktunnels nur unerhebliche Auswirkungen auf die Hydrografie (Wasserpegel, Salzgehalt, Temperatur und Dichteschichtung) der Ostsee und der Hoheitsgewässer im grenzüberschreitenden Raum haben werden. Die Untersuchungen zeigen zudem, dass Norwegen überhaupt keinen Auswirkungen ausgesetzt sein wird. Hinsichtlich des Wasseraustauschs an der Darßer Schwelle lassen sich in Norwegen, Dänemark und Deutschland keinerlei Auswirkungen feststellen, während die restlichen Ostseeanrainer von unerheblichen Auswirkungen betroffen sein werden.

Das Fazit lautet, dass die hydrografischen Veränderungen in dänischen Gewässern zu keinen weiteren Veränderungen in deutschen Gewässern führen und umgekehrt.

ABB. 6 Sauerstoffrückgang in der bodennahen Wasserschicht (% , Juni-Oktober des 1. Baujahrs) beim Bau eines Absenktunnels



WASSERQUALITÄT

Die Wasserqualität drückt die Umweltqualität im weiteren Sinne aus und kann als „Randbedingung“ für das Vorhandensein von im Wasser lebenden Organismen, Pflanzen- und Tierbeständen sowie für die Badewasserqualität betrachtet werden. Die Wasserqualität wird durch natürliche Bedingungen wie Hydrografie, Nährstoffeintrag aus angrenzenden Gewässern und Landgebieten und Stoffaustausch mit dem Meeresboden und der Atmosphäre beeinflusst.

Folgende Projektwirkungen können die Wasserqualität im Fehmarnbelt beeinträchtigen und so potenziell Auswirkungen auf die grenzüberschreitenden Hoheitsgewässer in der Ostsee haben: 1) Einleitung von Abwässern; 2) Freisetzung von organischen Stoffen, Nährstoffen und Schadstoffen aus ausgehobenem Sediment; 3) verstärkte vertikale Vermischung der oberen und unteren Wasserschichten im Fehmarnbelt und mögliche sich daraus ergebende Veränderungen der Dichteschichtung in der Ostsee und Umverteilung von Nährstoffen und gelöstem Sauerstoff; sowie 4) Herabsetzung der Badewasserqualität.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Einleitung von Abwässern

Gemäß der Entwurfsplanung des Absenktunnels wird die Einleitung von Abwässern aus Baumaßnahmen nicht mehr als insgesamt durchschnittlich $1 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen. Die Ausleitungsöffnungen werden so im Offshore-Bereich platziert, dass eine ausreichende Vermischung und Verdünnung in den deutschen und dänischen Hoheitsgewässern gewährleistet ist. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass außerhalb deutscher und dänischer Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auftreten werden. Laut Auswirkungsprognose haben die Abwässer keine Wirkung auf den Salzgehalt und die allgemeine Hydrografie, weder in der Nähe der Einleitungspunkte noch in einem größeren Bereich, wenn man die normalen Schwankungen des Salzgehalts in den betroffenen Bereichen (9–25 PSU) und den effizienten Durchfluss in Betracht zieht. Zu den Einleitungen könnte auch Abwasser aus einer Entsalzungsanlage gehören, die als technische Lösung für die Wasserversorgung der Produktionsstätte in Frage kommt. Dieses Abwasser hat zwar einen sehr hohen Salzgehalt, aufgrund der starken Verdünnung würden jedoch bei der Einleitung in den

Fehmarnbelt keine negativen Auswirkungen eintreten. Die Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Auswirkungen lokal begrenzt sein und sich nicht auf den ganzen Fehmarnbelt ausdehnen und keine grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer haben werden.

Freisetzungen aus ausgehobenem Sediment

Organisches Material: In Gebieten mit dem stärksten Rückgang der Sauerstoffkonzentration wie in der Rødsand-Lagune (östlich des Tunnes auf dänischem Hoheitsgebiet) sinkt die Sauerstoffkonzentration aufgrund der Freisetzung von organischem Material aus ausgehobenem Sediment nicht unter 6 mg O₂/l. Dadurch wird es, wenn man für die Absenkung der Sauerstoffkonzentration eine kritische Schwelle von 4 mg O₂/l ansetzt, durch die Nassbaggerarbeiten nicht zu einer zusätzlichen Projektwirkung auf das Benthos kommen. Damit gilt die Beeinträchtigung durch die indirekte Sauerstoffminderung durch freigesetztes organisches Material als unerheblich. Da die Auswirkungen auf die Sauerstoffkonzentration in den lokalen Gewässern nur unerheblich sind, lautet das Fazit, dass die Freisetzung von organischem Material durch Nassbaggerarbeiten keine Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt grenzüberschreitender Gewässer außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer haben wird (siehe Abb. 6).

Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor): Der tägliche Bedarf an (und die Aufnahme von) Stickstoff und Phosphor durch das Phytoplankton in einer 100 m breiten Zone entlang der gesamten Linienführung wird auf 553 kg N und 35 kg P berechnet. Bei Stickstoff liegt die tägliche Aufnahme um drei Größenordnungen höher als die geschätzte mittlere Freisetzung. Bei Phosphor liegt der Bedarf etwa 15-mal höher als die durchschnittliche Freisetzung und 7-mal höher als die maximale Freisetzung. Somit sind die Freisetzungsraten in Bezug auf den natürlichen Bedarf vernachlässigbar, und Auswirkungen durch die Freisetzung von Nährstoffen aus dem Sediment können ausgeschlossen werden. Das Fazit lautet, dass während der Nassbaggerarbeiten keine grenzüberschreitenden Auswirkungen von Nährstoffen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer ausgehen werden.

Schwermetalle: Hinsichtlich der Freisetzung von Schwermetallen während der Nassbaggerarbeiten haben frühere Untersuchungen an Sediment aus dem Fehmarnbelt gezeigt, dass die Freisetzung von Schwermetallen aus suspendiertem Sediment gering ausfällt und typischerweise nur 1 % der Metallkonzentration im Sediment beträgt. Aufgrund der sehr geringen Schwermetallkonzentrationen im Sediment darf geschlossen

werden, dass die während des Nassbaggerns im Fehmarnbelt freigesetzten Schwermetalle keine Auswirkungen auf benthische oder pelagische Organismen haben werden. Grenzüberschreitende Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer sind somit ausgeschlossen.

Persistente organische Schadstoffe: Mit Ausnahme einer einzelnen Probe lag die Konzentration von PCB im Oberflächensediment deutlich unterhalb der Schwellenwerte der deutschen und dänischen Normen. Es ist daher davon auszugehen, dass keine Auswirkungen im Zusammenhang mit der Freisetzung von PCB während der Nassbaggerarbeiten und der anschließenden Ablagerung von PCB auf dem Meeresboden auftreten. Wie bei anderen in neuerer Zeit eingetragenen Schadstoffen ist das Vorkommen von DDT auf die oberen 10 bis 15 cm des Sediments begrenzt. Unterhalb von 10 cm Tiefe erreichen die PAK Hintergrundkonzentrationen, die im Durchschnitt zehnmal geringer sind als an der Oberfläche. Als in neuester Zeit eingetragener Schadstoff liegt die TBT-Konzentration unterhalb 10 cm Sedimenttiefe bei Null (Hintergrundkonzentration). Das Fazit lautet somit, dass wegen der Freisetzung oder Ablagerung von ausgehobenem Sediment keine Auswirkungen durch TBT auftreten werden.

Verstärkte vertikale Vermischung von Wasserschichten: Die Modellstudien haben gezeigt, dass die unterseeischen Bauwerke weder während des Baus noch während des Betriebs des Absenktunnels erhebliche Auswirkungen auf die Dichteschichtung des Wassers im Fehmarnbelt oder der zentralen Ostsee haben werden. Deshalb darf gefolgert werden, dass die Auswirkungen der verstärkten vertikalen Vermischung vernachlässigbar sind und keine grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer haben werden.

Auswirkungen auf die Badewasserqualität: Nassbaggerarbeiten sowie veränderliche Abwässer und Einleitungsstellen können Auswirkungen auf die Sichttiefe und die Zahl der vorhandenen Fäkalbakterien im Wasser an den einzelnen Stränden haben und potenziell zu einer Verschlechterung der Badewasserqualität führen.

Die Einleitung von Abwässern wird auf eine Weise und in einem Abstand von der Küste erfolgen, die die derzeitigen Anforderungen erfüllen, sodass das Projekt im Verhältnis zu den derzeitigen Bedingungen nur unerhebliche Auswirkungen auf die Badewasserqualität im Fehmarnbeltgebiet haben wird. Während der Bauphase können die Nassbaggerarbeiten und das Aufspülen von Landgewinnungsflächen jedoch die Sichttiefe des Wassers in einigen Küstenabschnitten beeinträchtigen, was Auswirkungen auf die Nutzung eines der Strände



auf Lolland (Bredfjed) haben kann. Sämtliche Auswirkungen sind lokal begrenzt und werden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen nach sich ziehen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Die Projektwirkungen, die die Wasserqualität beeinträchtigen und so potenziell Auswirkungen auf die deutschen und dänischen Hoheitsgewässer haben können, sind, wie oben bereits erwähnt, lokal begrenzt und von unerheblicher Natur. Das Fazit lautet, dass die Projektwirkungen auf die Wasserqualität auf der dänischen Seite nur zu unerheblichen Auswirkungen auf der deutschen Seite führen werden und umgekehrt.

Fazit

Somit ergeben die Untersuchungen und die Prognose, dass die Einleitung von Abwässern, die Freisetzungen aus dem Aushubmaterial, die verstärkte vertikale Vermischung in der Wassersäule, die Sedimentfreisetzung und die Beeinträchtigung der Badewasserqualität aufgrund des Baus und des Betriebs eines Absenktunnels keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die Wasserqualität außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer haben werden.

Hinsichtlich der grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark werden die Projektwirkungen für die Wasserqualität auf der dänischen Seite nur zu unerheblichen Auswirkungen auf der deutschen Seite führen und umgekehrt.



SEDIMENT UND SOHLFORMEN

Die Projektwirkungen eines Absenktunnels betreffend Sediment und Sohlformen werden durch folgende Faktoren bestimmt:

- Dauerhafte Bauwerke bzw. Strukturen, die einen Teil des Meeresbodens bedecken, wie Landgewinnungsflächen und die Schutzschicht auf dem Tunnel
- Ausbaggern und Verfüllen des Tunnelgrabens, was zu einer Abtragung von Sohlformen, Resuspension von Sedimenten und erneuter Sedimentation der Freisetzungen bei den Nassbagger- und Verfüllarbeiten führt
- Ausbaggern einer Fahrrinne zu Produktionsstätten auf Lolland, was zu einem Abtragen des natürlichen Meeresbodens und damit einer Vertiefung führt
- Errichtung von Arbeitshäfen auf Lolland und Fehmarn, die temporär einen Teil des Meeresbodens einnehmen/verändern
- Nassbaggerarbeiten bei Kriegers Flak für den Abbau von Sand zum Verfüllen des Grabens
- Nassbaggerarbeiten bei Rønne Banke für den Abbau von Sand als Zuschlag für den Beton für die Tunnelelemente

Die durch die Projektwirkungen verursachten Umweltauswirkungen lassen sich in zwei Arten aufteilen: solche, die durch die Flächeninanspruchnahme und temporäre Bauwerke verursacht werden und von Natur aus nicht grenzüberschreitend sein können, und solche, die mit der Sedimentfreisetzung durch die Nassbaggerarbeiten verbunden sind. Die verschiedenen grenzüberschreitenden Auswirkungen sind nachfolgend dargestellt.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Auswirkungen durch Flächeninanspruchnahme und temporäre Bauwerke

Die Auswirkungsprognose für die Morphologie des Meeresbodens zeigt, dass die Auswirkungen ein Gebiet von 1.471 ha innerhalb der Lokalzone betreffen. Zum einen bestehen diese Auswirkungen aus dem Verlust eines Gebiets von 356 ha „sonstigen Meeresbodens“, also von Meeresboden ohne besondere Sohlformen, zum anderen handelt es sich um temporäre Beeinträchtigungen einer Fläche von insgesamt 1.115 ha mit und ohne besondere strömungsabhängige Sohlformen.

Der dauerhafte Verlust von 356 ha Meeresboden entspricht 0,9% des gesamten Meeresbodens innerhalb des Gebiets in einem Abstand von 10 km zur Linienführung (Nahzone und Lokalzone). Der Meeresboden innerhalb des verloren gehenden Bereichs hat keine besondere Bedeutung für die Morphologie des Meeresbodens im Gebiet des Fehmarnbells, und der Verlust wird als unerheblich eingestuft.

Auch die temporären Auswirkungen in dem Gebiet ohne besondere Sohlformen werden als unerheblich eingestuft. Dieses Gebiet umfasst Flächen von etwa 126 ha, die sich innerhalb von 15 bis 20 Jahren nach der Bauphase auf natürliche Art und Weise erneuern werden. Es wird Auswirkungen auf insgesamt 989 ha mit Sohlformen geben, wovon 984 ha sichelförmige Sohlformen und 5 ha Megarippel aufweisen. Die Auswirkungen auf etwa 890 ha werden als gering oder mittel eingestuft.

Die betroffenen Flächen entsprechen zusammen 6,1 % der Fläche von 16.293 ha mit besonderen Sohlformen (Megarippeln, sichelförmigen Sohlformen und anderen strömungsbedingten Sohlformen), die sich in einem Abstand von bis zu 10 km von der Linienführung befindet. Sämtliche Auswirkungen auf die Sohlformen sind temporär. Die meisten Veränderungen (90 %) hängen ausschließlich mit einer temporären Veränderung der Größe der Sohlformen zusammen. Auf der verbleibenden Fläche (103 ha), die weniger als 1 % der Fläche mit besonderen Sohlformen innerhalb von 10 km Abstand zur Linienführung ausmacht, werden die Sohlformen temporär beseitigt werden. Größtenteils werden die Sohlformen auf dieser Fläche innerhalb von maximal 15 bis 28 Jahren vollständig wiederhergestellt sein.

In einem Gebiet von 5 ha mit Megarippeln, welches früher als Sandabbaugebiet und auch als Ablagerungsgebiet für Aushub genutzt wurde, wird die Wiederherstellung der Sohlformen länger dauern, nämlich etwa 30 bis 40 Jahre.

Gemäß den angewandten Bewertungskriterien werden vorübergehende Veränderungen in der Geometrie der Sohlformen als geringe bis mittlere Beeinträchtigung eingestuft. Aufgrund der relativ geringen Fläche, die die betroffenen Sohlformen im Fehmarnbelt einnehmen, sowie der Art der zu erwartenden Veränderungen, werden die Auswirkungen durch Bau und Betrieb eines Absenktunnels auf die Sohlformen als unerheblich für die Morphologie des Meeresbodens eingestuft.

Sämtliche Auswirkungen beschränken sich auf die Lokalzone, weshalb keine grenzüberschreitenden oder regionalen Auswirkungen zu erwarten sind.

Auswirkungen in Bezug auf Sedimentfreisetzung

Sedimentfahnen aufgrund von Aushubarbeiten

Die durch die unterseeischen Arbeiten für die feste Querung entstehenden Sedimentfahnen sind lokal und es gibt keine grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer. Bei Kriegers Flak und Rønne Banke, die beide in dänischen Hoheitsgewässern liegen, befinden sich die sichtbaren Sedimentfahnen um den Nassbagger herum und reichen nicht in die grenzüberschreitenden Regionen hinein. Das ist in beiden Gebieten hauptsächlich auf den geringen Gehalt feinen Sediments in den Sandablagerungen zurückzuführen.

Überschreitung der Sedimentkonzentration

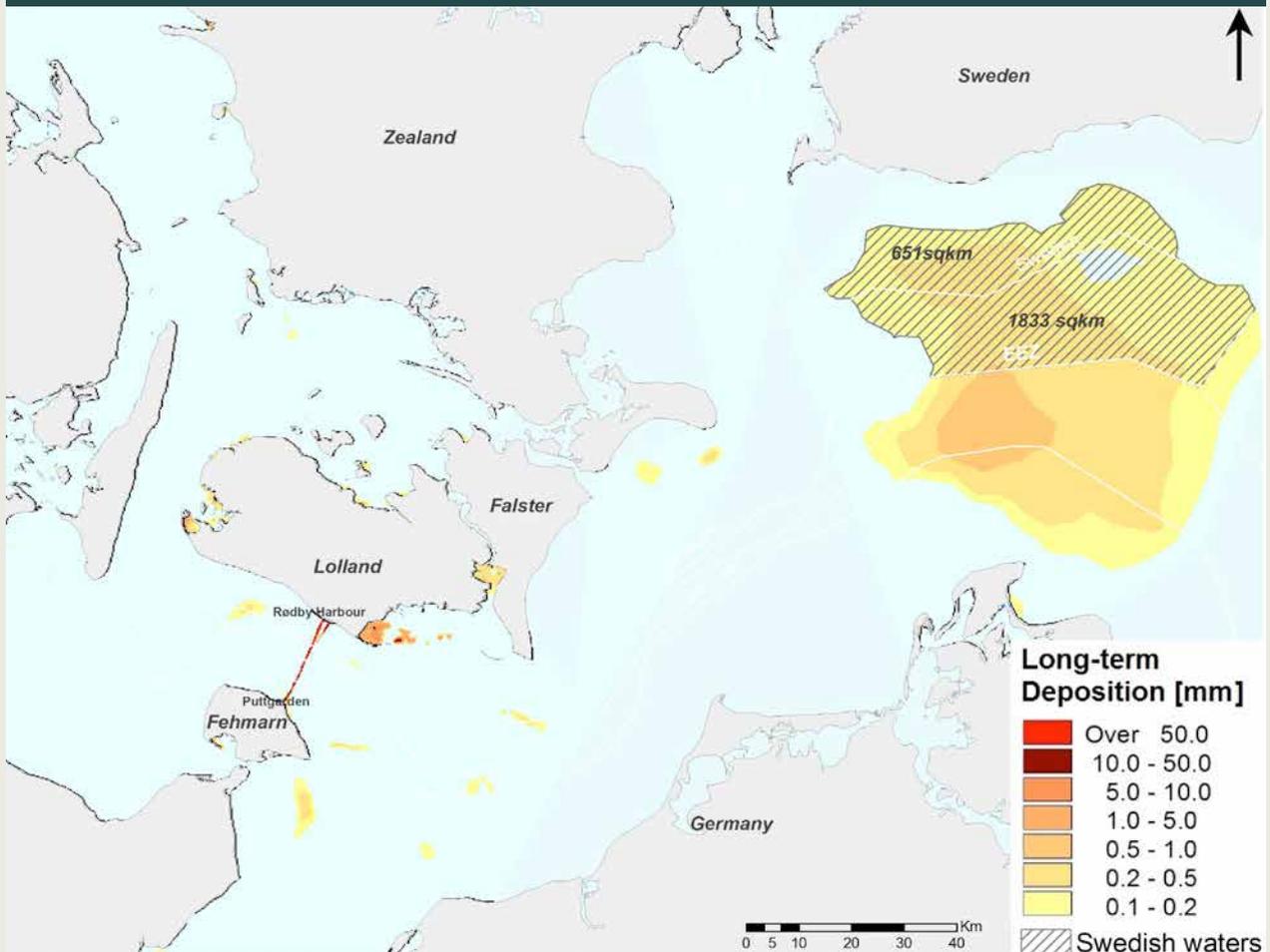
Die sichtbaren Sedimentfahnen an der Oberfläche werden nur in dänischen und deutschen Gewässern zu sehen sein. Außerdem wird zu keiner Zeit während des Baus die Konzentration der Schwebstoffe den physikalischen Schwellenwert für die Sichtbarkeit (2 mg/l) außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer überschreiten. Ähnliche Ergebnisse für Kriegers Flak und Rønne Banke finden sich im Sommer, wenn die Strömungen weniger stark sind und sich die Sedimentfahne nicht weit vom Nassbagger entfernt ausbreitet. Gewässer im grenzüberschreitenden Raum außerhalb von Deutschland und Dänemark werden somit nicht von Sedimentfreisetzungen in den Abbau- und Arbeitszonen betroffen sein.

Ablagerungsmuster

Das abgelagerte Sediment wird so lange resuspendiert, bis es in einem Gebiet mit geeigneten physikalischen Bedingungen zur endgültigen Ablagerung (Sedimentierung) gelangt. Die Ergebnisse aus den Modellversuchen zeigen, dass die endgültigen Ablagerungsgebiete der Sedimentfreisetzungen im Arkonabecken, in den tieferen Gewässern im südlichen Kleinen Belt zwischen Als und Ærø, bei Rødsand sowie an den Rändern der Mecklenburger Bucht liegen, wo auch eine natürliche Ablagerung sehr feiner Sedimente stattfindet. Somit kommt es nur in dänischen, deutschen und schwedischen Gewässern zu Ablagerungen, nicht aber im Rest der grenzüberschreitenden Region (siehe Abb. 7).

Die Gesamtablagerung von Sedimenten aus den Bauarbeiten wird im Arkonabecken weniger als 1 mm betragen, was in Bezug auf die dortige natürliche jährliche Ablagerung in Höhe von etwa 10 mm eine zusätzliche Sedimentablagerung von ca. 10 Prozent bedeutet. Die durch das Projekt verursachte Ablagerung von Sediment, die ausschließlich in Bereichen mit natürlicher Ablagerung vorkommt, wird daher keine Auswirkungen auf Sandbänke, die Sedimentstabilität oder die Sedimentbewegung im Fehmarnbelt oder in grenzüberschreitenden Gewässern haben.

FIGURE 7 Ablagerungsmuster für grobe und feine Sedimentfreisetzungen durch die Bauarbeiten am Ende der Bauphase (ausgenommen Nassbaggerarbeiten bei Kriegers Flak und Rønne Banke)



Bei Rønne Banke und Kriegers Flak, wo der Sandabbau stattfinden kann, entstehen kleine Bereiche mit Ablagerungen feiner Sedimente in Schichtdicken zwischen 0,5 und 2 mm südlich und südöstlich der Abbaugelände. Diese geringe Ablagerungsmenge ist auf die begrenzte Absaugung von Sand und den geringen Anteil an feinen Sedimenten im Sand zurückzuführen. Es wird davon ausgegangen, dass alle Ablagerungen aufgrund des Sandabbaus bei Rønne Banke und Kriegers Flak ausschließlich in deutschen und dänischen Gewässern auftreten und daher keine grenzüberschreitenden Auswirkungen haben.

Die Gesamtablagerung feiner Sedimente aus den Bauarbeiten in grenzüberschreitenden Gewässern wird weniger als 1 mm betragen, was weniger als 10 % der natürlichen jährlichen Ablagerung im Arkonabecken entspricht. Demzufolge wird die Auswirkung durch Ablagerungen als unerheblich eingestuft.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Aufgrund der stark unterschiedlichen hydrografischen Bedingungen im Fehmarnbelt wird sich ein kleiner Anteil der Sedimentfreisetzungen in dänischen Gewässern in deutsche Gewässer ausbreiten und umgekehrt. Die Modellversuche zeigen jedoch, dass die Gebiete, die

möglicherweise von den Schwebstoffen beeinträchtigt werden, in der Nähe der Küsten von Lolland und Fehmarn liegen und dass diese Beeinträchtigung durch die küstennahen Nassbaggerarbeiten bedingt ist. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Sedimentfreisetzung auf der dänischen Seite nur geringfügige, unerhebliche Auswirkungen auf die Morphologie des Meeresbodens auf der deutschen Seite haben wird und umgekehrt.

Der mögliche Sandabbau im dänischen Teil von Rønne Banke kann zu einer vorübergehenden, sehr geringen Verdriftung von freigesetzten Sedimenten in deutsche Gewässer führen. Diese Wirkung ist temporär und wird keine wesentlichen Auswirkungen auf die Umwelt nach sich ziehen.

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass keine grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer auftreten werden. Ausgenommen hiervon sind schwedische Gewässer, in denen unerhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen durch Sedimentfreisetzungen in Form von Sedimentablagerungen aufgrund der Nassbaggerarbeiten im Zuge des Baus des Absenktunnels zu erwarten sind.

KÜSTENMORPHOLOGIE

Die Küstenmorphologie betrifft Änderungen an der Küste und des daran angrenzenden Meeresbodens durch Erosion und Akkumulation. Diese Entwicklungen entlang einer Küste werden in erster Linie durch die sich an der Küste brechenden Wellen verursacht.

Drei Projektwirkungen können die Küstenmorphologie lokal beeinflussen: 1) Landaufspülungen an den Küsten von Lolland und Fehmarn; 2) Schutzriffe in Küstennähe über dem Tunnel; und 3) die ausgebagerte Fahrinne für den Arbeitshafen auf Lolland. Die Auswirkungen auf die Küsten von Lolland und Fehmarn werden durch die Landgewinnung einschließlich neuer Strände verursacht, die einen Teil der ursprünglichen Küstenlinie einnehmen und den natürlichen Transport von Sedimenten entlang der Küste blockieren. Die Wirkung dieser Strukturen besteht darin, den natürlichen Transport des Sandes entlang der Küsten, die sogenannte Umlagerung von Sedimenten, zu unterbrechen. Die Umlagerung von Sedimenten ist vorrangig eine Funktion des Wellenklimas, das wiederum eine Funktion der Windbedingungen ist. Die Windbedingungen werden vom Projekt nicht beeinflusst. Die Landgewinnung und die Schutzriffe, aber auch der Fahrinne zu den Produktionsanlagen auf Lolland werden zu Veränderungen im küstennahen Wellenfeld führen und damit den Sedimenttransport entlang der Küsten von Lolland und Fehmarn verändern. Allerdings sind von dieser Projektwirkung keine grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen zu erwarten.

Die einzigen Projektmaßnahmen, die sich auf die Küsten anderer Ostseeanrainerstaaten auswirken könnten, sind die möglichen Nassbaggerarbeiten bei Kriegers Flak und Rønne Banke, wo der Sandabbau während der Bauphase erfolgen soll. Die Veränderung der Wassertiefe an beiden Standorten könnte die Wellenbedingungen verändern. Wenn die Wellenveränderungen die nahe gelegenen Küsten erreichen, könnte sich eine Auswirkung auf die Küstenmorphologie ergeben.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Der Sandabbau bei Kriegers Flak wird den Meeresboden im Mittel um etwa 1,0 m absenken, also von einer Tiefe von etwa 20 bis 23 m auf eine Tiefe von etwa 21 bis 24 m. Diese Zunahme der Wassertiefe von etwa 5% über die Sandabbaufäche von 10 km² wird nur unerhebliche Auswirkungen auf die Wellenbedingungen im abgesenkten Bereich haben und gar keine Auswirkungen auf die Wellenbedingungen in mehr als 20 km Entfernung vom Sandabbaubereich. Damit bleiben die Wellenbedingungen entlang der nächstgelegenen

Küsten von Møn, Rügen und Südschweden unverändert und es kann geschlossen werden, dass der Sandabbau bei Kriegers Flak die Küstenmorphologie entlang dieser Küsten nicht verändern wird. Daher wird es keine grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer aufgrund der Maßnahmen bei Kriegers Flak geben.

Der Sandabbau bei Rønne Banke wird den Meeresboden im Mittel um etwa 1,0 m (aber wahrscheinlicher nur 0,5 m) absenken, also von einer Tiefe von etwa 17 bis 21 m auf eine Tiefe von etwa 18 bis 22 m. Diese Zunahme der Wassertiefe von etwa 5 % über die Sandabbaufäche von 9 km² wird nur unerhebliche Auswirkungen auf die Wellenbedingungen im vertieften Bereich haben und gar keine Auswirkungen auf die Wellenbedingungen in mehr als 30 km Entfernung vom Sandabbaubereich. Daher wird es keine grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer in der Nähe von Rønne Banke geben.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Für die Landgewinnungsfläche auf Lolland wird eine erhebliche Erosion der Küste östlich des Landgewinnungsgebiets prognostiziert. Daher sind wirksame Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen in Form von Sandvorspülungen in das Projekt aufgenommen worden. Die Landgewinnungsfläche auf Fehmarn kann zu einer geringfügigen möglichen Erosion der Küste südlich von Marienleuchte (Deutschland) führen und auch hier werden Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen durchgeführt. Auf keinen Fall werden die Landgewinnungen auf der dänischen Seite zu Änderungen der Küstenmorphologie auf der deutschen Seite und umgekehrt führen.

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass vom Bau und Betrieb eines Absenktunnels keine Auswirkungen auf die Küstenmorphologie in der grenzüberschreitenden Region ausgehen.

Die Landgewinnung auf der dänischen Seite wird nicht zu grenzüberschreitenden Auswirkungen auf der deutschen Seite führen und umgekehrt.

Ein möglicher Sandabbau bei Kriegers Flak und Rønne Banke wird keine Auswirkung auf die Stabilität der Küsten in der grenzüberschreitenden Region haben.

PLANKTON

Planktonbestände gelten aufgrund ihrer kurzen Generationszeit, der schnellen Bestandsänderungen im Verhältnis zu Umweltveränderungen und des umfassenden Wasseraustauschs mit den angrenzenden Gebieten im Allgemeinen nicht als empfindlich gegenüber Störungen durch die Bauarbeiten. Dessen ungeachtet bilden Phytoplankton und Zooplankton die Grundlage der Nahrungskette und ernähren Fische, am Meeresboden lebende Tiere und Pflanzen und andere Meeresorganismen. Alle Fische und die meisten Wirbellosen sind in ihren jeweiligen Larvenstadien von Plankton als Nahrungsquelle abhängig. Manche Arten wie Muscheln fressen auch Plankton während ihres gesamten Lebenszyklus.

Bezüglich des Planktons treten in grenzüberschreitenden Gewässern vier Projektwirkungen im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb eines Absenktunnels auf: 1) Schwebstoffe; 2) Sedimentation; 3) Freisetzung von Schadstoffen; 4) Habitatverluste. Während des Baus wirken sich Freisetzungen aus den Baggerarbeiten auf die Lichtdurchdringung und Wassertrübung (als Secchi-Tiefe bestimmt) aus, welche wiederum die Primärproduktion, die Phytoplanktonbiomasse und -zusammensetzung und die Zooplanktonproduktion beeinflussen. Darüber hinaus können Schwebstoffe die Dauereier von Ruderfußkrebsen bedecken und sich so auf die Rekrutierung von Ruderfußkrebsen und damit auf die Zusammensetzung der Zooplanktongemeinschaft auswirken.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Schwebstoffe und Sedimentation

Die modellierte Verringerung der Phytoplanktonbiomasse entspricht einer geringen und vernachlässigbaren Stärke der Beeinträchtigung, da sie in jedem Jahr der Bauphase in Wasserbereichen mit besonderer Bedeutung für Plankton (Wassertiefen von > 6 m) weniger als 5 % beträgt. Direkte Auswirkungen auf Zooplankton werden sehr gering sein, da die Schwebstoffkonzentration in den Gebieten, in denen die Zooplanktonbiomasse hoch ist, gering ausfällt.

Schadstofffreisetzung

Bei maximaler Aushubtätigkeit eines Baggers (5000 m³/Tag) wird nicht davon ausgegangen, dass die Konzentration schwer abbaubarer (persistenter) organischer Schadstoffe (PCB, DDT, PAK, TBT) und Schwermetalle die Umweltqualitätsnormen überschreiten wird, die zum Schutz der Meeresumwelt etabliert wurden. Dies gilt auch innerhalb der Sedimentfahne um das Fahrzeug herum. Die Auswirkungen von aus Sedimenten freigesetzten giftigen Chemikalien werden deshalb als unerheblich für Plankton in grenzüberschreitenden Gewässern eingestuft.

Habitatverlust

Dauerhafte Auswirkungen des Absenktunnels stehen mit dem Verlust von pelagischen Planktonhabitaten in Zusammenhang. Das verloren gegangene Volumen stellt etwa 0,03 % des gesamten pelagischen Volumens (0–20 m) im Fehmarnbelt und den angrenzenden Gewässern dar. Ein so geringer Anteil sowie die Tatsache, dass der Verlust fast ausschließlich in Gewässern zu verzeichnen ist, die für Plankton unbedeutend sind, führt zu dem Fazit, dass die durch Habitatverluste verursachte Beeinträchtigung vernachlässigbar ist. Insgesamt gesehen zeigt die Auswirkungsprognose, dass geringe Auswirkungen auf Plankton in deutschen und dänischen Hoheitsgewässern auftreten werden, folglich werden für Plankton keine grenzüberschreitenden Auswirkungen prognostiziert.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Was die grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark betrifft, gehen von dem Projekt keine lokalen Auswirkungen auf Phytoplankton oder Zooplankton in dänischen Gewässern aus, die möglicherweise Auswirkungen in Deutschland zeigen, und umgekehrt.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Plankton verursachen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark werden nicht vorkommen.



BENTHISCHE FLORA

Die benthische Vegetation ist ein wertvoller Bestandteil des Ökosystems Küste, da sie nicht nur ein dreidimensionales Habitat bildet, sondern auch Laich-, Aufwuchs- und Nahrungsstätte für Wirbellose und Fische bietet. Die Habitatfunktion der Vegetation ergibt sich einerseits aus der Komplexität und langen Lebensdauer der Charakterarten, andererseits aus der Größe und Bedeckung des Habitats selbst.

Es wurde ermittelt, dass acht Projektwirkungen des Baus und Betriebs eines Absenktunnels Auswirkungen auf die benthische Flora im Fehmarnbelt und einige davon auch auf die benthische Flora in grenzüberschreitenden Gewässern haben können. Diese Projektwirkungen sind:

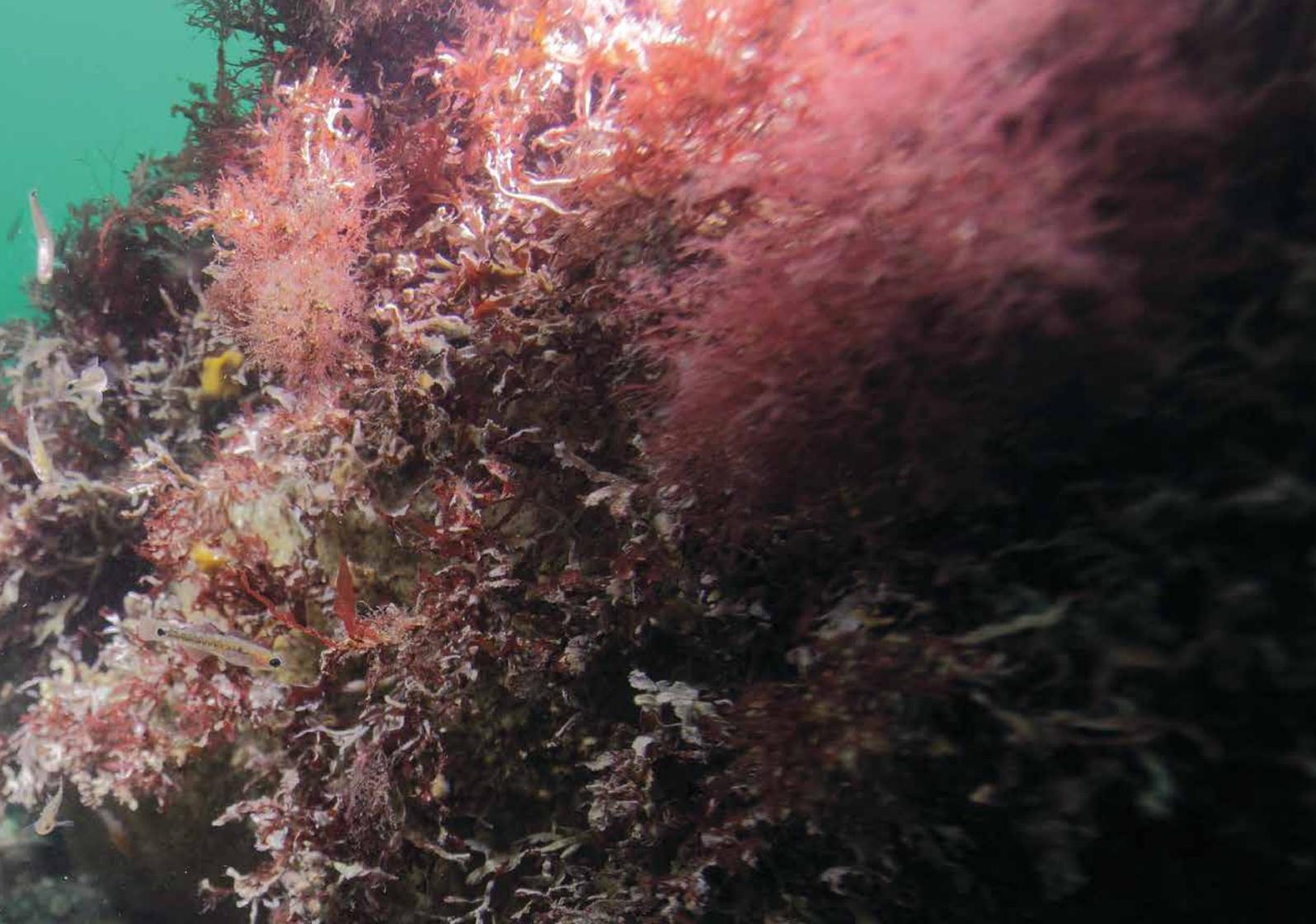
- Schwebstoffe
- Sedimentation
- Schadstofffreisetzung
- Nährstoffe
- Baufahrzeuge und eingeschlepptes Material

- Zusätzliches festes Substrat
- Landgewinnung und Flächeninanspruchnahme des Tunnels
- Entwässerung

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Schwebstoffe und Sedimentation

Während der Bauphase mindert die erhöhte Konzentration von Schwebstoffen im Wasser die für die Photosynthese und damit das Wachstum der benthischen Flora zur Verfügung stehende Lichtmenge. Die Sedimentation dagegen führt zu einer physikalischen Belastung, da das Sediment die für die aktive Photosynthese und die Nährstoffaufnahme aktive Oberfläche verkleinert. Die Modellsimulationen prognostizieren, dass die Reaktion der benthischen Flora auf die erhöhten Schwebstoffkonzentrationen in den ersten beiden Jahren der Bauphase des Absenktunnels am stärksten sein wird. Während der anschließenden Jahre wird die benthische Flora wieder in den Zustand versetzt, der dem der Vergleichssituation ohne Sedimentfreisetzung sehr ähnlich ist. Die maximale Dicke von Sedimentschichten, die länger als 10 Tage vorhanden sein werden, beträgt 8 cm und wird direkt an der Linienführung und in der Røds-



and-Lagune zu beobachten sein. Zeitreihenanalysen für die Rødsand-Lagune haben gezeigt, dass die Sedimente von Zeit zu Zeit resuspendiert werden und die Schichtdicke der abgelagerten Sedimente im Laufe der Zeit dadurch abnimmt.

Freisetzung von Schad- und Nährstoffen sowie Einschleppung fremder Arten

Außerdem sind Einflüsse auf die benthische Flora möglich, wenn Nassbaggermaßnahmen in der Wassersäule zu Konzentrationen oberhalb der Umweltqualitätsnormen (EQS) für Meerwasser führen oder die Nährstofffracht erhöht wird. Während der Bauphase verstärken das höhere Schiffsverkehrsaufkommen und das eingebrachte Material auch das Risiko der Einschleppung fremder Arten. Auswirkungen dieser Projektwirkungen werden aufgrund des geringen Gehalts an Schad- und Nährstoffen im Nassbaggermaterial und des geringen Risikos einer Einschleppung fremder Arten als nicht existent eingestuft. Es wird somit keine Auswirkungen auf die benthische Flora in der grenzüberschreitenden Region während der Bau- und Betriebsphase des Absenktunnels geben.

Baufahrzeuge und eingeschlepptes Material

Der im Zusammenhang mit den Bauarbeiten entstehende zusätzliche Schiffsverkehr ist als geringfügige

Projektwirkung einzustufen, die im Verhältnis zu dem sehr intensiven allgemeinen Schiffsverkehr im Fehmarnbelt zu betrachten ist. Der Fehmarnbelt wird jährlich von rund 38.000 Schiffen auf dem Weg aus und in andere Gewässer passiert. Des Weiteren ist zu erwarten, dass die zusätzlichen Schiffe und etwa eingetragenes Material aus Gewässern mit vergleichbarer benthischer Flora kommen werden, sodass das Risiko einer Einschleppung fremder (invasiver) Arten in den Fehmarnbelt als vernachlässigbar gelten darf.

Zusätzliches Hartsubstrat und das damit verbundene Risiko der Einschleppung fremder Arten sowie Flächeninanspruchnahme und Landgewinnung an Standorten existierender Makroalgengemeinschaften

Weitere wichtige Projektauswirkungen während des Betriebs eines Absenktunnels ergeben sich aus dem zusätzlichen Hartsubstrat, das sich auf benthische Floragemeinschaften auf drei Arten auswirken kann: 1) Einführung von Makroalgengemeinschaften, die auf Hartsubstrat gedeihen, in Gebiete, die zuvor von Weichbodengemeinschaften dominiert wurden; 2) erhöhtes Risiko der Einschleppung fremder Arten und 3) Verlust von Meeresboden durch Flächeninanspruchnahme und Landgewinnung an Standorten existierender Makroalgengemeinschaften.



Insgesamt gesehen wirkt sich ein Absenktunnel auf 298 ha benthische Flora aus, auf 218 ha kommt es zu bauwerkbedingten, auf 80 ha zu baubedingten Auswirkungen. Die verlorenen Flächen (298 ha) liegen fast vollständig in dänischen Gewässern und in der dänischen AWZ. In deutschen Gewässern beträgt der Flächenverlust 0,22 ha: 0,22 ha in deutschen Gewässern und 0 ha in der deutschen AWZ.

Von den acht identifizierten Makroalgengemeinschaften wird nur eine der Prognose zufolge erhebliche Auswirkungen infolge eines Habitatverlusts erfahren, der durch die Flächeninanspruchnahme des Absenktunnels eintritt. Diese Auswirkung wird jedoch nur für die Furcellaria-Makroalgengemeinschaft (Rotalgen) auf Hartsubstrat entlang der Küste von Lolland als erheblich eingestuft. Die Furcellaria-Gemeinschaft ist in der gesamten Ostsee weit verbreitet und zwischen Skagerrak und Bøtensee dominant oder häufig vertreten. Daher bedroht der Verlust den Fortbestand oder die Funktion der Gemeinschaft in der Ostsee nicht und es werden keine grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen eintreten. Die Auswirkungen auf alle anderen benthischen Floragemeinschaften werden als unerheblich und nicht grenzüberschreitend eingestuft.

Entwässerung

Süßwassereinleitungen von an oder auf den Projektbauwerken akkumuliertem Wasser können während des Betriebs zu einer verstärkten Projektwirkung für die benthische Flora führen. Die zusätzliche Einleitung von Regenwasserabläufen der Bauwerke des Absenktunnels, von bei Reinigung und Wartung des Tunnelinneren anfallendem Abwasser und ggf. von Löschwasser wird jedoch auf höchstens 3.500 m³ pro Jahr geschätzt. Die normale Einleitung von der Kläranlage sowie die Entwässerung über Pumpstationen im selben Wasserkreislauf sorgen schon vor der Vermischung und Verdünnung mit dem Wasser im Fehmarnbelt für eine ausreichende Verdünnung. Durch diese Einleitungen werden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die benthische Flora erwartet.

Benthische Flora bei den Abbaugebieten Rønne Banke und Kriegers Flak

Innerhalb des Eingriffsbereichs bei Rønne Banke wurden an den Probenahmestationen keine Makroalgen, kein Seegras und keine sichtbaren Konzentrationen von Mikroalgen (an der Oberfläche des Meeresbodens) beobachtet. Im Eingriffsbereich bei Kriegers Flak oder in dessen Nähe wurden nur sehr begrenzte Mengen an Makroalgen beobachtet, sodass die Auswirkungen auf Makroalgen vernachlässigbar sind. Beim Aushub

des Meeresbodens geht die beobachtete dünne grüne Schicht verloren, die höchstwahrscheinlich aus abgelagerten Algen und benthischen Mikroalgen besteht. Kleine Mikroalgen wachsen sehr schnell (innerhalb von Stunden bis Tagen), weshalb die Algen dieses Gebiet nach Abschluss des Abbaus rasch wieder besiedeln werden. Demzufolge ist die Auswirkung auf Mikroalgen bei Rønne Banke und Kriegers Flak äußerst begrenzt.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Was die grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark betrifft, gehen von dem Projekt aufgrund der Landgewinnungen lokale Auswirkungen auf die benthische Flora in dänischen Gewässern aus, die aber keine Auswirkungen in Deutschland haben werden, und umgekehrt. Außerdem sind die lokalen Auswirkungen in Dänemark deutlich ausgeprägter als in Deutschland.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die benthische Flora verursachen wird.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark werden nicht vorkommen.

BENTHISCHE FAUNA

Die benthischen Faunagemeinschaften im Fehmarnbelt sind wichtige Bestandteile des Meeresökosystems, da die benthische Fauna als Schlüsselverbindung zwischen den Primärproduzenten und den höheren Stufen der Nahrungskette dient. Viele benthische Faunagemeinschaften tragen außerdem zur Bildung des Substrats bei, das ihre Umgebung aktiv gestaltet.

Es wurde festgestellt, dass nur die Wirkintensität der folgenden zwei von acht identifizierten Projektwirkungen Werte annehmen, die das natürliche Maß übersteigen und so potenzielle Auswirkungen auf die benthische Fauna im Fehmarnbelt und den grenzüberschreitenden Gewässern haben können. Diese Projektwirkungen sind:

- Schwebstoffe
- Sedimentation

Der stärkere Schiffsverkehr und der während der Bauphase auftretende Eintrag von Material wie Sand, Kies und Steinen in das Gebiet können zu einer Erhöhung des Risikos der Einschleppung fremder Arten führen. In Bezug auf die benthische Fauna wird diese Auswirkung jedoch als minimal angesehen, da das Bau- und Füll-

material hauptsächlich aus benachbarten Seegebieten stammt, was bedeutet, dass keine fremden Arten eingeschleppt werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Schwebstoffe

Die Modellierung zeigt, dass etwa 57.942 ha benthischer Faunagemeinschaften von Schwebstoffen aus der Bauphase betroffen sein werden. Auf 99% der Fläche zeigt sich eine geringe Stärke der Beeinträchtigung und auf 1 % eine mittlere Stärke, vor allem in der Dendrodoa-Gemeinschaft. Der maximale Rückgang der Muschelbiomasse wird auf 10 % in kleinen, lokal begrenzten Bereichen an den Küsten von Fehmarn und Lolland geschätzt. Diese Auswirkung ist auf die deutschen und dänischen Hoheitsgewässer begrenzt, eine grenzüberschreitende Auswirkung von Schwebstoffen auf die benthische Fauna ist somit ausgeschlossen.

Sedimentation

Die Auswirkung der Sedimentation betrifft alle Faunagemeinschaften, flächenmäßig (16 ha) ist die Arctica-Gemeinschaft jedoch am stärksten in Mitleidenschaft gezogen. Diese Auswirkung wird zum größten Teil um den Tunnelgraben herum (in der 500 m breiten Nahzone) und in der Rødsand-Lagune östlich des Tunnelgrabens erwartet. Den Modellen zufolge kommt es zu einer maximalen Sedimentablagerung von 7 cm in der Nähe des Tunnelgrabens. Im übrigen Gebiet liegen die Sedimentationsraten typischerweise unterhalb von 1 mm pro Tag. Diese Auswirkung ist lokal begrenzt, eine grenzüberschreitende Auswirkung der Sedimentierung auf die benthische Fauna außerhalb deutscher und dänischer Hoheitsgewässer ist somit nicht zu erwarten.

Benthische Fauna bei den Abbaugebieten Rønne Banke und Kriegers Flak

Es wird angenommen, dass Schwebstoffe und Sedimentation aus den Aushubarbeiten bei Kriegers Flak und Rønne Banke keine Auswirkungen auf die angrenzenden Gebiete haben werden, da die Ablagerungsschichten mit weniger als 1 mm sehr dünn sind. Im Vergleich dazu beträgt die natürliche Ablagerung im Arkonabecken während der Bauphase etwa 10 mm. Die Auswirkung des Absenktunnels ruft demnach eine zusätzliche Ablagerung von 10 % hervor. Ablagerungen in diesen Gebieten beeinflussen nicht die benthische Fauna außerhalb deutscher und dänischer Hoheitsgebiete.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Durch Schwebstoffe aus der Bauphase sind etwa 60.000 ha mit benthischen Faunagemeinschaften betroffen. Auf 99 % der Fläche zeigen sich Auswirkungen



von geringer Stärke und auf 1 % von mittlerer Stärke, vor allem in der Mytilus-Gemeinschaft. Der überwiegende Teil der Auswirkungen wird in den flachen Gewässern entlang der Küste von Lolland beobachtet, ein kleinerer betroffener Bereich liegt entlang der nördlichen und östlichen Küste von Fehmarn. Die Schwere der Auswirkung ist zum größten Teil gering und nicht erheblich.

Gemäß der Analysen sind 11.871 ha mit benthischen Faunagemeinschaften von Sedimentation betroffen. Die Auswirkung auf 85 % dieser Fläche ist vernachlässigbar, auf fast 15 % der Fläche unerheblich und auf 16 ha erheblich. Die Auswirkung wird zum größten Teil um den Tunnelgraben herum (in der Nahzone) und in der Rødsand-Lagune erwartet.

Von der Flächeninanspruchnahme sind 584 ha mit benthischen Faunagemeinschaften betroffen. Die meisten Auswirkungen ergeben sich aus dem permanenten Verlust von Meeresboden aufgrund der Landgewinnungsflächen auf Lolland und Fehmarn und aus dem temporären Verlust durch den Tunnelgraben. Alle temporären Auswirkungen werden je nach Standort und betroffener Gemeinschaft innerhalb von 5 bis 22 Jahren wieder aufgehoben sein. Die grenzüberschreitende Auswirkung

aufgrund des vorübergehenden Flächenverlusts wird als nicht erheblich eingestuft.

Durch die Bauten des Absenktunnels werden 149 ha festes Substrat zum Gebiet hinzugefügt, das hauptsächlich (85 %) aus der Schutzschicht auf den Tunnelementen besteht. Die grenzüberschreitende Umweltauswirkung ist nicht erheblich.

Insgesamt wird geschlossen, dass die im Fehmarnbelt selbst auftretenden Auswirkungen lokal stark begrenzt sein werden. Keine der Auswirkungen in dänischen Hoheitsgewässern, die insgesamt gesehen als unerheblich eingestuft werden, haben grenzüberschreitende Auswirkungen auf deutsches Hoheitsgebiet und umgekehrt.

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die benthische Fauna außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer verursachen werden.

Keine der insgesamt gesehen als unerheblich eingestuft Auswirkungen in dänischen Hoheitsgewässern haben grenzüberschreitende Auswirkungen auf deutsches Hoheitsgebiet und umgekehrt.

FISCHÖKOLOGIE

Der Fehmarnbelt spielt eine zentrale Rolle im Wassertauschsystem der Ostsee und ist ein wichtiger Wanderweg für Dorsche, Heringe und Blankaale sowie ein Laichgebiet für eine Reihe verschiedener Fischarten, einschließlich Dorsch und Plattfische.

Es wurden die folgenden Projektwirkungen des Baus und Betriebs eines Absenktunnels im Fehmarnbelt mit Relevanz für die Fische identifiziert. Diese Projektwirkungen sind:

- Neue Landgewinnung (permanenter oder temporärer Verlust von Habitaten)
- Veränderungen der Hydrografie
- Sedimentfreisetzung
- Lärm und Erschütterungen
- Veränderungen / Beeinträchtigungen von Fischhabitaten (indirekte Projektwirkungen)

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Landgewinnung

Die neuen Landgewinnungsflächen werden sich auf den flachen Teil der Nahzone auswirken, wo der auf der Roten Liste stehende Seestichling vorkommt. Außerdem wird die temporäre Veränderung des Meeresbodens die benthischen Arten in größeren Tiefen entlang des Tunnelgrabens in Mitleidenschaft ziehen, wozu auch der auf der Roten Liste geführte Spitzschwanz-Schlange stachelrücken zählt. Allerdings sind die Landgewinnungsflächen und die temporäre Veränderung des Meeresbodens stark lokal begrenzt und erstrecken sich nicht in grenzüberschreitende Gebiete außerhalb des deutschen und dänischen Hoheitsgebiets.

Veränderungen der Hydrografie

Es werden keine durch die Änderungen der Hydrografie bedingten grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer auf die Fische erwartet, die durch den Bau und Betrieb eines Absenktunnels verursacht werden.

Sedimentfreisetzung

Die möglichen direkten grenzüberschreitenden Auswirkungen ergeben sich in erster Linie aus Sedimentfahnen und der Resuspendierung von Sediment. Neben dem Fehmarnbelt werden auch die zentralen Bereiche der

Mecklenburger Bucht und des Arkonabeckens von der Sedimentfreisetzung betroffen sein. In diesen Buchten wird ein mittleres Ausmaß der Sedimentation erwartet (maximale Sedimentablagerung von 0,5 mm während der ersten drei Jahre der Bauphase). Die Mecklenburger Bucht und das Arkonabecken sind bedeutende Laichgründe für Plattfische, insbesondere für den Dorsch. Eine temporäre Beeinträchtigung der Eier und Larven dieser Arten kann nicht ausgeschlossen werden, wobei jedoch die natürliche Hintergrundkonzentration der Schwebstoffe als deutlich schwerere Belastung angesehen wird.

Veränderungen/Beeinträchtigungen von Fischhabitaten und Lärm/Erschütterungen

Während der Bauphase wird durch das Ausheben des Tunnelgrabens und das Absenken der Tunnelelemente die Ausbildung einer Barrierewirkung für anadrome Fischarten, die den größten Teil ihres adulten Lebens im Meer verbringen, zum Ablaichen jedoch Süßwassergewässer aufsuchen, und für Fischarten mit langfristigen Wanderungsbewegungen (Dorsch, Wittling, Hering und Sprotte) erwartet. Diese Arten meiden Gebiete mit starken Sedimentfahnen sowie Lärm und Erschütterungen. Daher erreichen wandernde Fischarten möglicherweise die bedeutenden Bereiche (Laich- und Nahrungsgründe) in angrenzenden Gewässern nicht.

Sedimentfreisetzung und Lärm können temporäre lokale Beeinträchtigungen auf die Wanderung des Rügen-Herings von dessen Laichgründen bei Rügen zu den Nahrungsgründen im Skagerrak mit sich führen. Dies kann möglicherweise theoretische Auswirkungen auf Bestände in norwegischen und schwedischen Gewässern haben. Der Bau eines Absenktunnels kann sich auch auf die Laichwanderung des Dorschs und lokal das Überleben seiner Eier und Larven auswirken, was theoretisch die Dorschrekrutierung in schwedischen und polnischen Gewässern beeinflussen kann. Auswirkungen auf die Wanderung des Wittlings von den Aufzuchtgründen in der Ostsee zurück in die Nordsee könnten ebenfalls einen Einfluss auf den Wittlingsbestand außerhalb des Projektgebiets haben, wogegen Auswirkungen auf die Sprottenwanderungen nur lokal zu erwarten sind. Die Auswirkungen sind alle temporär und allgemein von sehr geringer Intensität, weshalb nur mit unerheblichen und indirekten grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen außerhalb deutscher und dänischer Gewässer gerechnet wird. Während des Betriebs des Absenktunnels treten derartige Auswirkungen auf die Ökologie der Fische nicht auf.

Die Auswirkungen auf Sprotten sind nur lokal.



Fischökologie bei Rønne Banke und Kriegers Flak
Aufgrund der geringen Intensität direkter Auswirkungen der Sedimentation bei Rønne Banke und Kriegers Flak werden die möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen für diese Bereiche als unerheblich eingestuft. Insgesamt wird geschlossen, dass es aufgrund des Sandabbaus keine Auswirkungen auf die Fische in den Abbaugebieten geben wird. Außerhalb der Abbaugebiete sind die Auswirkungen sehr begrenzt. Darüber hinaus sind die Auswirkungen im Abbaugebiet temporär und haben keine erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt der Ostseeregion.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark
Außerhalb der Nahzone werden ausschließlich unerhebliche oder geringe Auswirkungen erwartet. Innerhalb der Nahzone sind die meisten Auswirkungen als Verlust von Meeresboden zu erwarten, wo die Landgewinnung sowohl in den deutschen und dänischen flachen Gewässern die Aufzuchtgründe für Dorsch und Plattfische, aber auch die Habitate von Flachwasserarten verkleinert.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark während der Betriebsphase

des Absenktunnels sind von geringer Bedeutung oder unerheblich (Lärmemissionen, Sedimentfreisetzung und Barrierewirkung).

Die meisten Auswirkungen auf Fische treten in der deutschen und dänischen Nahzone auf, sind also nicht grenzüberschreitend. Von grenzüberschreitenden Auswirkungen sind nur Fischarten betroffen, die, wie Dorsch, Wittling und Hering, in andere Gewässern wandern. Die Auswirkungen auf diese Fischarten sind gering und unerheblich.

Das Fazit lautet, dass die Projektwirkungen für die Fischökologie auf der dänischen Seite nur zu unerheblichen Auswirkungen auf der deutschen Seite führen werden und umgekehrt.

Fazit
Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels unerhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen außerhalb des dänischen und deutschen Hoheitsgebiets auf einige Fischarten (Dorsch, Hering, Wittling) haben wird.

Die Projektwirkungen für die Fischökologie auf der dänischen Seite werden nur zu unerheblichen Auswirkungen auf der deutschen Seite führen und umgekehrt.

KOMMERZIELLER FISCHFANG

Ein Infrastrukturprojekt wie der Bau und der Betrieb eines Absenktunnels im Fehmarnbelt kann sich auf Fischbestände und den Zugang zu Fischereigeieten auswirken, was wiederum finanzielle Folgen für den kommerziellen Fischfang haben kann.

Die folgenden Projektwirkungen sind relevant für den kommerziellen Fischfang und dessen Ressourcen (kommerziell genutzte Fischarten):

- Landgewinnung
- Sedimentfreisetzung
- Lärm und Erschütterungen
- Veränderungen der Hydrografie
- Andere Projektwirkungen, die Vermeidungsreaktionen und den Verlust von Fischhabitaten verursachen können. Die Wirkintensität der durch Licht, elektromagnetische Felder und Schadstoffe bedingten Projektwirkungen wurde als unerheblich eingestuft.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Einige der im Fehmarnbelt vorkommenden, kommerziell genutzten Fischarten legen lange Entfernungen zwischen Laich-, Aufzucht- und Nahrungsgründen zurück. Während dieser Wanderungen und der Verweilphasen ziehen die kommerziell genutzten Arten durch die Hoheitsgewässer anderer Länder oder durch internationale Gewässer, können auch dort verweilen und stehen damit für den dortigen Fischfang zur Verfügung. Es wird daher anerkannt, dass es indirekte Auswirkungen auf die kommerzielle Fischerei in anderen Ländern gibt, wenn der Bau des Absenktunnels Auswirkungen auf die gemeinsamen kommerziell genutzten Fischbestände hat.

Landgewinnung

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Fischfang mit Schleppnetzen, Kiemennetzen und Waden im Fehmarnbelt während des Baus und Betriebs des Absenktunnels sowie durch die Landgewinnung/Flächeninanspruchnahme nicht belastet wird, da dieser Fischfang in tieferen Gewässern stattfindet. Da das Wanderverhalten der Fische (z. B. von Hering, Dorsch und Aal) nicht beeinflusst wird, wird es keine Auswirkungen auf weiter entfernte Subpopulationen und auf die weiter entfernte Befischung dieser Arten, die im Fehmarnbelt vorkommen, geben. Daher wird es im Fall der kommerziellen Fischerei keine grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer geben.

Sedimentfreisetzung und Lärm/Erschütterungen

Während der Bau- und Betriebsmaßnahmen wird es keine Auswirkungen auf die Bundgarnreusenfischerei in der Region Fehmarnbelt geben, obwohl die Sedimentfahnen entlang der Küstenbereiche von Lolland am stärksten ausgeprägt sein werden und für kurze Zeitintervalle eine Auswirkung haben können. Die Auswirkung auf die Bundgarnfischerei ist jedoch nur im lokalen Maßstab relevant, Einschränkungen des Fischfangs außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer werden nicht vorkommen. Allgemein gesagt fallen die Auswirkungen der Projektwirkungen des Tunnels, darunter Sedimentfreisetzung, Lärm und Erschütterungen, in allen Fällen geringfügig oder unerheblich aus.

Änderungen der Hydrografie und andere Projektwirkungen

Hydrografische Veränderungen, wie sie aufgrund von Landgewinnungen und Baumaßnahmen auf dem Meeresboden auftreten, können sich durch Vermeidungsverhalten oder die Umverteilung kommerziell genutzter Fischarten auf die Erträge des Fischfangs auswirken. Auch Änderungen der Meeresbodensubstrate können eine der Ursachen sein.

Die Auswirkungen von Bau, Betrieb und Bauwerken des Absenktunnels auf alle kommerziell genutzten Fischbestände mit ausgedehnter geografischer Verbreitung wurden als gering bis mittel eingestuft. Erhebliche Auswirkungen wurden nur in unmittelbarer Nähe der festen Querung registriert. Diese Auswirkungen sind jedoch als lokal begrenzt eingestuft und können damit in Bezug auf mögliche Auswirkungen auf andere Fischbestände außerhalb eines lokal begrenzten Bereichs als unerheblich gelten.

Kommerzieller Fischfang bei Rønne Banke und Kriegers Flak

Auswirkungen der Nassbaggerarbeiten bei Rønne Banke und Kriegers Flak auf den kommerziellen Fischfang (dort wird ausschließlich mit Schleppnetzen gefischt) sind auf den Verlust von Fischen in den Abbaugebieten aufgrund des Verlusts von Nahrungsquellen zurückzuführen. Diese Auswirkung wird nur für einen Zeitraum von fünf Jahren erwartet. Anschließend wird mit einer Neubesiedlung durch benthische In- und Epifauna gerechnet. Außerdem könnte die Fischerei durch Fischfangeinschränkungen während der Nassbaggermaßnahmen beeinträchtigt werden. Diese Auswirkung ist jedoch gering (Tage) und temporär auf den Zeitraum der Nassbaggerarbeiten begrenzt. Da es aufgrund der erhöhten Sedimentablagerung zu einer Umverteilung der Fische kommen kann, wird es in diesem Bereich zu geringen Auswirkungen auf die Schleppnetzfischerei



kommen. Diese Auswirkungen sind jedoch temporär und werden nach wenigen Monaten vernachlässigbar sein.

Die Auswirkung auf Schleppnetz- und Netzfischerei bei Kriegers Flak innerhalb des Abbaueitraums (Tage) ist nur gering, da die Fische in andere Bereiche ausweichen, in denen sie gefangen werden können. Die Auswirkung auf die Fischerei ist nur kurzfristig (während der Abbauphase). In Verbindung mit dem Sandabbau wird die Fischerei während der Abbauphasen beeinträchtigt. Aufgrund des Kollisionsrisikos wird es Zonen um die Abbaustandorte herum geben, in denen kein Fischfang erlaubt ist. Unabhängig vom Ausmaß wird diese Auswirkung jeweils nur sehr kurzfristig (Stunden) eintreten

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Der Fischfang mit Schleppnetzen, Kiemennetzen, Bundgarnreusen und dänischen Wadennetzen wird durch den Bau und Betrieb eines Absenktunnels nur lokal beeinträchtigt. Mit Ausnahme der Bundgarnreusenfischerei, die lokal erhebliche Auswirkungen erfährt, sind die Auswirkungen auf den Fischfang unerheblich.

Die Projektwirkungen aufgrund des Baus und Betriebs eines Absenktunnels haben keine grenzüberschreiten-

den Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels in der Bauphase temporäre Auswirkungen auf den kommerziellen Fischfang haben wird, die sich jedoch nicht über die deutschen und dänischen Hoheitsgewässer hinaus erstrecken.

Bei Rønne Banke und Kriegers Flak sind die Auswirkungen auf den Fischfang vernachlässigbar, da sie in erster Linie innerhalb des Abbaugebiets zu verzeichnen sind, wo kein Fischfang betrieben wird.

Insgesamt gesehen zeigt die Untersuchung, dass Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf den kommerziellen Fischfang verursachen.

Die Projektwirkungen auf den kommerziellen Fischfang auf der dänischen Seite werden nicht zu Auswirkungen auf der deutschen Seite führen und umgekehrt.

MEERESSÄUGETIERE

Der Fehmarnbelt in der Ostsee ist regelmäßiger Aufenthaltsort von drei Arten von Meeressäugern, die als Raubtiere ganz oben in der Nahrungskette auftreten. Diese Arten sind:

- der Schweinswal, ein Kleinwal, der in der westlichen Ostsee und der Nordsee weit verbreitet ist;
- der Seehund mit Ruheplätzen in der Rødsand-Lagune, der einen erheblichen Anteil der kleinen Teilpopulation in der westlichen Ostsee darstellt;
- die Kegelrobbe, die ihren einzigen dänischen Brutplatz in der Rødsand-Lagune hat, der gleichzeitig den südlichsten Brutplatz der Ostseepopulation darstellt.

Es konnten fünf durch Bau und Betrieb eines Absenktunnels hervorgerufene Projektwirkungen für Meeressäugtiere identifiziert werden:

- durch Baumaßnahmen verursachter Lärm
- Habitatverlust und -änderung
- Schadstoffe
- Barrierewirkungen
- Schwebstoffe

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Von den drei Meeressäugtierarten, die im Fehmarnbelt vorkommen, wird nur der Schweinswal von dem Projekt möglicherweise direkt betroffen sein. Seehunde und Kegelrobben suchen nur selten in der Nahzone der geplanten Linienführung nach Nahrung und ihre Liegeplätze liegen mindestens 8,5 km von der Linienführung entfernt, sodass sie keinen Auswirkungen unterliegen, es sei denn indirekt durch Barriereneffekte und Schwebstoffe.

Lärm

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass im Winter und Sommer nur 3 bis 7 einzelne Schweinswale vom Lärm betroffen sein werden, womit maximal 0,45 % des lokalen Bestands im Untersuchungsgebiet Fehmarnbelt und weniger als 0,1 % der Population in der Beltsee und westlichen Ostsee gestört werden. Die maximale Zahl der durch Unterwasserlärm betroffenen Schweinswale beträgt 3 durch Nassbaggerarbeiten und 4 durch das Einrammen von Spundwänden. Die Auswirkung ist daher für das Auftreten (Überwintern) und die Aufzuchtgebiete der Schweinswale auf Bestandesebene unerheblich (< 1 % des Bestands im Untersuchungsgebiet des Fehmarnbelts und des Bestands der Ostsee).

Habitatverlust und -änderung

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass nur 1 bis 2 einzelne Schweinswale von einem durch Baumaßnahmen verursachten Habitatverlust betroffen sein werden, womit maximal 0,1 % des lokalen Bestands im Untersuchungsgebiet des Fehmarnbelts und weniger als 0,1 % der Population in der Beltsee und westlichen Ostsee gestört werden. Weniger als ein Schweinswal wird durch den Habitatverlust in der Betriebsphase betroffen sein, d. h. weniger als 0,1 % des lokalen Bestands im Untersuchungsgebiet des Fehmarnbelts. Die Auswirkung ist somit für den Bestand in der Beltsee und in der westlichen Ostsee unerheblich.

Schadstoffe

Die Schadstoffwerte im Untersuchungsgebiet des Fehmarnbelts entsprachen der niedrigsten Sedimentqualitätsrichtlinie (Auslösewert), bei welcher der Schadstoffwert nahezu keine nachteiligen Effekte hat, oder lagen darunter. Aus diesem Grund wird keine Auswirkung durch aufgrund des Projekts freigesetzte Schadstoffe für Meeressäugtiere im Fehmarnbelt oder für die Population in den grenzüberschreitenden Gewässern der Beltsee und der westlichen Ostsee prognostiziert.

Barrierewirkungen

Angesichts der Tatsache, dass während der Bauzeit weniger als 30 % des Linienführungsbereichs gleichzeitig durch das Projekt und dessen baubedingte Barrierewirkungen betroffen sein werden, lässt sich schließen, dass während der Bauarbeiten keine lokale Auswirkung durch Barrierewirkungen zu erwarten ist, da die Tiere problemlos an den jeweiligen Baggerabschnitten vorbei schwimmen können. Somit ist davon auszugehen, dass diese Projektwirkung keine Auswirkungen auf die Population in der Beltsee und der westlichen Ostsee hat. Es wird keine Auswirkung durch den Tunnel im Betrieb eintreten, da die Tiere über den Tunnel hinweg schwimmen können, sobald er fertig ist.

Schwebstoffe

Die bei den Aushubarbeiten für den Tunnelgraben und die temporären Arbeitshäfen auftretenden Sedimentfreisetzungen werden den Schwebstoffgehalt des Wassers erhöhen. Der Schweinswal, der sich mithilfe von Echolot orientiert, ist an Bedingungen wie starke Wassertrübung angepasst. Seehund und Robbe spüren ihre Beute mit den Barthaaren (Vibrissae) auf und sind daher nicht ausschließlich von der Sicht abhängig. Aus diesen Gründen werden keine Auswirkungen auf Meeressäugtiere durch baubedingte Sedimentfreisetzungen erwartet.

Meeressäugtiere bei den Abbaugebieten Rønne Banke und Kriegers Flak

Die geplanten Sandabbaumaßnahmen bei Rønne Banke werden geringe Auswirkungen auf die Schweinswale, Seehunde und Kegelrobben in diesem Gebiet haben.



Es leben nur wenige Tiere in diesen Bereichen und es ist nicht davon auszugehen, dass die Geräuschpegel sich in größerer Entfernung auf die Tiere auswirken werden. Die Auswirkung auf Meeressäuger wird als unerheblich eingestuft. Angesichts der Ergebnisse der Modellierung der Sedimentfreisetzung ist nicht zu erwarten, dass die Sedimentfahnen eine direkte Auswirkung auf Meeressäuger in der Nähe der Standorte verursachen werden. Die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Beute, insbesondere jungen Fischen, werden als gering eingestuft. Da jedoch erwartungsgemäß bei Kriegers Flak nur sehr kleine Bereiche des gesamten Gebiets betroffen sein werden, das den Tieren zur Verfügung steht, und da diese Auswirkung nur von kurzer Dauer sein wird, sind keine erheblichen negativen Auswirkungen der Sedimentumverteilung in der Nähe der Abbaubereiche zu erwarten.

Insgesamt hat der Rohstoffabbau bei Kriegers Flak und Rønne Banke in erster Linie temporäre Auswirkungen, die sich nicht über die deutschen und dänischen Hoheitsgewässer hinaus erstrecken und somit keine Auswirkung auf Meeressäuger in grenzüberschreitenden Gewässern nach sich ziehen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Wenngleich es keine erheblichen Auswirkungen auf den

Schweinswal geben wird, wird doch in einem kleinen Bereich der Baulärm so stark sein, dass er ein Vermeidungsverhalten auslösen kann. Im schlimmsten Fall werden die Nassbaggerarbeiten eine durchgehende Lärmbarriere oberhalb von 144 dB re 1µPa²s über eine Strecke von etwa 5,3 km bilden, was weniger als 30 % der Gesamtlänge der Linienführung entspricht.

Wie für die grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen beschrieben, wird auch die Schwere der Beeinträchtigungen durch Sedimentfreisetzung, Flächeninanspruchnahme, Habitatveränderung und Verringerung des Nahrungsangebots als vernachlässigbar für die grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Dänemark und Deutschland angesehen.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Meeressäuger verursachen.

Die Schwere der Beeinträchtigung aus der Sedimentfreisetzung, der Flächeninanspruchnahme, der Habitatveränderung und der Verringerung des Nahrungsangebots wird als vernachlässigbar für die grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Dänemark und Deutschland angesehen.

VÖGEL

Die Vogelgemeinschaft im Fehmarnbelt wird von nicht-brütenden Wasservögeln dominiert, die das Gebiet zum Mäusern, Rasten oder Überwintern nutzen. Dazu kommt eine Reihe von Vogelarten, die das Gebiet auf ihrem Zug passieren. Während der Untersuchung im Hinblick auf mögliche Auswirkungen eines Absenktunnels auf die Umwelt wurden am Fehmarnbelt über 200 Vogelarten beurteilt. In diesem Bericht werden allerdings nur die Arten besprochen, bei denen eine mögliche grenzüberschreitende Auswirkung zu erwarten ist.

Es konnten vier durch Bau und Betrieb eines Absenktunnels hervorgerufene Projektwirkungen für Vögel identifiziert werden:

- 1 Habitatverlust und -änderung
- 2 Barrierewirkungen und Störungen durch Arbeitsschiffe
- 3 Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse in der Wassersäule durch Sedimentfreisetzung
- 4 Kollisionsrisiko mit Arbeitsschiffen

Während der Betriebsphase wird das Vorhaben keinerlei Auswirkungen auf Vögel haben.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Brütende Wasservögel

Habitatverlust: Die Schwere des Habitatverlusts, der durch die Flächeninanspruchnahme für den Tunnel im Fehmarnbelt entsteht, wurde für sämtliche brütenden Wasservogelarten übergeordnet als gering eingestuft.

Die Auswirkungen der Habitatverluste durch die Flächeninanspruchnahme des Tunnels wurden lediglich für Vogelarten, die im nördlichen Teil Fehmarns und im Süden Lollands brüten, und teilweise auch für Vögel, die im westlichen Teil der Rødsand-Lagune brüten und zwischen dem Wirkungsbereich und dem Brutgebiet hin und her fliegen, als relevant eingestuft. Kormorane, die im Westen Fehmarns brüten, und Vögel in anderen Brutkolonien in den deutschen Vogelschutzgebieten (BSG) nutzen vor allem die Meeresgebiete in der Nähe ihrer Kolonien und suchen das Projektgebiet nur unregelmäßig auf.

Da die Auswirkungen eines Habitatverlusts für alle brütenden Wasservögel lokal als gering eingestuft werden, wird es für Vögel außerhalb des deutschen und dänischen Hoheitsgebiets keine grenzüberschreitenden Auswirkungen geben.

Nicht brütende Wasservögel

Sedimentfreisetzung: Auf der Grundlage von Modellberechnungen wurde veranschlagt, dass während der ersten beiden Winter im Untersuchungsgebiet Auswirkungen für etwa 8.300 bis 8.800 Eiderenten und 950 bis 990 Mittelsäger aufgrund von Sedimentfreisetzungen mit verringertem Lichteinfall in die Wassersäule zur Folge auftreten werden. Es wird erwartet, dass diese Auswirkungen zu einer Verschiebung der Nahrungsgebiete führen werden. Die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Nahrung sind jedoch unerheblich.

Insgesamt wird erwartet, dass die aus der Sedimentfreisetzung resultierende Wirkung zu einer Verringerung der Anzahl tauchender Wasservögel in den betroffenen Gebieten in deutschen und dänischen Hoheitsgewässern führen wird. Diese Auswirkung wird voraussichtlich temporär und auf die ersten beiden Jahre der Bauphase beschränkt sein. Für die Eiderente wurde als Konsequenz der Verdrängung in den Ausweichgebieten eine Zunahme der Sterblichkeit von 600 auf 1.200 Vögel berechnet. Diese erhöhte Sterblichkeit von 600 zusätzlichen Tieren entspricht weniger als 0,1 % der biogeografischen Population und liegt deutlich unterhalb der natürlichen Schwankungen der Sterblichkeit (die bis zu 17.500 Tiere p. a. betragen kann, also 7 % der gesamten biogeografischen Population). Folglich wird es theoretische grenzüberschreitende Auswirkungen geben, aber die mögliche höhere Mortalität wird in den Brutgebieten der Eiderente in der östlichen Ostsee nicht messbar sein.

Die Umverteilung von 950 bis 990 Mittelsägern in den ersten beiden Wintern der Bauphase entspricht etwa 0,6 % der biogeografischen Population und liegt damit unter dem internationalen Kriterium von 1 %. Die Auswirkung wird damit als unerheblich in der grenzüberschreitenden Region eingestuft und als lokal begrenzt.

Störungen und Barrierewirkungen durch Arbeitsschiffe: Es wird geschätzt, dass in der Bauphase 1.500 Pfeifenten, 700 Tafelenten und 7.000 Reiherenten durch von Arbeitsschiffen und Offshore-Bauarbeiten verursachte Störungen verdrängt werden. Die Berechnungen zeigen außerdem, dass etwa 4.100 Eiderenten durch diese Projektwirkungen verdrängt werden. Dies sind weniger als 1 % der biogeografischen Populationen aller vier Arten, weshalb keine grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb des deutschen und dänischen Hoheitsgebiets auf diese Arten auftreten werden. Die Auswirkungen auf diese Arten sind außerdem vorübergehender Natur, da sie auf bestimmte Zeitabschnitte innerhalb der Bauphase begrenzt sein werden.

Die Auswirkungen für die oben genannten Vogelarten bestehen in einer lokalen Verdrängung von empfindlichen Wasservögeln auf deutschem und dänischem Gebiet, jedoch hauptsächlich an der Küste Lollands, was bedeutet, dass die Auswirkungen lokal begrenzt sind. Eine daraus folgende Umverteilung der Wasservögel im Fehmarnbeltgebiet führt zu einem geringfügigen statistischen Anstieg der Sterblichkeit.

Durch Störungen und Barrierewirkungen des Arbeitsschiffsverkehrs verursachte grenzüberschreitende Auswirkungen auf nicht brütende Wasservögel über deutsches und dänisches Hoheitsgebiet hinaus werden nicht erwartet.

Auswirkungen auf Vögel bei Rønne Banke und Kriegers Flak

Die Auswirkungen des Sandabbaus (durch Sedimentfreisetzung und Schiffsverkehr/Licht) bei Rønne Banke und Kriegers Flak auf nicht brütende Wasservögel und Zugvögel werden als unerheblich bzw. gering eingestuft. Brütende Vögel gibt es auf Rønne Banke und Kriegers Flak nicht.

Trotz der Tatsache, dass der geplante Abbaustandort bei Rønne Banke nur 5 km von dem Vogelschutzgebiet (BSG) Pommersche Bucht mit der höchsten Konzentration von Wasservögeln in der deutschen Ostsee-AWZ entfernt liegt, kann mit Sicherheit gesagt werden, dass es keine erheblichen Auswirkungen auf die Erhaltungsziele dieses Natura-2000-Gebiets oder auf die Erhaltungsziele irgendwelcher anderen Natura-2000-Gebiete geben wird.

Alle anderen möglichen Auswirkungen durch Habitatänderung, Kollisionsrisiken und Verschlechterung der Nahrungsbedingungen durch Sedimentfreisetzung werden für Vögel in diesen Abbaugebieten als gering eingestuft und sind nicht grenzüberschreitend außerhalb des deutschen und dänischen Hoheitsgebiets.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Die indirekten Auswirkungen der Sedimentfreisetzung gehören zu den größten Projektwirkungen für Vögel innerhalb des deutschen und dänischen Projektgebiets. Die deutlichsten Auswirkungen werden für die Küste Lollands und für innerhalb der Rødsand-Lagune vorhergesagt, die beide auf dänischem Hoheitsgebiet liegen.

Die indirekten Auswirkungen der Sedimentfreisetzungen werden eine Verdrängung von Vögeln zur Folge haben, die ausschließlich im Falle der Eiderenten erheblich sein wird. In Bezug auf die Eiderenten auf der deutschen

und auf der dänischen Seite des Vorhabens wird somit angenommen, dass in den ersten beiden Wintern während der Bauphase, in denen die Nassbaggerarbeiten ihre größte Intensität haben, jeweils eine Verringerung der Population in einer Größenordnung von 8.300 bis 8.800 Tieren (was etwa 1,09–1,16 % der biogeografischen Population entspricht) stattfinden kann.

Eine Reduktion der Lichtverhältnisse in der Wassersäule durch Sedimentfreisetzungen wird so eingestuft, dass sie große lokale Auswirkungen auf Eiderenten und mittlere Auswirkungen auf Mittelsäger hat. 1,2 % der biogeografischen Eiderentenpopulation und 0,6 % der biogeografischen Mittelsägerpopulation werden durch diese indirekte Auswirkung der Sedimentfreisetzung während der Bauphase verdrängt.

Individuenbasierte Modelle für die Eiderente zeigen, dass die Auswirkungen durch schlechtere Lichtverhältnisse in der Wassersäule keine wesentliche Verringerung der Nahrungsressourcen zur Folge haben werden. Deshalb wird die Mortalitätsrate durch die Verdrängung voraussichtlich nicht erheblich höher gegenüber den aktuellen Bedingungen sein, und die Auswirkungen durch Sedimentfreisetzung werden daher für die Eiderente als unerheblich eingestuft.

Die Auswirkungen auf Vögel im deutschen und dänischen Projektgebiet werden deshalb für die Eiderente als gering und für Reiherente, Mittelsäger, Tafelente und Pfeifente als unerheblich eingestuft. Die grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark werden, was die Eiderente betrifft, als gering eingestuft. Die Auswirkungen auf andere nicht brütende Wasservögel, brütende Wasservögel und Zugvögel sind unerheblich.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer unerhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf Vögel haben wird.

Die grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark werden, was die Eiderente betrifft, als unerheblich eingestuft. Die grenzüberschreitenden Auswirkungen auf andere nicht brütende Wasservögel zwischen Deutschland und Dänemark sind ebenfalls unerheblich.





ZIEHENDE FLEDERMÄUSE

Der Fehmarnbelt und die Beltsee gehören zum Durchzugsgebiet zwischen Skandinavien und dem mitteleuropäischen Festland und werden auch von ziehenden Fledermäusen überquert.

Die Hauptprojektwirkungen während der Bauphase (temporär) und deren mögliche Auswirkungen wurden wie folgt identifiziert:

- Arbeitsbereiche, Geräte, Einrichtungen und Bauten der festen Querung einschließlich der Rampen- und Anschlussbereiche und Offshore-Arbeitsbereiche
- Kollisionsrisiko mit Arbeitsschiffen
- Barrierewirkung von Arbeitsschiffen
- Habitatveränderungen an Tunnelleinfahrten/Rampen- und Anschlussbereichen

Mögliche Auswirkungen des Bestehens (permanenter) Bauwerke und zugehöriger Einrichtungen der festen Querung oder des Betriebs der festen Querung:

- Habitatverlust und/oder -änderung
- Verkehrsbedingtes Kollisionsrisiko für Fledermäuse
- Habitatveränderungen an Tunnelleinfahrten/Rampen- und Anschlussbereichen

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Für die UVP zur festen Querung wurden nur drei ziehende Fledermausarten aufgrund ihres Zugverhaltens als relevant eingestuft: Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus und Großer Abendsegler.

Für die meisten der potenziellen Projektwirkungen auf Fledermäuse wird keine Auswirkung auf die relevanten Arten während deren Zugperiode erwartet. Deswegen wurde für diese Projektwirkungen keine Auswirkungsprognose ausgearbeitet. Nur die Projektwirkung „verkehrsbedingtes Kollisionsrisiko für Fledermäuse“ wurde als relevant eingestuft.

Nur Verkehrskollisionen an den Tunnelleinfahrten können Auswirkungen auf Fledermäuse haben. Für die Mückenfledermaus und die Rauhautfledermaus wurde das Kollisionsrisiko als mittel eingestuft und für den Großen Abendsegler als gering.



Insgesamt wird die Stärke der Auswirkung im Untersuchungsgebiet als gering bewertet. Das Kollisionsrisiko zwischen Fledermäusen und Verkehr an den Tunneleinfahrten bei Rødbyhavn und Puttgarden wird als mittel eingestuft. Dementsprechend wurde das Ausmaß auf den Fledermauszug im Fehmarnbelt als unerheblich eingestuft. Außerhalb des deutschen und dänischen Hoheitsgebiets werden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen erwartet.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Nur das verkehrsbedingte Kollisionsrisiko wurde als relevant für die Auswirkungsprognose eingestuft. Für die ziehenden Pipistrellus-Arten wird das verkehrsbedingte Kollisionsrisiko in den Einfahrtbereichen zum Tunnel als mittlere Beeinträchtigung eingestuft. Verkehrskollisionen und die Tunneleinfahrten wurden als die einzigen relevanten Projektwirkungen eingestuft. Das zukünftige durchschnittliche Verkehrsaufkommen beim Betrieb einer festen Querung wurde auf 8.000 bis 9.450 Fahr-

zeuge pro Tag geschätzt. Für die Mückenfledermaus und die Rauhauffledermaus wurde das Kollisionsrisiko in der Nähe der Tunneleinfahrten bei Rødbyhavn und Puttgarden als mittel eingestuft, und für den Großen Abendsegler als gering. Diese Auswirkung ist jedoch insgesamt unerheblich, auch wenn es sich bei diesen Arten um ziehende Fledermäuse handelt. Somit sind die grenzüberschreitenden Auswirkungen für ziehende Fledermäuse, die von Deutschland nach Dänemark ziehen, unerheblich und umgekehrt.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und der Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf ziehende Fledermäuse verursachen werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen für ziehende Fledermäuse, die von Deutschland nach Dänemark und umgekehrt ziehen, sind als unerheblich einzustufen.



STRENG GESCHÜTZTE ARTEN

Bau und Betrieb des Absenktunnels haben möglicherweise Auswirkungen auf im Sinne der FFH-Richtlinie streng geschützte Arten an Land und im marinen Bereich.

Die Projektwirkungen aufgrund des Baus und Betriebs eines Absenktunnels werden für jede der Arten einzeln behandelt. Dazu gehören Projektwirkungen wie Flächeninanspruchnahme und Habitatverlust, Barrierewirkungen und Verkehrstod.

Weitere Projektwirkungen wie Licht- und Lärmemissionen, Absinken des Grundwasserspiegels, Stickstoffablagung und Auswirkungen durch den Kontakt mit Schadstoffen werden dann besprochen, wenn sie als relevant einzustufen sind.

Zu den geschützten Arten, die in Mitleidenschaft gezogen werden könnten, zählen Amphibien (auf Lolland und Fehmarn), Vögel (Arten, welche im Anhang I der Vogelschutzrichtlinie aufgeführt sind), Fledermäuse, Fische und Meeressäugetiere. Die Auswirkungen auf die verschiedenen geschützten Arten werden in den Kapiteln zu den jeweiligen Schutzgütern prognostiziert.

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass dank der Umsetzung geplanter Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichsmaßnahmen nur unerhebliche Auswirkungen auf Amphibien und Fledermäuse zu erwarten sind, die zudem auf Dänemark und Deutschland begrenzt sein werden.

Die Auswirkungenprognose ergibt außerdem eine mögliche geringe Auswirkung auf die Eiderente in den grenzüberschreitenden Gewässern zwischen Dänemark und Deutschland aufgrund einer Verdrängung durch Arbeitsschiffe und Sedimentfreisetzungen, die aber in anderen grenzüberschreitenden Gewässern unerheblich ist. Für die anderen geschützten Vogelarten werden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen erwartet.

Weder in den dänischen noch in den deutschen oder den grenzüberschreitenden Gewässern wird mit erheblichen Auswirkungen auf Meeressäugetiere gerechnet.

Insgesamt gesehen ergibt die Auswirkungenprognose, dass der Bau und Betrieb des Absenktunnels dank der Umsetzung geplanter Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichsmaßnahmen keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf streng geschützte Arten haben wird.

NATURA 2000

Die Prüfung zur Verträglichkeit der Festen Fehmarnbeltquerung gegenüber der Natura-2000-Kulisse basiert auf der Vorprüfung von 16 Natura-2000-Gebieten, acht davon in Deutschland, acht in Dänemark. Darüber hinaus wurde in Verbindung mit dem Sandabbau bei Krieger's Flak und Rønne Banke eine Vorprüfung („Screening“) auf drei weitere dänische und fünf weitere deutsche Natura-2000-Gebiete durchgeführt.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die den Sediment-Ablagerungsbereichen im Arkonabecken am nächsten gelegenen marinen schwedischen Natura-2000-Gebiete sind Falsterbo-Foteviken (SE0430002) und Falsterbohalvön (SE0430095), die als potenziell betroffene Gebiete betrachtet werden müssen. Jedoch liegen beide Flächen außerhalb des Ablagerungsbereichs (der Mindestabstand dazu beträgt 6,6 km) und es werden weder direkte noch indirekte Auswirkungen auf diese Gebiete erwartet.

Übermäßige Schwebstoffkonzentrationen in der Wassersäule wie auch die erwartete Menge an abgelagertem Sediment in den schwedischen Gewässern werden im Vergleich zur natürlichen Hintergrundkonzentration im Arkonabecken gering ausfallen.

In allen anderen weiter östlich gelegenen Ländern, also Finnland, Polen, Estland, Lettland, Litauen und Russland, aber auch in Norwegen und an anderen Orten in Schweden, werden lediglich nicht messbare Sedimentablagerungen eintreffen. Daher wurden die Natura-2000-Gebiete dieser Länder von der Vorprüfung ausgenommen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Für sechs der acht Natura-2000-Gebiete in Dänemark wurde anhand der Vorprüfung geschlossen, dass mit Sicherheit keine erheblichen Auswirkungen vorliegen werden und dass keine FFH-Verträglichkeitsprüfung durchgeführt zu werden braucht.

Für die zwei verbleibenden Gebiete, nämlich GGB 006X238 „Hyllekrog-Rødsand“ (Smålands-farvandet nördlich von Guldborgsund, Bøtø Nord und Hyllekrog-Rødsand) und BSG DK 006X083 „Küstenzone Hyllekrog-Rødsand“, fällt das Fazit jedoch anders aus, da hier die Vorprüfung dafür spricht, FFH-Verträglichkeitsprüfungen für den Absenktunnel durchzuführen. Beide Gebiete liegen im Natura-2000-Gebiet Nr. 173 (Smålands-farvandet nördlich von Lolland, Guldborgsund, Bøtø Nor und Hyllekrog-Rødsand). Hinter dieser Einschätzung steht die Überlegung, dass nicht auszuschließen ist, dass die während der Bauphase erwarteten Sedimentmengen in der Rødsand-Lagune sich aufgrund der Lichtschwächung und Sedimentablagerung auf die benthischen Gemeinschaften der Lebensraumtypen 1160 (flache große Meeresarme und -buchten) und 1170 (Riffe) auswirken können. Sedimentfreisetzungen können sich auch auf die Nahrungsgrundlagen und deren Zugänglichkeit für brütende und überwinternde Vögel auswirken. Die FFH-Verträglichkeitsprüfung für das Natura-2000-Gebiet Nr. 173 kommt zu dem Schluss, dass die Feste Fehmarnbeltquerung weder in der Bau- noch in der Betriebsphase Auswirkungen auf die Naturtypen oder Arten haben wird, die die Ausweisungsgründe für dieses Gebiet darstellen, und auch nicht im Widerspruch zu dessen Erhaltungszielen steht.

Für fünf der acht Natura-2000-Gebiete in Deutschland wurde anhand der Vorprüfung geschlossen, dass erhebliche Auswirkungen auf die Ausweisungsgründe und die Erhaltungsziele ausgeschlossen werden können, und dass keine Natura-2000-Verträglichkeitsprüfung durchgeführt werden muss.

Für die drei übrigen Gebiete, GGB DE-1332-301 „Fehmarnbelt“, BSG DE 1631-392 „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“ und BSG DE 1633-491 „Ostsee östlich von Wagrien“ deutet die Vorprüfung darauf hin, dass eine erhebliche Auswirkung auf die Erhaltungsziele nicht ausgeschlossen werden kann. Für diese Gebiete ist daher eine Natura-2000-Verträglichkeitsprüfung erforderlich.

Alle potenziellen Auswirkungen auf die deutschen Natura-2000-Gebiete stehen im Zusammenhang mit der Bauphase. Relevante, in die Prüfung einzubeziehende Projektwirkungen sind die Baumaßnahmen im Zusammenhang mit den Arbeitshäfen und anderen Nassbaggerarbeiten und den hieraus erfolgenden Sedimentfreisetzungen und der anschließenden großräumigen Verteilung von Schwebstoffen.

Die möglichen Sandabbauarbeiten bei Kriegers Flak und Rønne Banke können durch Sedimentfreisetzung, Lärm und andere während Abbau und Transport auftretende Störungen möglicherweise Natura-2000-Gebiete, die innerhalb der von der Sandentnahme beeinflussten Gebiete liegen, beeinflussen.

Hinsichtlich des Sandabbaus bei Kriegers Flak zeigt die Vorprüfung, dass es für die zwei Natura-2000-Gebiete, welche durch die Art und Weise der Projektwirkung beeinflusst sein könnten („Klinteskov und Klinteskov Kalkgrund“ auf Møn (DK990000254) und das deutsche Gebiet „Kadetrinne“ (DE1339301)), ausgeschlossen werden kann, dass irgendwelche erheblichen Auswirkungen auf die Ausweisungsgründe oder Erhaltungsziele vorliegen.

Hinsichtlich des Sandabbaus bei Rønne Banke zeigt die Vorprüfung, dass erhebliche Auswirkungen auf die zwei dänischen und die vier deutschen Natura-2000-Gebiete ausgeschlossen werden können. Sowohl die Sedimentfreisetzung als auch andere Projektwirkungen werden als vernachlässigbar betrachtet, und es wird keine erheblichen Auswirkungen in den dänischen FFH-Gebieten „Adler Grund und Rønne Banke“ (DK00VA261) und „Bakkebrædt und Bakkegrund“ (DK00VA310) oder in den deutschen FFH-Gebieten „Adlergrund“ (DE1251301), „Westliche Rønnebank“ (DE1249301) und „Pommersche Bucht mit Oderbank“ (DE652302) bzw. dem deutschen Vogelschutzgebiet „Pommersche Bucht“ (DE1552401) geben.

Fazit

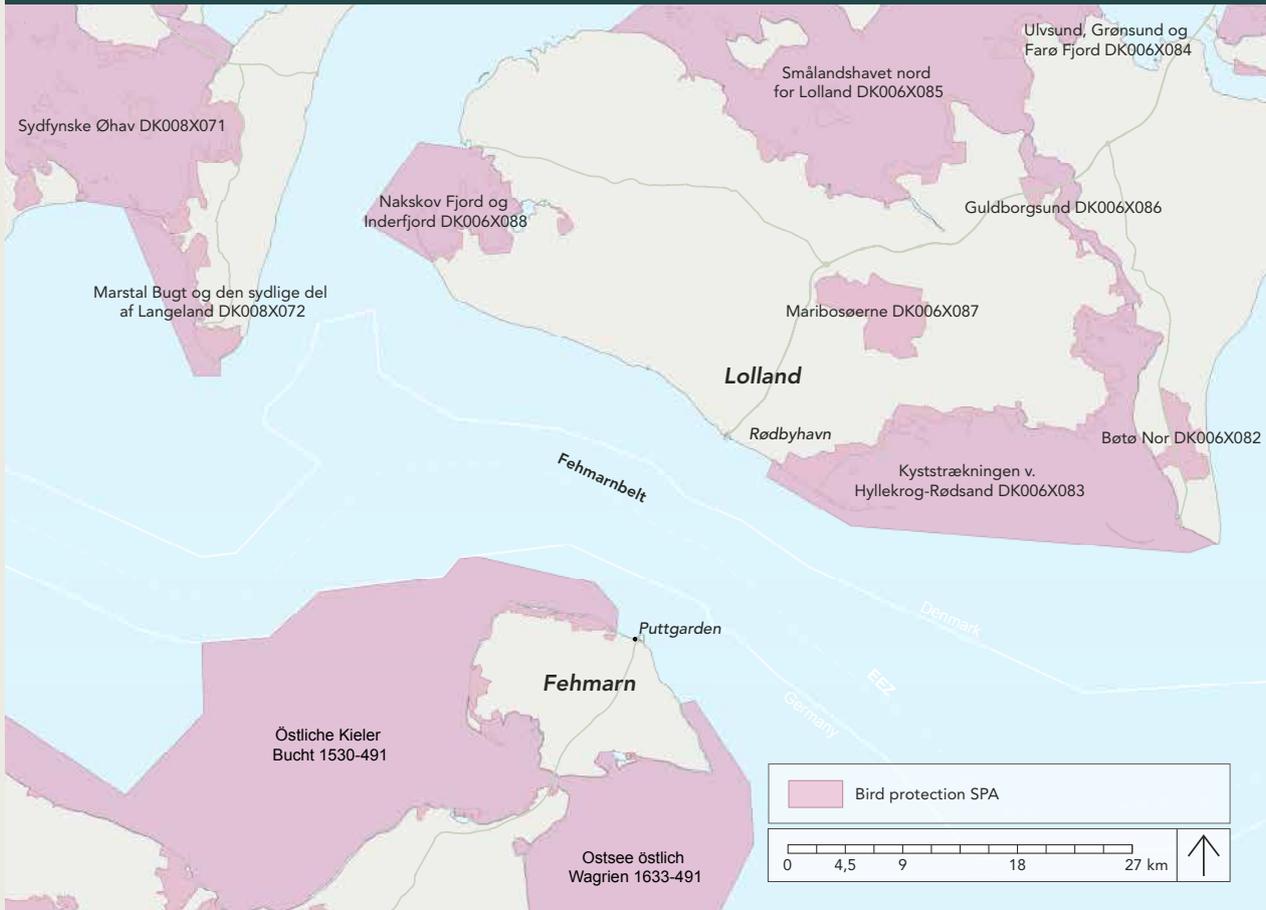
Die Verträglichkeitsprüfung für das dänische Natura-2000-Gebiet Nr. 173 („Smålands-farvandet nördlich von Guldborgsund, Bøtø Nord und Hyllekrog-Rødsand“) kommt zu dem Schluss, dass weder Bau noch Betrieb der Festen Fehmarnbeltquerung den günstigen Erhaltungszustand von Arten beeinflussen und auch die Integrität und den Erhaltungszustand der Lebensraumtypen, die die Erhaltungsziele darstellen, nicht verändern werden.

Die FFH-Verträglichkeitsprüfung für die drei betroffenen deutschen Natura-2000-Gebiete GGB DE-1332-301 „Fehmarnbelt“, BSG DE 1631-392 „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“ und BSG DE 1633-491 „Ostsee östlich von Wagrien“ kommt zu dem Schluss, dass weder Bau noch Betrieb der Festen Fehmarnbeltquerung den günstigen Erhaltungszustand von Arten beeinflussen und auch die Integrität und den Schutzzustand der Lebensraumtypen, die die Erhaltungsziele des Gebiets darstellen, nicht verändern werden.

Im Kattegat und weiter außerhalb des Ostsee-Übergangsgebiets einschließlich der möglichen Sandabbaugebiete Kriegers Flak und Rønne Banke werden die Auswirkungen als vernachlässigbar bewertet. Bau und Betrieb eines Absenktunnels werden somit keine Auswirkungen auf das Kattegat und die zentrale Ostsee haben.

Auf der Grundlage der durchgeführten FFH-Verträglichkeitsprüfungen, welche sowohl eine Auswirkungsprognose der möglichen Ausbreitung der generellen Projektwirkungen als auch Vorprüfungen für 24 Natura-2000-Gebiete und vollständige FFH-Verträglichkeitsprüfungen in zwei dänischen und drei deutschen Natura-2000-Gebieten beinhalten, kann geschlossen werden, dass das Projekt, einschließlich der Sandentnahmearbeiten bei Kriegers Flak und Rønne Banke, weder in der Bau- noch in der Betriebsphase erhebliche Auswirkungen auf irgendwelche Natura-2000-Gebiete haben wird.

ABB. 8 Besondere Schutzgebiete (BSG) auf deutschem und dänischem Hoheitsgebiet (oben) und Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (GGB) im Bereich der geplanten Festen Fehmarnbeltquerung (unten)



KULTURGÜTER UND MARINE ARCHÄOLOGIE

Sowohl auf deutschem als auch auf dänischem Hoheitsgebiet im Fehmarnbelt können Schiffswracks aus allen zeitgeschichtlichen Epochen liegen. Auch sind Funde von Siedlungen und Fischfanggründen sowie kleinere Einzelfunde zum Lebenswandel der Jäger- und Sammler-Gemeinschaften denkbar.

Die folgenden Hauptprojektwirkungen des Baus eines Absenktunnels wurden im Hinblick auf Kulturgüter und Archäologie identifiziert:

- Auswirkungen von Ankern, Ankerketten und dem Umgang mit Ankern
- Erosion aufgrund veränderter Strömungsbedingungen, die sich aus dem veränderten Meeresboden nach dem Ausbaggern und Verfüllen des Tunnelgrabens ergeben
- Veränderungen des Meeresbodens im Projektbereich, die sich z. B. durch Sedimentfreisetzungen nach dem Ausbaggern und Verfüllen des Tunnelgrabens und dem Anlegen der Landgewinnungsflächen (insbesondere an der Küste von Lolland) ergeben

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Lage der Schiffswracks auf dänischem und deutschem Hoheitsgebiet kann während der Bauphase möglicherweise von Arbeitsschiffen, Ankerblöcken und Ankerketten beeinflusst werden.

Die von Bau und Betrieb eines Absenktunnels ausgehenden Projektwirkungen haben für die marine Archäologie keine grenzüberschreitenden Auswirkungen, die über die deutsche und die dänische AWZ hinausgehen. Deshalb werden für die marine Archäologie keine grenzüberschreitenden Auswirkungen aufgrund von Projektwirkungen während der Bau- oder der Betriebsphase des Absenktunnels erwartet.

Marine Archäologie bei Rønne Banke und Kriegers Flak

Da im Rahmen der Bestandserfassung keine Wracks im Sandabbaugbiet bei Rønne Banke erfasst wurden, wurde eine Prüfung für diesen Standort nicht als relevant erachtet. Im Sandabbaugbiet wurden auch keine Siedlungen registriert.

Innerhalb des Abbaugbiets bei Kriegers Flak sind gemäß der Datenbank der dänischen Kulturbehörde drei Schiffswracks registriert. Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um den Kapitän des Nassbaggers über die Positionen der Wracks zu informieren, sodass deren Zerstörung durch die Nassbaggermaßnahmen vermieden werden kann. Alle drei Wracks befinden sich jedoch außerhalb der für den Abbau empfohlenen Fläche.

Schiffswracks außerhalb des Abbaugbiets werden vom Projekt nicht beeinflusst, da hier keine Eingriffe mit Auswirkung auf den Meeresboden stattfinden werden. Außerdem wurden keine Siedlungen registriert, die ohnehin nicht durch den Sandabbau gefährdet wären, da sich auf dem Meeresboden eine dicke Sandschicht abgelagert hat. Für die marine Archäologie werden also keine Auswirkungen im Sandabbaugbiet erwartet.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Aufgrund ihrer lokalen Begrenzung haben die von Bau und Betrieb eines Absenktunnels ausgehenden Projektwirkungen für die marine Archäologie keine grenzüberschreitenden Auswirkungen, die über die deutsche und die dänische AWZ hinausgehen.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die marine Archäologie verursachen.

Es werden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die marine Archäologie in Deutschland aufgrund von Projektwirkungen in Dänemark erwartet und umgekehrt.

FREIZEIT UND TOURISMUS

Die Tourismus- und Freizeitindustrie im Ostseegebiet ist auch vom Zustand der Meeresumwelt abhängig. Eine feste Querung zwischen Deutschland und Dänemark kann verschiedene Auswirkungen auf die Meeresumwelt haben, die sich indirekt auf die Tourismus- und Erholungsgebiete im Fehmarnbeltgebiet auswirken können. Die Freizeitaktivitäten beinhalten Kitesurfen, Wasserski, Kajakfahren, Windsurfen, Freizeiffischerei und Sportbootfahren.

Die folgenden Projektwirkungen des Baus und Betriebs eines Absenktunnels wurden im Hinblick auf Freizeit und Tourismus auf Fehmarn und Lolland identifiziert:

- Habitatverlust und Veränderungen von Erholungsgebieten auch aufgrund der Landgewinnung (Bau und Betrieb)
- Physikalische und visuelle Barrierewirkungen auf Erholungsgebiete und Fragmentierung der Landschaft (Bau und Betrieb)
- Luft-, Lärm- und Lichtverschmutzung von Erholungsgebieten (Bau und Betrieb)
- Sedimentierung in der Wassersäule, die sich auf die Badewasserqualität auswirkt (Bau)

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Touristen und andere Besucher der Region können temporär von den Bauarbeiten im marinen Bereich und in Küstennähe betroffen sein. Das bezieht sich hauptsächlich auf Sportboote, die den Fehmarnbelt passieren, sowie auf Touristen, die Lolland und Fehmarn besuchen. Die Beeinträchtigung der Ausübung von Freizeitaktivitäten auf See im Fehmarnbeltgebiet wird als gering eingestuft, da es viele Orte gibt, an denen solche Freizeitaktivitäten ungestört möglich sind. Die Bauarbeiten im marinen Bereich nehmen an sich nur ein kleines Gebiet in Küstennähe im Fehmarnbelt in Anspruch, und die meisten Freizeitaktivitäten finden in der Nähe der Küste statt.

Die Barrierewirkung, welche durch die Bauarbeiten im marinen Bereich und durch eine erhöhte Verkehrsdichte im Fehmarnbelt hervorgerufen wird, wird das Gebiet zu einem geringen Grad beeinflussen. Es wird aber angenommen, dass die Menschen, die den Fehmarnbelt für Freizeitaktivitäten nutzen, bisher schon an den hohen Schiffsverkehr im Gebiet gewöhnt sind, weil schon jetzt täglich 52 Passagen der Fähren zwischen Rødby und Puttgarden stattfinden.

Alle potenziellen Projektwirkungen des Absenktunnels werden im Hinblick auf grenzüberschreitende Auswirkungen auf Freizeit und Tourismus als nicht existent bewertet, da sie lokal begrenzt sind.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Alle potenziellen Projektwirkungen des Absenktunnels werden im Hinblick auf grenzüberschreitende Auswirkungen auf Freizeit und Tourismus als nicht existent bewertet, da sie lokal begrenzt sind. Grenzüberschreitende Auswirkungen auf Freizeit und Tourismus in Deutschland aufgrund von Projektwirkungen in Dänemark und umgekehrt werden voraussichtlich nicht vorkommen.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Freizeit und Tourismus verursachen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen auf Freizeit und Tourismus in Deutschland aufgrund von Projektwirkungen in Dänemark und umgekehrt werden voraussichtlich nicht vorkommen.



SACHGÜTER

Die in Bezug auf Auswirkungen auf Sachgüter als relevant ermittelten Projektwirkungen, die vom Bau und Betrieb eines Absenktunnels ausgehen, stehen alle mit Maßnahmen im Projektgebiet sowie mit innerhalb oder in der Nähe von diesem Gebiet vorhandenen Sachgütern in Verbindung.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Bei den Abbaugeländen Rønne Banke und Kriegers Flak gibt es keine Sachgüter. Somit sind keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Sachgüter außerhalb der grenzüberschreitenden Region zwischen Deutschland und Dänemark zu erwarten.

Projektwirkungen, die sich während der Offshore-Bauarbeiten in grenzüberschreitende Gebiete ausbreiten, d. h. einen Abstand von mehr als 10 km von der Linienführung haben (wie Sedimentfreisetzung), werden keine Auswirkungen auf geplante oder vorhandene Sachgüter haben.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Wie erwähnt, stehen Auswirkungen auf Sachgüter, die vom Bau und Betrieb eines Absenktunnels ausgehen, alle mit Maßnahmen im Projektgebiet sowie mit innerhalb oder in der Nähe von diesem Gebiet vorhandenen Sachgütern in Verbindung. Auswirkungen auf Sachgüter in Dänemark sind somit ausschließlich lokal begrenzt und ohne Wirkung für deutsches Hoheitsgebiet und umgekehrt.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels außerhalb der deutschen und dänischen Hoheitsgewässer keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Sachgüter verursachen.

Die Projektwirkungen für Sachgüter auf dänischer Seite werden nicht zu Auswirkungen auf deutscher Seite führen und umgekehrt.

ROHSTOFFE UND ABFALLE

In diesem Abschnitt werden die Umweltauswirkungen des Rohstoffverbrauchs und der Entsorgung von während des Baus und des Betriebs des Absenktunnels entstehenden Abfällen getrennt voneinander beurteilt.

Rohstoffe

Der Verbrauch an wichtigen Rohstoffen wie Beton, Stahl und Kies wurde für das Gesamtprojekt einschließlich Tunnel, Landgewinnungsflächen und Hinterlandanbindungen für Autobahn und Eisenbahn in Dänemark berechnet.

Was die Einfuhr von Rohstoffen betrifft wird in der Planung davon ausgegangen, dass das Aushubmaterial aus dem Tunnelgraben zur Aufspülung der Landgewinnungsflächen auf Fehmarn (1 Million m³) und Lolland (15 Millionen m³) verwendet wird. Somit werden maximal 1 Million m³ Sediment aus dänischen Hoheitsgewässern nach Deutschland eingeführt und bis zu 7,5 Millionen m³ Sediment werden aus deutschen Hoheitsgewässern nach Dänemark eingeführt. Die Gesamtmenge an Aushubmaterial aus dem Graben für den Absenktunnel und die Tunnel in offener Bauweise Tunnelgraben beträgt 15 Millionen m³.

Grenzüberschreitende Auswirkungen im Zusammenhang mit Rohstoffen

Chemische Analysen zeigen, dass mit Ausnahme einer Probe die Schadstoffkonzentrationen unter den nationalen und internationalen Grenzwerten liegen. In der fraglichen Probe überschreitet die PCB-Konzentration den dänischen L-Ac-Wert, aber nicht den dänischen H-Ac-Wert. Alle Schadstoffe sind nur in den obersten 10 cm des Meeresbodensediments zu finden. Deshalb werden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen durch Rohstoffe vorhergesehen.

Der Rohstoffverbrauch wird nur unerhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Umwelt verursachen. Der Großteil der Rohstoffe wird bei Kriegers Flak und Rønne Banke abgebaut. Die Auswirkungsprognose ist in diesen Bericht integriert.

Sediment aus dem Fehmarnbelt kann von Dänemark nach Deutschland und umgekehrt ausgeführt werden, da dieses Sediment im Allgemeinen nur geringe Hintergrundkonzentrationen an Schadstoffen enthält.

Abfall

Es wird vorausgesetzt, dass alle im Rahmen des Projekts entstehenden Abfälle ordnungsgemäß und in Übereinstimmung mit geltenden Vorschriften gehandhabt und entsorgt werden. Verglichen mit der auf nationaler Ebene produzierten Abfallmenge ist die Abfallproduktion und der Anteil möglicherweise wiederverwertbarer Materialien, die im Rahmen des Projekts produziert werden, verhältnismäßig gering.

Die durch das Projekt entstehenden Abfälle werden unter Einhaltung der in Dänemark geltenden Vorschriften für die Abfalltrennung, die Zulassung und die Prüfung von Bauabfällen und Bauschutt gehandhabt. Dadurch wird sichergestellt, dass die größtmöglichen Mengen an Beton-, Metall-, Sand-/Kies- und Asphaltabfällen recycelt werden. Falls das Aushubmaterial nicht direkt vor Ort verwendbar ist, wird es zu Trennanlagen für die Wiederaufbereitung bzw. Wiederverwertung verbracht werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen von Abfall

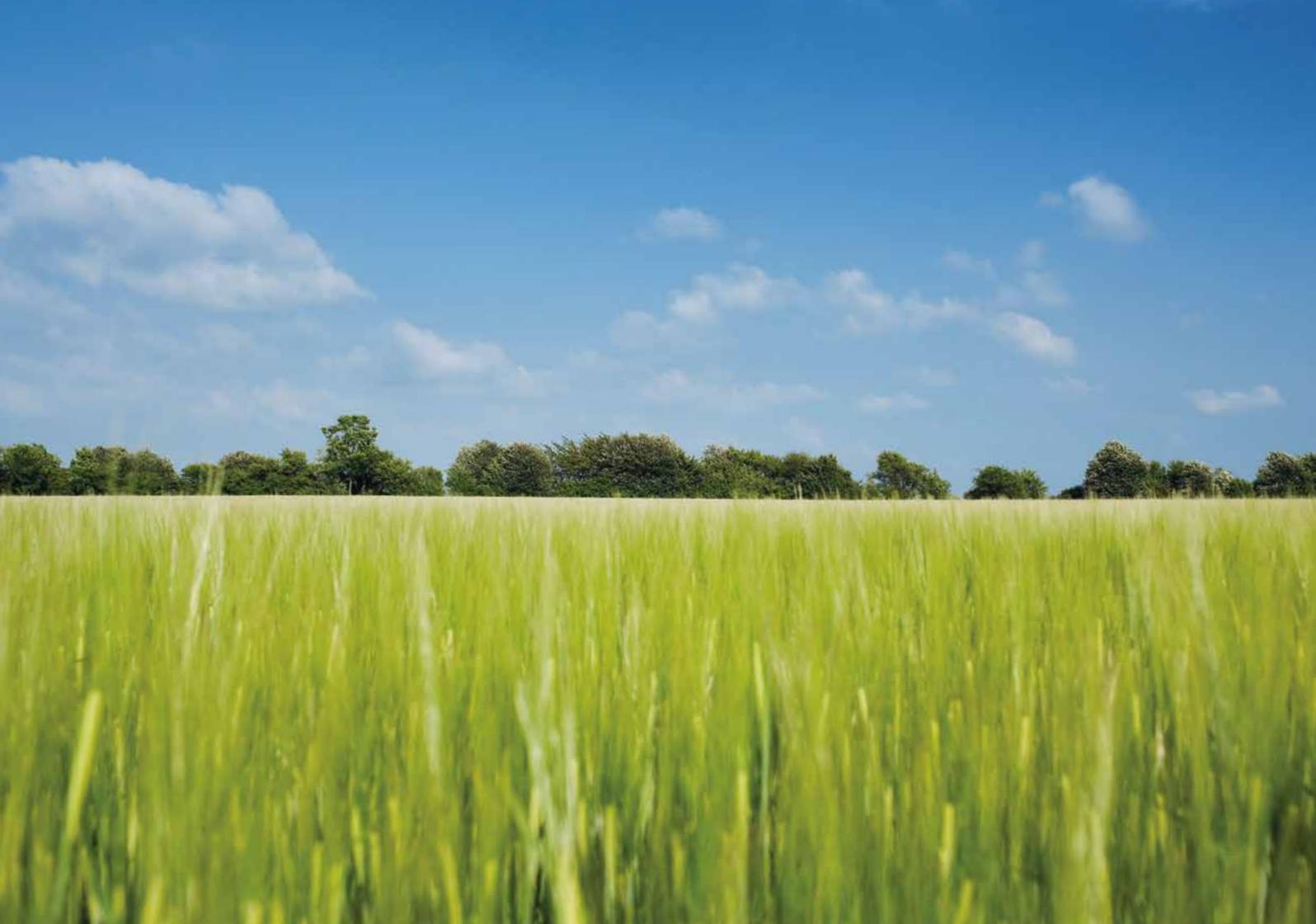
Es wird davon ausgegangen, dass die Abfallentsorgung sowohl in Deutschland als auch in Dänemark problemlos durchführbar ist und dass keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auftreten werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Wie oben ausgeführt, werden der Rohstoffverbrauch und die Abfallproduktion beim Bau und Betrieb eines Absenktunnels keine grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark verursachen. Auch die mögliche Einfuhr von im Tunnelgraben ausgehobenem Sediment aus Deutschland nach Dänemark und umgekehrt wird keine grenzüberschreitenden Auswirkungen nach sich ziehen.

Fazit

Es wurden keine grenzüberschreitenden Auswirkungen aufgrund des Rohstoffverbrauchs und der Abfallproduktion in Dänemark auf deutscher Seite festgestellt und umgekehrt.



LUFTQUALITÄT UND KLIMA

Der Bau des Absenktunnels bringt eine Reihe von Tätigkeiten an Land und im marinen Bereich mit sich, die zum Ausstoß von Schadstoffen in die Luft führen.

Bau und Betrieb des Absenktunnels werden zur Emission von Treibhausgasen führen, und zwar entweder direkt (wie beispielsweise Abgase von Baumaschinen) oder indirekt (wie beispielsweise Stromverbrauch für die Produktion von Stahl und Zement für den Bau des Absenktunnels). Die Treibhausgase gelangen in die Atmosphäre und werden sich dort zu den globalen Treibhausgasemissionen addieren. Treibhausgase haben keine Relevanz in Bezug auf die Luftqualität, sie haben jedoch Einfluss auf den Klimawandel.

Die Emissionen, die im Rahmen von Offshore-Maßnahmen durch Bagger, Schleppboote, Bauschiffe usw. verursacht werden, werden erheblich sein, was die Luftqualität lokal belasten wird. Diese Schlussfolgerung basiert auf Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs und der Tatsache, dass die Emissionen von Maschinen auf See weniger stark durch Vorschriften geregelt sind als die an Land. Während der Bauphase werden die

Grenzwerte für Luftqualität an Land nicht überschritten, da die Baumaßnahmen in großem Abstand zu Wohngebieten und in einem ausgedehnten Gebiet mit guter Luftzirkulation durchgeführt werden.

In Bezug auf die Konzentrationen von PM_{10} und NO_2 zeigen die Berechnungen zur Dispergierung, dass an Land in der Nähe der Tunnelöffnungen und bis zu ca. 200 m von diesen entfernt erhöhte Konzentrationen dieser Stoffe auftreten werden, die die für die Luftqualität in Wohngebieten geltenden Grenzwerte überschreiten. In diesen Bereichen, in denen die Konzentrationen über den Grenzwerten liegen, wird es jedoch keine Wohnsiedlungen und auch keinen öffentlichen Zugang geben.

Projektmaßnahmen während der Bau- und Betriebsphase, bei denen Treibhausgase freigesetzt werden, sind: 1) Bau der festen Querung mit Produktion der Tunnelelemente und Baustoffen, Hauptbauwerken und Bauarbeiten, temporären Produktionsstätten und Anbindung an Schiene und Straße; 2) Betrieb der festen Querung, ausschließlich Verkehr; und 3) Verkehr.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Freisetzung von Luftschadstoffen durch Offshore-Maßnahmen erfolgt nur lokal und wird voraussichtlich keine Auswirkungen auf die Luftqualität im marinen Bereich haben. Die PM₁₀- und NO₂-Emissionen an Land treten ebenfalls lokal begrenzt auf.

Die Untersuchung der berechneten CO₂-Emissionen zeigt, dass beim Bau eines Absenktunnels etwa 2 Millionen t CO₂-Äquivalenzmissionen mehr produziert werden als mit der Nullvariante, d. h. keiner festen Fehmarnbeltquerung. Über die gesamte Lebensdauer des Absenktunnels (120 Jahre) ist unter der Annahme gleichbleibender Emissionen und Emissionsfaktoren mit einer CO₂-Emission von insgesamt 0,7 Millionen t während des Betriebs zu rechnen.

Mit dem Absenktunnel lassen sich in der Betriebsphase auch CO₂-Emissionen einsparen. Die größte Einsparung wird durch die erwartete Einstellung der Fährverbindung zwischen Puttgarden und Rødby zustande kommen. Außerdem ist ein Rückgang der Emissionen des Güterverkehrs auf Straße und Schiene zu verzeichnen. Dies liegt darin begründet, dass ein Teil des Güterverkehrs auf die Schiene verlagert wird bei gleichzeitiger Verkürzung der Streckenlänge der Schienentransporte. Über die Lebensdauer des Absenktunnels werden damit mehr als 22.000.000 t CO₂ weniger produziert als in dem Szenario mit Aufrechterhaltung des Fährverkehrs, was als eine positive Auswirkung auf das Klima betrachtet wird.

Die Treibhausgasemissionen aufgrund des Baus und des Betriebs des Absenktunnels sind insgesamt nur ein geringer Beitrag zu den nationalen und globalen Treibhausgasemissionen.

Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Die Emissionen aus Offshore-Maßnahmen sind, wie bereits erwähnt, lokal begrenzt und werden voraussichtlich keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die Luftqualität haben. Auch die PM₁₀- und NO₂-Emissionen an Land treten lokal begrenzt auf, und Emissionen in Dänemark haben keine Auswirkungen auf die Luftqualität in Deutschland und umgekehrt.

Die Freisetzung von Treibhausgasen wird als irrelevant für die Luftqualität auf Lolland und Fehmarn eingestuft.

Fazit

Es wird eingeschätzt, dass das Projekt hinsichtlich der Emissionen durch Bau und Betrieb eines Absenktunnels keine signifikanten grenzüberschreitenden Auswirkungen außerhalb deutscher und dänischer Hoheitsgebiete haben wird. Auf Dauer ist jedoch mit einer kleinen positiven Auswirkung aufgrund der zu erwartenden Einstellung des Fährverkehrs zwischen Puttgarden und Rødby und der zu erwartenden Verlagerung von Gütern von der Straße auf die Schiene zu rechnen.

Das Fazit hinsichtlich der grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark ist, dass die Emissionen durch Offshore-Baumaßnahmen sowie die PM₁₀- und NO₂-Emissionen an Land auf der dänischen Seite keine Auswirkungen auf die Luftqualität auf der deutschen Seite haben werden und umgekehrt.

SCHIFFFAHRT

Der Bau eines Absenktunnels beinhaltet eine Reihe von Offshore-Baumaßnahmen, die sich auf den aus angrenzenden Bereichen kommenden Schiffsverkehr im Fehmarnbelt auswirken werden.

Es ergeben sich folgende Projektwirkungen für die Schifffahrt:

- Offshore-Bauarbeiten
- Sperrgebiete
- Offshore-Baustellen
- Barrierewirkungen der Bauarbeiten

Der aufgrund des Baus verursachte Schiffsverkehr von und zur Offshore-Baustelle wird in der vierjährigen Bauzeit auf 130.000 Fahrten geschätzt, d. h. rund 32.000 Fahrten pro Jahr, was der aktuellen Situation mit Fährüberfahrten zwischen Puttgarden und Rødbyhavn entspricht. Etwa die Hälfte dieser Fahrten kreuzt wahrscheinlich die internationale T-Route im Fehmarnbelt.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Offshore-Bauarbeiten, Sperrgebiete und Offshore-Baustellen

Die Nassbaggerarbeiten umfassen in erster Linie das Ausheben des Tunnelgrabens im Fehmarnbelt, in dem der Absenktunnel zu liegen kommen wird, aber auch das Ausbaggern der Arbeitshäfen, der dorthin führenden Fahrrinnen sowie Aushubarbeiten an den Portalen und Rampen des Tunnels in Küstennähe. Für die Nassbaggerarbeiten kommen voraussichtlich Schaufelbagger und Schleppsaugbagger zum Einsatz, der Aushub wird mit Lastkähnen zu den Landgewinnungsflächen transportiert. Die Aushubbereiche werden auf beiden Seiten des Tunnelgrabens durch Wachschiffe geschützt.

Die Tunnelelemente werden vom Arbeitshafen in eine Wartezone in der Nähe der Linienführung geschleppt. Dort lagern sie, bis sie in ihre jeweilige Position manövriert und abgesenkt werden.

Barrierewirkungen der Bauarbeiten

Die Offshore-Bauarbeiten haben auch eine Barrierewirkung. Da aber die verschiedensten Schiffe den Fehmarnbelt auch in der Bauphase passieren können, werden die Auswirkungen nicht als erheblich eingestuft.

Es ist jedoch anzunehmen, dass der Bau eines Absenktunnels in erster Linie temporäre, lokale Auswirkungen zeigen wird, die sich nicht über die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) Deutschlands und Dänemarks hinaus erstrecken und somit, jedenfalls im Falle der Schifffahrt, keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen haben. Dies ist vor allem auf die wirksamen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, wie das VTS-System (Verkehrsleit- und Informationssystem), Wachschiffe und die Schiffsleitzentrale (WTC) zurückzuführen, welche alle schon in der Bauphase eingerichtet sein werden. In Travemünde haben die deutschen Behörden schon jetzt ein festes VTS-System eingerichtet, das den deutschen Teil der T-Route überwacht. Mit diesen Maßnahmen ist sichergestellt, dass der Fehmarnbelt auch während der Bauphase wie bisher von allen Schiffen befahren werden kann. Während des Betriebs hat ein Absenktunnel keine Auswirkungen auf die Schifffahrt.

Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei Rønne Banke und Kriegers Flak

Nur ein geringer Teil des Schiffsverkehrs passiert Rønne Banke und Kriegers Flak (135 bis 670 Fahrten); während der Bauphase werden etwa 800 bis 1.400 Fahrten erwartet. Aufgrund der erwarteten 135 bis 670 baubedingten Fahrten verursacht der Abbau möglicherweise eine Umlegung der Schiffsrouten in der Abbauphase. Die Auswirkung wird als gering eingestuft.



Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Wie erwähnt, ist anzunehmen, dass der Bau und Betrieb eines Absenktunnels temporäre, lokale Auswirkungen im Fehmarnbelt zeigen werden, die sich jedoch nicht über die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) Deutschlands und Dänemarks hinaus erstrecken und somit, jedenfalls im Falle der Schifffahrt, keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen haben. Zu grenzüberschreitenden Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark wird es nicht kommen, da alle Auswirkungen als lokal begrenzt und unerheblich eingestuft sind.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass Auswirkungen aufgrund des Baus und Betriebs eines Absenktunnels als unerheblich für die Schifffahrt im Fehmarnbelt, bei Rønne Banke und Kriegers Flak sowie in der grenzüberschreitenden Region einzustufen sind. Dies ist in erster Linie auf die Fortsetzung des normalen Schiffsverkehrs während der Bauphase und auf die Umsetzung verschiedener Maßnahmen zur Risikominderung (Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen) und damit zur Gewährleistung der Sicherheit zurückzuführen.

Die Projektwirkungen für den Schiffsverkehr auf dänischer Seite werden nicht zu Auswirkungen auf deutscher Seite führen und umgekehrt.

KUMULATIVE AUSWIRKUNGEN

When several planned activities/projects within the Wenn mehrere geplante Maßnahmen/Projekte innerhalb desselben geografischen Gebiets gleichzeitig Auswirkungen auf Schutzgüter haben, können kumulative Auswirkungen auftreten. Deshalb wurde die Möglichkeit grenzüberschreitender kumulativer Auswirkungen in Verbindung mit einem Absenktunnel im Fehmarnbelt untersucht. Berücksichtigt wurden dabei nur geplante Projekte in den Ursprungsländern (Deutschland und Dänemark), da in Drittländern keine geplanten Offshore-Projekte/Maßnahmen ermittelt wurden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die möglichen grenzüberschreitenden kumulativen Auswirkungen wurden mittels einer Analyse der Auswirkungen verschiedener Vorhaben beurteilt, bei denen es sich zumeist um Offshore-Windparks sowie um den Neubau einer Brücke über den Storstrøm in Dänemark handelt. Alle Projekte haben entweder deutsche oder dänische Eigentümer und sollen auf deutschem oder dänischem Hoheitsgebiet realisiert werden.

Die Untersuchung zeigt, dass der Abstand zwischen den Offshore-Windparks Arkona-Becken Südost, EnBW Baltic 2, Wikinger und bei Kriegers Flak einerseits und dem Projektgebiet des Absenktunnels andererseits jeweils mehr als 100 km beträgt. Mögliche kumulative Auswirkungen im Zusammenhang mit diesen Projekten sind Sedimentfreisetzungen und Habitatverlust. Von den Sedimentfreisetzungen werden voraussichtlich keine kumulativen Auswirkungen ausgehen, entweder aufgrund der großen Abstände oder – im Falle des Windparks bei Kriegers Flak – weil durch den Sandabbau, der teilweise im Projektgebiet des künftigen Windparks erfolgen soll, nur sehr feine Sedimente freigesetzt werden, die resuspendiert werden und daher nur unerhebliche kumulative Auswirkungen auf die marine Umwelt verursachen werden. Was den möglichen Habitatverlust angeht, wird der Absenktunnel theoretisch über zwei Jahre lang während der Bauphase Auswirkungen auf eine Anzahl von Wasservögeln haben. Da alle Windparks über 100 km entfernt vom Projektgebiet liegen, lautet die Einschätzung, dass der Bau des Absenktunnels keine grenzüberschreitenden kumulativen Auswirkungen im Hinblick auf Habitatverluste haben wird.

Bezüglich des Windparks Rødsand II liegen kumulative Auswirkungen auf die Küstenmorphologie (Erosion) im Bereich des Möglichen. Rødsand II wurde in dem hydrodynamischen Modell berücksichtigt, das die Grundlage der Prognose für durch den Absenktunnel verursachte Auswirkungen auf Hydrografie und Küstenmorphologie bildet. Ebenso floss Rødsand II in das individuenbasierte Modell (IBM) der Auswirkungsprognose für

Eiderenten und andere Vogelarten ein. In dieser Hinsicht sind keine erheblichen kumulativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten. Kumulativen Auswirkungen auf die Küstenerosion wird durch Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen in Form von Sandvorspülungen vorgebeugt. Der Beitrag von Rødsand II zu dieser Projektwirkung wird als unerheblich eingestuft.

Damit kumulative Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Windpark GEOFRéE auftreten können, müssen die Aushubarbeiten für dieses Vorhabens mit den zweijährigen intensiven Nassbaggerarbeiten für den Absenktunnel zusammenfallen. Dies ist jedoch nicht der Fall, da der zeitliche Verlauf der beiden Projekte unterschiedlich ist. Ein Habitatverlust kann durch den Absenktunnel theoretisch über einen Zeitraum von zwei Jahren für einige Wasservögel verursacht werden. Aufgrund des Abstands zwischen GEOFRéE und dem Projektgebiet sowie der begrenzten Zeitdauer wird prognostiziert, dass durch das Zusammenwirken dieser beiden Projekte keine kumulativen Auswirkungen im Hinblick auf Habitatverluste verursacht werden.

Bezüglich des Rohstoffabbaus bei Kriegers Flak and Rønne Banke kommt die Untersuchung zu dem Schluss, dass das Auftreten von grenzüberschreitenden Auswirkungen in Anbetracht des sehr begrenzten lokalen Ausmaßes der Sedimentfahnen in der Nähe des Abbaugebiets und des Abstands von mehr als 130 km zu den Arbeitsbereichen für einen Absenktunnel unwahrscheinlich ist. Hier ist nur eine Bewertung der möglichen kumulativen Auswirkungen des Sandabbaus bei Kriegers Flak und der Bauphase des dortigen Windparks relevant, da die Zeitpläne für diese beiden Projekte sich voraussichtlich überschneiden werden. Da der genaue Zeitpunkt der Bauarbeiten für den Bau des Windparks jedoch noch nicht bekannt ist, ist eine Prognose hinsichtlich kumulativer Auswirkungen nicht möglich.

Was den Bau der geplanten neuen Storstrøm-Brücke angeht, konnte bislang keine Bewertung der potenziellen grenzüberschreitenden kumulativen Auswirkungen vorgenommen werden, da die UVS für das Storstrøm-Projekt noch nicht vorliegt. Es wird jedoch erwartet, dass Störungen und Habitatverluste durch die beiden Projekte lediglich lokale Auswirkungen hervorrufen werden, weshalb mit keinen kumulativen Auswirkungen zu rechnen ist. Da die alte Storstrøm-Brücke abgerissen und durch eine neue Brücke ersetzt wird, werden keine verstärkten Barrierewirkungen durch die Feste Fehmarnbeltquerung erwartet. Im Zusammenhang mit dem Neubau der Storstrøm-Brücke wird daher mit keinen erheblichen kumulativen Barrierewirkungen gerechnet.



Grenzüberschreitende Auswirkungen zwischen Deutschland und Dänemark

Wie oben dargestellt befinden sich alle geplanten Windparkprojekte sowie der Neubau der Storstrøm-Brücke in deutschem bzw. dänischem Eigentum und sind zur Durchführung im Hoheitsgebiet jeweils eines der beiden Länder geplant. Es wird mit keinen kumulativen Auswirkungen von Dänemark nach Deutschland oder umgekehrt gerechnet.

Fazit

Grenzüberschreitende kumulative Auswirkungen in Verbindung mit den Windparks Arkona-Becken Südost, EnBW Baltic 2 und Wikinger konnten nicht festgestellt werden. Auch in Verbindung mit den näher an den Arbeitsbereichen des Absenktunnels gelegenen Windparks Rødsand II und GEOFRéE konnten keine grenzüberschreitenden kumulativen Auswirkungen festgestellt werden.

Für den geplanten Windpark bei Kriegers Flak wird ebenfalls nicht mit kumulativen grenzüberschreitenden Auswirkungen gerechnet, obwohl der Bau des Windparks sich mit dem dortigen Sandabbau zeitlich überschneidet. Da das genaue Ausmaß und die genaue Art der Bauarbeiten für den Bau des Windparks jedoch noch nicht bekannt sind, ist eine Prognose hinsichtlich sonstiger kumulativer Auswirkungen nicht möglich.

Der Bau und Betrieb einer neuen Storstrøm-Brücke wird voraussichtlich keinerlei erhebliche grenzüberschreitende kumulative Auswirkungen haben.

Insgesamt gesehen konnten keine grenzüberschreitenden kumulativen Auswirkungen in Bezug auf den Bau und den Betrieb eines Absenktunnels festgestellt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass es bei zwei Komponenten zu physikalischen grenzüberschreitenden Auswirkungen kommt, die sich über das deutsche und dänische Hoheitsgebiet hinaus auswirken werden.

Zum einen werden Treibhausgasemissionen globale, jedoch unerhebliche Auswirkungen verursachen. Zum anderen werden sich Schwebstoffe durch die Sedimentfreisetzung im Arkonabecken absetzen, die von den Nassbaggerarbeiten für die Feste Fehmarnbeltquerung verursacht wurden. Hinsichtlich der Sedimentfreisetzung gilt die Einschätzung, dass die Mengen der in schwedischem Hoheitsgebiet abgelagerten Sedimente sehr gering sind und unerhebliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt haben. Durch das Projekt verursachte grenzüberschreitende Auswirkungen durch vorübergehend erhöhte Schwebstoffkonzentrationen und Ablagemengen auf schwedischem Hoheitsgebiet sind sehr geringfügig und haben nur unerhebliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt.

Zusätzlich zu den physikalischen Auswirkungen kommt es möglicherweise zu Auswirkungen auf Zugvögel und Fische. Die Auswirkungen auf Fische finden in der Nahzone in Dänemark oder Deutschland ohne grenzüberschreitende Auswirkungen statt. Nur Fische, die in andere regionale Gewässer wandern wie Dorsch, Wittling und Hering, können theoretisch beeinflusst werden und nur mit unerheblichen Auswirkungen.

Gleichermaßen ist generell nicht mit grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Vögel zu rechnen. Es gibt aber eine theoretische Auswirkung auf die Eiderente in zu Schweden, Finnland, Russland, Estland, Lettland, Litauen und Polen gehörenden Gebieten, aufgrund von temporären und erheblichen Auswirkungen auf diese Vogelart im Projektgebiet.

Die unerheblichen Auswirkungen auf den nationalen und internationalen Schiffsverkehr im Fehmarnbelt sind auf einen Zeitraum von vier Jahren, d. h. der wahrscheinlichen Dauer der Offshore-Bauarbeiten, begrenzt und damit temporär. Vor diesem Hintergrund werden nur unerhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf den Schiffsverkehr prognostiziert.

7 KONTROLL- UND ÜBERWACHUNGSPROGRAMM

Femern A/S hat die Ausarbeitung eines Kontroll- und Überwachungsprogramms für den Bau und Betrieb der Festen Fehmarnbeltquerung beschlossen. Dies ist keine formelle Forderung der dänischen Verordnung über Umweltverträglichkeitsprüfungen, sondern übliche Praxis, wenn die Folgen und die Entwicklung einer Umweltauswirkung nicht auf der Grundlage der bereits von den Behörden erlassenen Auflagen und Grenzwerte kontrolliert oder überwacht werden können.

Aufgabe dieses Programms:

- Bestätigung der Einhaltung einschlägiger Normen, Auflagen und Grenzwerte in der Bau- und der Betriebsphase
- Überwachung der Projektwirkungen zur Kontrolle, ob diese den Annahmen der UVS entsprechen
- Überwachung der ordnungsgemäßen Wirkung von Ausgleichs- und Begrenzungsmaßnahmen
- Umsetzung von Abhilfemaßnahmen, soweit erforderlich

Das Programm gilt somit für alle Maßnahmen, deren Auswirkungen laut UVS als erheblich oder unerheblich eingestuft werden. Maßnahmen ohne Auswirkungen oder mit so geringen Auswirkungen, dass sie als folgenlos zu betrachten sind, werden in dem Kontroll- und Überwachungsprogramm nicht erfasst.

Das Überwachungsprogramm wird auf Eigenkontrollen basieren. Die Auflagen für den Nachweis der Einhaltung von Vertragsbedingungen, gesetzlichen Vorschriften usw. werden in den Verträgen mit den ausführenden Bauunternehmern festgeschrieben.

Die Ergebnisse dieses Programmes werden regelmäßig bei den Behörden vorgelegt. Interessengruppen, insbesondere betroffene Parteien und die Öffentlichkeit, werden die Überwachungsdaten und ergebnisse einsehen können. Das Programm bzw. Teile desselben werden,

abhängig von den zu überwachenden Faktoren, spätestens zu Beginn der Bauarbeiten implementiert und in der Betriebsphase vervollständigt.

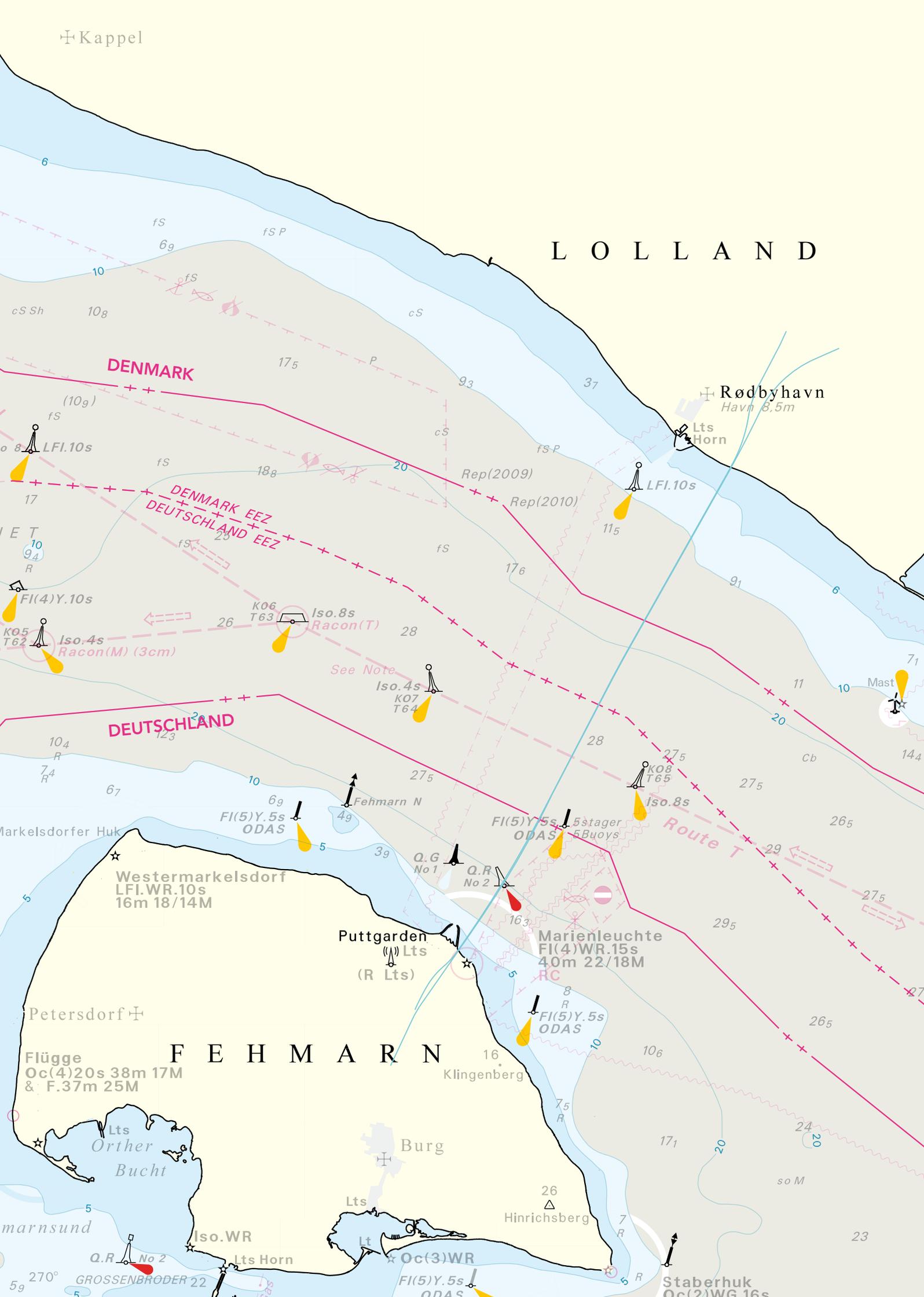
Das Überwachungsprogramm ist Teil eines Umweltmanagementsystems, das auch Leitlinien und Maßnahmen zur Durchführung dieses Programms unter Angabe der zu kontrollierenden bzw. zu überwachenden Größen, der zuständigen Personen, Zeitangaben und Durchführungsvorschriften enthält.

Das Kontroll- und Überwachungsprogramm wird die folgenden Hauptbestandteile umfassen:

- 1 Auflagen für Kontrollen der Baustelle in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Umweltvorschriften die beispielsweise Emissionswerte, Handhabung von Öl und anderen Chemikalien, Abfallmanagement, Einleitungen, Rohstoffverbrauch usw. betreffen.
- 2 Auflagen für die Begrenzung von Freisetzungen aus ausgehobenem Sediment in Übereinstimmung mit den abgeschlossenen Verträgen, wobei der Auftragnehmer für die Offshore-Bauarbeiten für die Überwachung der Sedimentfreisetzung an allen einschlägigen Standorten auf See und für die Berichterstattung an Femern A/S in Übereinstimmung mit den Leitlinien verantwortlich ist.
- 3 Überwachung der durchzuführenden Ausgleichs- und Begrenzungsmaßnahmen, um so die angestrebte ökologische Funktionalität zu erreichen.
- 4 Überwachung ausgewählter biologischer/chemischer Komponenten zur Bestätigung der Annahmen der Grundmodelle und zum Nachweis des jeweiligen ökologischen Zustands mithilfe von ausgewählten Parametern (z. B. Ausweisunggrundlage eines Natura-2000-Gebiets oder die Auflagen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie in Bezug auf den guten Zustand eines Wasserkörpers).

⊕ Kappel

L O L L A N D



DENMARK

DEUTSCHLAND

F E H M A R N

Rødbyhavn
Havn 8,5m

Westermarkelsdorf
LFI.WR.10s
16m 18/14M

Marienleuchte
FI(4)WR.15s
40m 22/18M
RC

Petersdorf ⊕

Flügge
Oc(4)20s 38m 17M
& F.37m 25M

Puttgarden
Lts
(R Lts)

Burg

Hinrichsberg

Staberhuk
Oc(2)WG 16s

GROSSENBRÖDER 22

**Grenzübergreifende
Umweltverträglichkeitsprüfung
Zusammenfassung**

Diese Veröffentlichung wurde
von Femern A/S erstellt.

Femern A/S ist für die Planung der
Festen Fehmarnbeltquerung zuständig.

Bitte richten Sie alle Fragen in Bezug
auf diese Veröffentlichung an:

Femern A/S
Vester Søgade 10
1601 Kopenhagen V
Dänemark
Tel. +45 33 41 63 00
info@femern.dk
www.femern.de
CVR-Nr. 28986564

Veröffentlicht von	Femern A/S Juni 2013
Gestaltung Abbildungen	Femern A/S und BGRAPHIC Schönherr, Ramboll ARUP-TEC und BGRAPHIC
Fotos	Femern A/S und Icono
ISBN	978-87-92416-92-6

© 2013 by Femern A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-T)

Die alleinige Verantwortung für diese Veröffentlichung liegt beim Autor. Die Europäische Union haftet nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

Diese Veröffentlichung wurde von Femern A/S erstellt.

Femern A/S ist für die Planung des Projekts für das spätere Querungsbauwerk mit den dazugehörigen Rampenanlagen zuständig.

Femern A/S
Vester Søgade 10
1601 Kopenhagen V
Dänemark
T +45 33 41 63 00
E info@femern.de
www.femern.de



Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-T)

Die alleinige Verantwortung für diese Veröffentlichung liegt beim Autor. Die Europäische Union haftet nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.