



Anlage 19
Teil A

Stand 01.10.2013

Feste Fehmarnbeltquerung
Planfeststellung

Natura 2000-
Untersuchungen
Teil A: Allgemeiner Teil

UNGÜLTIG!
Siehe Deckblatt!

Feste Fehmarnbeltquerung Planfeststellung

Anlage 19, Teil A: Allgemeiner Teil

Aufgestellt:

Femern
Sund ≅ Bælt

Landesbetrieb
Straßenbau und Verkehr
Schleswig-Holstein
Niederlassung Lübeck



Kopenhagen, 01.10.2013
Femern A/S

Lübeck, 01.10.2013
LBV-SH Niederlassung Lübeck

gez. Claus Dynesen

gez. Torsten Conradt

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



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

Seite 2/125



Erstellt durch:

FeBEC Joint Venture

Verantwortlicher Projektleiter: Kristian Nehring Madsen

Datum 01.10.2013
gez. Nehring Madsen

Orbicon A/S
Ringstedvej 20
4000 Roskilde
Dänemark

Institut für Angewandte
Ökosystem-
forschung GmbH
Alte Dorfstraße 11
18184 Neu Broderstorf
Deutschland

Fiskeøkologisk
Laboratorium
Torvegade 3 1.tv
3000 Helsingør
Dänemark

mit

GEOMAR Helmholtz-Zentrum
für Ozeanforschung Kiel
Wischhofstr. 1-3
24148 Kiel
Deutschland

Unter Verwendung von Beiträgen von:

TGP: Gesamtkoordination und Landbereich Fehmarn

Trüper Gondesen Partner
Landschaftsarchitekten
BDLA (TGP)
An der Untertrave 17
23552 Lübeck
Deutschland

mit

baudyn GmbH
Mühlenkamp 43
22303 Hamburg
Deutschland

LAIRM Consult GmbH
Hauptstraße 45
22941 Hammoor
Deutschland

leguan GmbH
Brandstücken 33
22549 Hamburg
Deutschland


NIT Institut für Tourismus-
und Bäderforschung in
Nordeuropa GmbH
Fleethörn 23
24103 Kiel
Deutschland

FEHY: Hydrographie, Küstenmorphologie, Meeresboden, Sediment

DHI
Agern Allé 5
2970 Hørsholm
Dänemark

mit

Leibniz-Institut für
Ostseeforschung
Warnemünde (IOW)
Seestraße 15
18119 Rostock
Deutschland

Bolding & Burchard ApS.
Strandgyden 25
5466 Asperup
Dänemark

DTU Vindenergi
Danmarks Tekniske Universitet
Risø Campus
Frederiksborgvej 399
4000 Roskilde
Dänemark

LICengineering A/S
Ehlersvej 24
2900 Hellerup
Dänemark

FEMA Joint Venture: Marine Biologie

DHI
Agern Allé 5
2970 Hørsholm
Dänemark

mit

Leibniz-Institut für
Ostseeforschung
Warnemünde (IOW)
Seestraße 15
18119 Rostock
Deutschland

MariLim Gesellschaft für
Gewässeruntersuchung mbH
Heinrich-Wöhlk-Str. 14
24232 Schönkirchen
Deutschland

Centre for Environment,
Fisheries & Aquaculture
Science (Cefas)
Pakefield Road
Lowestoft
Suffolk NR33 0HT
Vereinigtes Königreich

DTU Aqua
Institut for Akvatiske
Ressourcer
Jægersborg Allé 1
2920 Charlottenlund
Dänemark

Dansk Biologisk Laboratorium
Wesselsmindevej 4
2850 Nærum
Dänemark



FEBI Joint Venture: Vögel und Fledermäuse

DHI
Agern Allé 5
2970 Hørsholm
Dänemark

BioConsult SH
Brinckmannstr. 31
25813 Husum
Deutschland

mit

Københavns Universitet
Det Natur- og
Biovidenskabelige Fakultet
Bülowsvej 17
1870 Frederiksberg C
Dänemark

Institut für Angewandte
Ökosystem-
forschung GmbH
Alte Dorfstraße 11
18184 Neu Broderstorf
Deutschland

FEMM: Marine Säugetiere

BioConsult SH
Brinckmannstr. 31
25813 Husum
Deutschland

mit

Centre for Environment,
Fisheries & Aquaculture
Science (Cefas)
Pakefield Road
Lowestoft
Suffolk NR33 0HT
Vereinigtes Königreich

Institut für Angewandte
Ökosystem-
forschung GmbH
Alte Dorfstraße 11
18184 Neu Broderstorf
Deutschland

DHI
Agern Allé 5
2970 Hørsholm
Dänemark

SMRU Sea Mammal Research
Unit Scottish Oceans Institute
University of St Andrews
St Andrews
Fife
KY16 8LB
Vereinigtes Königreich

itap GmbH
Marie-Curie-Straße 8
26129 Oldenburg
Deutschland



COWI: Landbereich Lolland

COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kgs. Lyngby
Dänemark

Atkins Danmark A/S
Arne Jacobsens Allé 17
2300 København S
Dänemark

Seacon: Inhouse Consultant von Femern A/S

Seacon Aps
Vesterbrogade 17, 1. sal
1620 København V
Dänemark

Archäologische Untersuchungen

Archäologisches Landesamt
Schleswig-Holstein
Brockdorff-Rantzau-Straße 70,
24837 Schleswig
Deutschland

GEO København
Maglebjergvej 1
2800 Kgs. Lyngby
Dänemark

JD-Contractor A/S
Nybovej 8-9
7500 Holstebro
Dänemark

Kulturstyrelsen
H.C. Andersens Boulevard 2
1553 København V
Dänemark

Moesgård Museum
Moesgård Allé 20
8270 Højbjerg
Dänemark

Museum Lolland-Falster
Frisegade 40
4800 Nykøbing F.
Dänemark

Periplus Archeomare
Seger van den Brenk
Asterweg 17 A4
1031 HL Amsterdam
Niederlande

Taucher-Arbeitsgemeinschaft
Lorenz GbR
Rolf & Gerald Lorenz
Stiller Winkel 22
24235 Wendtorf
Deutschland

Vikingskibsmuseum
Vindeboder 12
4000 Roskilde
Dänemark

Geotechnische Untersuchungen

GEUS De Nationale
Geologiske Undersøgelser for
Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10,
1350 København K
Dänemark

Leibniz-Institut für Ostsee-
forschung Warnemünde (IOW)
Dr. Franz Tauber
Seestraße 15
18119 Rostock
Deutschland

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S
Dänemark

Karten:

Wenn nicht anders angegeben:

DTK5 und DTK25 © GeoBasis-DE/LVermGeo SH (www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de)

DDO Orthofoto: DDO®, © COWI

Geodatastyrelsen (früher Kort- og Matrikelstyrelsen), Kort10 und 25 Matrikelkort

GEUS (De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland)

HELCOM (Helsinki Commission – Baltic Marine Environment Protection Commission)

Inhaltsverzeichnis

1. ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	16
2. RECHTLICHE UND FACHLICHE GRUNDLAGEN	19
2.1. Maßstab für die Verträglichkeitsprüfung	20
2.2. Untersuchungsgegenstand	21
2.3. Ermittlung der Beeinträchtigung.....	22
2.4. Bewertung der Verträglichkeit.....	22
3. DETAILLIERT UNTERSUCHTER BEREICH	24
3.1. Durchgeführte Untersuchungen.....	24
3.2. Datenlücken.....	26
3.3. Charakteristische Arten	27
4. BESCHREIBUNG DER BEWERTUNGSMETHODEN	28
5. ÜBERSICHT ÜBER DIE NATURA 2000-GEBIETE	33
6. BESCHREIBUNG DES PROJEKTS SOWIE DER RELEVANTEN WIRKFAKTOREN	36
6.1. Beschreibung des Vorhabens	36
6.1.1. Hauptvariante Absenktunnel	37
6.1.1.1. Überblick über die Linienführung	37
6.1.1.2. Querschnitt.....	42
6.1.1.3. Bauverfahren.....	44
6.1.1.4. Baustelleneinrichtung, Arbeitshäfen und Produktionsstätte	46
6.1.2. Hauptvariante Bohrtunnel	50
6.1.2.1. Überblick über die Linienführung	50
6.1.2.2. Querschnitt.....	54
6.1.2.3. Bauverfahren.....	56
6.1.2.4. Baustelleneinrichtung, Arbeitshäfen und Produktionsstätten	58
6.1.3. Hauptvariante Schrägkabelbrücke	63
6.1.3.1. Überblick über die Linienführung	63
6.1.3.2. Querschnitt.....	68

6.1.3.3. Bauverfahren.....	69
6.1.3.4. Baustelleneinrichtung, Arbeitshäfen und Produktionsstätten	74
6.2. Wirkfaktoren	76
6.2.1. Baubedingte Wirkfaktoren.....	77
6.2.1.1. Baubedingte Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens	77
6.2.1.2. Freisetzung (Aufwirbelung), Verdriftung und Ablagerung von Sedimenten des Meeresbodens.....	78
6.2.1.3. Baubedingte Barrierewirkung.....	101
6.2.1.4. Baubedingtes Kollisionsrisiko	101
6.2.1.5. Baubedingte visuelle und sensorische Störung	102
6.2.2. Anlagebedingte Wirkfaktoren	104
6.2.2.1. Flächenverlust des Meeresbodens durch Überbauung und unter Wasser liegende Bauwerkteile	105
6.2.2.2. Veränderung von Strömung und Sedimentdrift	105
6.2.2.3. Barrierewirkung durch Bauwerksteile	106
6.2.2.4. Kollisionsrisiko mit den Bauwerken.....	106
6.2.2.5. Anlagebedingte visuelle und sensorische Störung	107
6.2.3. Betriebsbedingte Wirkfaktoren	107
6.2.3.1. Kollisionsrisiko mit dem Straßen- und Schienenverkehr	108
6.2.3.2. Betriebsbedingte visuelle und sensorische Störung	108
6.2.3.3. Betriebsbedingte Schadstoffemissionen.....	110
6.2.4. Einschätzung der Relevanz von Wirkfaktoren anderer Pläne und Projekte	112
6.2.4.1. Begründung für die Auswahl der berücksichtigten Pläne und Projekte.....	112
6.2.4.2. Beschreibung der Pläne und Projekte mit potenziellen kumulativen Beeinträchtigungen	118
6.2.4.3. Ermittlung und Bewertung der kumulativen Beeinträchtigungen	121

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1	Skala zur Bewertung der Beeinträchtigung.....	29
Tabelle 6-1	Prognose für den Straßenverkehr in beide Richtungen auf der Festen Fehmarnbeltquerung im Jahr 2025 (Femern A/S September 2012)	36
Tabelle 6-2	Prognose für den Bahnverkehr in beide Richtungen auf der Festen Fehmarnbeltquerung im Jahr 2025 (Femern A/S 20.10.2011)	36
Tabelle 6-3	Übersicht der Projektwirkungen	77
Tabelle 6-4	Schwellenwerte der Beeinträchtigung der benthischen Flora und Fauna	88
Tabelle 6-5	Grad der Beeinträchtigung der benthischen Flora durch Schwebstoffe in Abhängigkeit von der modellierten Reduktion der Biomasse am Ende der Wachstumsperiode90	
Tabelle 6-6	Grad der Beeinträchtigung der benthischen Flora durch Sedimentation (Hartbodengemeinschaften [Makroalgen]).....	91
Tabelle 6-7	Grad der Beeinträchtigung der benthischen Fauna durch Schwebstoffe in Abhängigkeit von Schwebstoffkonzentration und Dauer der Einwirkung und Übersicht der Auswirkungen durch Schwebstoffe und/oder Sedimentation	93
Tabelle 6-8	Zusammenstellung der Analysewerte	95
Tabelle 6-9	Richtwerte für die Sedimentqualität	96
Tabelle 6-10	Beeinträchtigung der Meeressäuger durch Lärm – Überblick über die Wirkungen und Auswirkungen.....	103
Tabelle 6-11	Informationsabfrage bei deutschen Planungs- und Umweltbehörden.....	113
Tabelle 6-12	Auswertung zu Offshore-Windparks	115
Tabelle 6-13	Auswertung der Informationsabfrage bei deutschen Planungs- und Umweltbehörden	116
Tabelle 6-14	Ermittlung und Bewertung der kumulativen Beeinträchtigungen.....	124

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1	Trassenführung der Festen Fehmarnbeltquerung (EEZ = Ausschließliche Wirtschaftszone, AWZ).....	16
Abbildung 1-2	Stufung der Prüfungen für Natura 2000-Gebiete.....	18
Abbildung 5-1	Lage der Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung in der Umgebung der Festen Fehmarnbeltquerung (rote Linie).....	34
Abbildung 5-2	Lage der EU-Vogelschutzgebiete (Besondere Schutzgebiete, BSG) in der Umgebung der Festen Fehmarnbeltquerung (rote Linie)	35
Abbildung 6-1	Variante Absenktunnel, Übersicht Lage	37
Abbildung 6-2	Querschnitt Absenktunnel – Standardelement (Maße in m)	43
Abbildung 6-3	Querschnitt Absenktunnel – Spezialelement (Maße in m)	44
Abbildung 6-4	Perspektivische Ansicht des Grabens mit Tunnelelement und Verfüllung.....	46
Abbildung 6-5	Beispielhafte Belegung der Baustelleneinrichtungsflächen auf Fehmarn.....	47

Abbildung 6-6	Temporärer Arbeitshafen auf Fehmarn	48
Abbildung 6-7	Produktionsstätte für Tunnelelemente auf Lolland	49
Abbildung 6-8	Variante Bohrtunnel - Übersicht Lage.....	50
Abbildung 6-9	Lage der drei Bohrtunnel, Blick in Richtung Norden.....	54
Abbildung 6-10	Perspektivische Ansicht des Straßentunnels als Bohrtunnel	55
Abbildung 6-11	Perspektivische Ansicht des Eisenbahntunnels als Bohrtunnel	56
Abbildung 6-12	Schemaskizze durch eine Tunnelbohrmaschine	57
Abbildung 6-13	Bohrtunnelbaustelle auf Fehmarn.....	59
Abbildung 6-14	Bohrtunnelbaustelle auf Lolland.....	60
Abbildung 6-15	Arbeitshafen auf Fehmarn	62
Abbildung 6-16	Hauptvariante Brücke – Übersicht Lage	63
Abbildung 6-17	Ansicht der Schrägkabelbrücke	65
Abbildung 6-18	Regelquerschnitt der Brückenvariante.....	69
Abbildung 6-19	Bodenverbesserung am Beispiel Senkkasten der äußeren Pylone	70
Abbildung 6-20	Arbeitshafen auf Fehmarn (links) – Arbeitshafen und Fertigungsstätte Rødby auf Lolland (rechts).....	75
Abbildung 6-21	Bereiche, in denen der Schwellenwert der modellierten Schwebstoffkonzentration von 10 mg/l für den Zeitraum März bis Oktober des zweiten Baujahres in der Nähe des Meeresbodens überschritten ist	82
Abbildung 6-22	Bereiche, in denen der Schwellenwert der modellierten Schwebstoffkonzentration von 2 mg/l während des zweiten Baujahres an der Wasseroberfläche überschritten ist (in Tagen/Jahr)	83
Abbildung 6-23	Maximale vorübergehende Ablagerungshöhe (in mm).....	85
Abbildung 6-24	Zusammenhänge zwischen Lichtreduktion, Biomassereduktion und Grad der Beeinträchtigung	89
Abbildung 6-25	Wirkintensität der Sedimentation mit Dauer auf der x-Achse und Höhe der Sedimentationsschicht auf der y-Achse	94
Abbildung 6-26	Lage von Offshore-Windparks	114

Abkürzungsverzeichnis

Abk	Abkürzung
AKVSW	Arbeitskreis an der staatlichen Vogelschutzwarte, Hamburg
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
B	Bundesstraßenbezeichnung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
B-Plan	Bebauungsplan
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BFO	Bundesfachplan Offshore
BSG	Besonderes Schutzgebiet (EU-Vogelschutzgebiet)
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d. h.	das heißt
DE	Deutschland/deutsches Hoheitsgebiet
DK	Dänemark
E	Europastraßenbezeichnung
etc.	et cetera
ebd.	ebenda
EQS	Umweltqualitätsstandards
ERL	Effects Range Low: Untere Effekt-Grenze

EU	Europäische Union
FBQ	Feste Fehmarnbeltquerung
ff	folgende
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FFH-VE	Fauna-Flora-Habitat Verträglichkeitsvoreinschätzung
FFH-VVP	Fauna-Flora-Habitat Verträglichkeitsvorprüfung
FFH-VP	Fauna-Flora-Habitat Verträglichkeitsprüfung
FFH-VS	Fauna-Flora-Habitat Verträglichkeitsstudie
FT	Fertigteil
GAM	Generalized Additive Modelling: Generalisierte Additive Modellierung
GGB	Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiet)
HELCOM	Helsinki Kommission: Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area: Zwischenstaatliche Kommission für den Schutz der Meeresumwelt im Ostseeraum
HNH	Normalhöhennull
i. d. R.	in der Regel
IOW	Institut für Ostseeforschung Warnemünde
i. V. m.	in Verbindung mit
i. W.	im Weiteren/im Wesentlichen
IBM	Individuenbasiertes Modell
K	Kreisstraßenbezeichnung
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
LNatSchG	Landesnatorschutzgesetz
LRT	FFH-Lebensraumtyp

max.	 maximal
MIKE	Modellierungssoftware für Hydrodynamik und Wasserqualität
Mio.	Million
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
MW	Mittelwert
MWAVT	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie
n. e.	nicht erheblich
n. r.	nicht relevant
NO ₂	Stickstoffdioxid
NSG	Naturschutzgebiet
OAG	Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Schleswig-Holstein
OSPAR	Oslo and Paris Conventions for the protection of the marine environment of the North-East Atlantic
s.	siehe
SCI	Site of Community Importance (siehe auch GGB)
SH	Schleswig-Holstein
s. o.	siehe oben
SO ₂	Schwefeldioxid
SSC	Suspended Sediment Concentration
s. o.	siehe oben
SUP	Strategische Umweltprüfung
TBM	Tunnelbohrmaschine
u. a.	unter anderem



UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
vgl.	vergleiche
VVM	Dänische Umweltverträglichkeitsprüfung
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

1. Anlass und Aufgabenstellung

Mit der Festen Fehmarnbeltquerung (FBQ) soll die Ostsee mit einer grenzüberschreitenden kombinierten Eisenbahn- und Fernstraßenverbindung zwischen der dänischen Insel Lolland und der deutschen Insel Fehmarn gequert werden. Die Feste Fehmarnbeltquerung umfasst eine zweigleisige, elektrifizierte Bahnstrecke und eine vierspurige Fernstraßenverbindung. Die geplante Linie verläuft östlich von Puttgarden, überquert den Femarnbelt und erreicht Lolland östlich von Rødbyhavn (vgl. Abbildung 1-1 und Projektbeschreibung, Kap. 6.1).

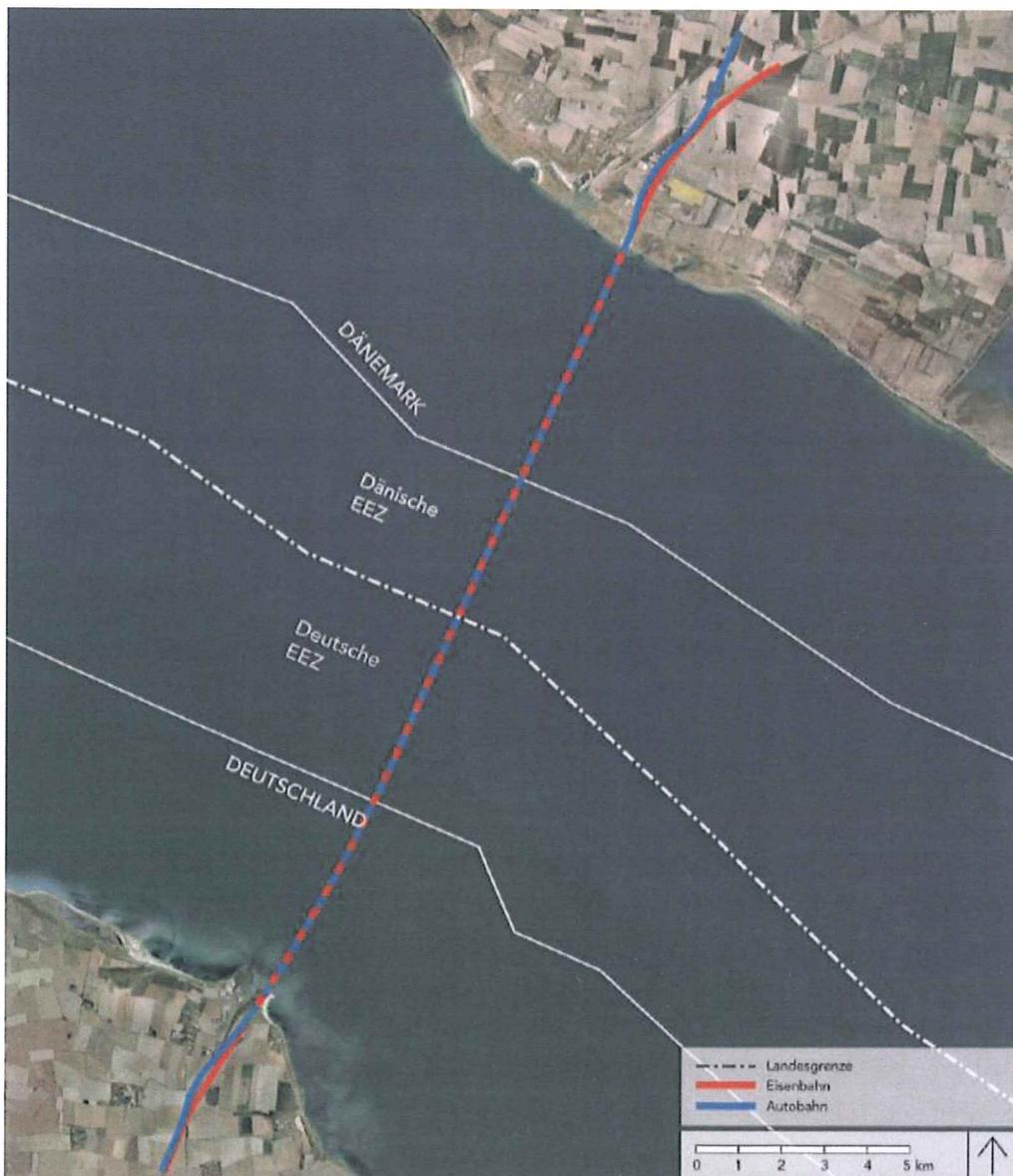


Abbildung 1-1 Trassenführung der Festen Fehmarnbeltquerung (EEZ = Ausschließliche Wirtschaftszone, AWZ)

Das Vorhaben ist grundsätzlich über verschiedene Bauwerksvarianten realisierbar (Absenktunnel, Bohrtunnel, Schrägkabelbrücke [im Folgenden gleichbedeutend in allen

Natura 2000-Dokumenten ggf. auch nur als „Brücke“ bezeichnet]). Die Länge des Bauwerks des Absenktunnels beträgt etwa 18 km, die Länge der Tunnelröhren des Bohrtunnels rund 21 km und die Länge des Brückenbauwerks (ohne Rampenschüttungen) ungefähr 18 km (s. Kap. 6.1). Im Gegensatz zum Absenktunnel, bei dem vorgefertigte Tunnelelemente in einen zuvor ausgehobenen Tunnelgraben abgesenkt werden, wird der Bohrtunnel mit Tunnelbohrmaschinen untertage hergestellt.

Das Projekt kann direkte oder indirekte Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete haben. Bei der Zulassung eines Projekts ist die Prüfung von möglichen Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten erforderlich. Natura 2000-Gebiete umfassen:

- Gebiete von gemeinschaftlichem Interesse (GGB oder Fauna-Flora-Habitat- bzw. FFH-Gebiet gemäß der Richtlinie Nr. 92/43/EWG des Rates, FFH-RL)
- EU-Vogelschutzgebiete (BSG – Besonderes Schutzgebiet gemäß der Richtlinie 2009/147/EG des Rates, Vogelschutz-Richtlinie, VRL).

Gemäß § 34 BNatSchG in Verbindung mit Artikel 6 Abs. 3 FFH-RL ist zu prüfen, ob das Projekt zu erheblichen Beeinträchtigungen des jeweiligen Gebiets in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen führen kann.

Grundlage einer solchen FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) ist i.d.R. eine vom Vorhabensträger zu erstellende FFH-Untersuchung bzw. FFH-Verträglichkeitsstudie (FFH-VU bzw. FFH-VS)

Diese Natura 2000-Unterlagen umfassen außer diesem allgemeinen, gebietsübergreifenden und vorbereitenden Teil (Teil A) einen speziellen, gebietsbezogenen Teil (Teil B), der in drei Verfahrensschritte gegliedert ist (wie im UVP-Scoping-Papier beschrieben, vgl. FEMERN A/S & LBV-SH, 2010a und Abbildung 1-2):

- I: FFH-Verträglichkeits-Voreinschätzung (FFH-VE)
- II: FFH-Verträglichkeits-Vorprüfung (FFH-VVP)
- III: FFH-Verträglichkeits-Prüfung (FFH-VP)

Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 in Kap. 5 zeigen eine Übersicht über die deutschen und dänischen Natura 2000-Gebiete im Umfeld der Festen Fehmarnbeltquerung. Einige FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete überlagern sich teilweise.

Natura 2000: Verträglichkeitsprüfungen

Stufung der Prüfungen für Natura 2000-Gebiete

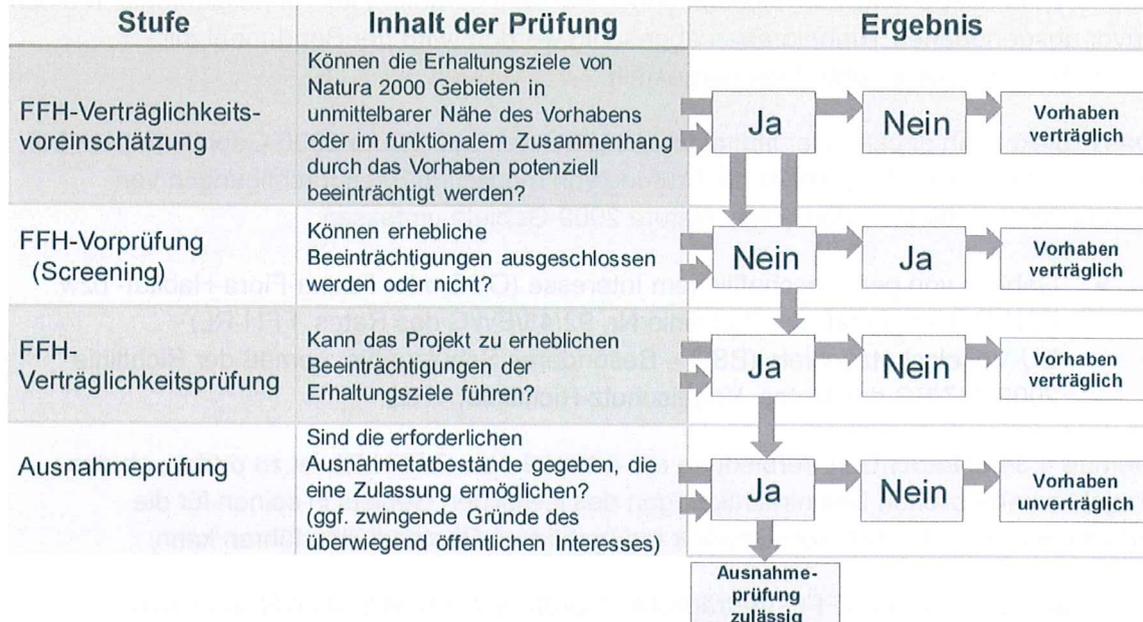


Abbildung 1-2 Stufung der Prüfungen für Natura 2000-Gebiete

FFH-Verträglichkeits-Voreinschätzung (FFH-VE)

Aufgrund der großen Anzahl an Natura 2000-Gebieten in räumlicher Nähe zur Festen Fehmarnbeltquerung (FBQ) wird zunächst eine FFH-Verträglichkeits-Voreinschätzung (FFH-VE) durchgeführt. Für die FFH-VE werden die Natura 2000-Gebiete mit ihren Erhaltungszielen aufgeführt, die sich innerhalb des potenziellen, projektbezogenen Wirkraumes befinden, und ihre Lage zum Projekt dargestellt.

Die FFH-VE erfolgt variantendifferenzierend nach Absenktunnel, Bohrtunnel und Brücke.

Aufgabe der Voreinschätzung ist die Beantwortung folgender Frage:

Können Beeinträchtigungen eines Natura 2000-Gebiets mit Sicherheit ausgeschlossen werden?

Ja → Beeinträchtigungen können ausgeschlossen werden. Das Projekt ist nicht geeignet, ein Natura 2000-Gebiet zu beeinträchtigen: Das Projekt ist verträglich im Sinne der FFH-RL, es ist keine weitere Prüfung erforderlich.

Nein → Beeinträchtigungen können nicht ausgeschlossen werden. Das Projekt könnte zu Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele eines Natura 2000-Gebiets führen. Es ist eine weiterführende Prüfung erforderlich, bei der die Erheblichkeit der Beeinträchtigung geprüft werden muss.

FFH-Verträglichkeits-Vorprüfung (FFH-VVP)

Für diejenigen Natura 2000-Gebiete, für die im Ergebnis der FFH-VE Beeinträchtigungen nicht mit der erforderlichen Prognosesicherheit ausgeschlossen werden können, wird jeweils eine FFH-Verträglichkeitsvorprüfung (FFH-VVP) durchgeführt.

Grundsätzlich hat eine FFH-VVP die Frage zu beantworten, ob eine FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) erforderlich ist - oder nicht (vgl. Lambrecht & Trautner 2007, Lambrecht et. al 2004).

Prüfmaßstab ist die Erheblichkeit von Beeinträchtigungen. Stellt sich im Rahmen der FFH-VVP heraus, dass erhebliche Beeinträchtigungen nicht sicher ausgeschlossen werden können, ist eine FFH-VP nach § 34 Abs. 1 BNatSchG erforderlich. Wird im Rahmen der FFH-VVP festgestellt, dass erhebliche Beeinträchtigungen des jeweiligen Schutzgebiets durch das geplante Projekt (und ggf. im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen) offensichtlich ausgeschlossen werden können, ist eine weitere Prüfung nicht erforderlich.

Die FFH-VVP erfolgt variantendifferenzierend nach Absenktunnel, Bohrtunnel und Brücke.

FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP)

Für diejenigen Natura 2000-Gebiete, für die im Ergebnis der FFH-VVP erhebliche Beeinträchtigungen nicht mit der erforderlichen Prognosesicherheit ausgeschlossen werden können, ist die Erstellung einer FFH-VS erforderlich.

Eine FFH-VS wird nur für die technische Variante erstellt, für die auch die Planfeststellung beantragt wird. Dies ist der Absenktunnel.

2. Rechtliche und fachliche Grundlagen

Nach den Vorgaben des § 34 Abs. 1 S. 1 BNatSchG bzw. Art. 6 Abs. 3 FFH-RL sind Projekte, die nicht unmittelbar der Verwaltung eines Natura 2000-Gebietes dienen, soweit sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, ein Schutzgebiet erheblich zu beeinträchtigen, vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen zu prüfen.

Die vorliegende Untersuchung orientiert sich an den einschlägigen Leitfäden, wie insbesondere:

- Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen, Teil IV: FFH-Verträglichkeitsprüfung und Ausnahmeverfahren (EBA 2010),
- Leitfaden und Musterkarten zur FFH-Verträglichkeitsprüfung im Bundesfernstraßenbau (BMVBW 2004),
- Gutachten zum Leitfaden für Bundesfernstraßen zum Ablauf der Verträglichkeits- und Ausnahmeprüfung nach §§ 34, 35 BNatSchG (KifL, Cochet Consult & TGP 2004),



- Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen (BMVBS 2008),
- Fachinformationssystem und Fachkonvention zur Bestimmung der Erheblichkeit der FFH-VP (Lambrech & Trautner 2007),
- Ermittlung von erheblichen Beeinträchtigungen im Rahmen von FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen (Lambrech et al. 2004),
- Auslegungsleitfaden zu Artikel 6 Absatz 4 der 'Habitat-Richtlinie' 92/43/EWG (Europäische Kommission 2007/2012),
- Leitfaden zur Prüfung der Verträglichkeit von Plänen und Projekten mit erheblichen Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete (Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt 2001),
- Natura 2000 – Gebietsmanagement, Die Vorgaben des Artikels 6 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG (Europäische Kommission 2000).

2.1. Maßstab für die Verträglichkeitsprüfung

Maßstab für die FFH-Verträglichkeitsprüfung sind die für das Gebiet festgelegten Erhaltungsziele (Europäische Kommission 2000). Bei Schutzgebieten nach Landesrecht im Sinne der §§ 20 Abs. 2, 22 Abs. 1 BNatSchG ergeben sich die Maßstäbe für die Verträglichkeit aus dem Schutzzweck und den dazu erlassenen Vorschriften.

Die in Art. 6 Abs. 3 FFH-RL genannte Beeinträchtigung eines „Gebietes als solches“ bezieht sich auf dessen ökologische Funktionen. Die Entscheidung, ob eine Beeinträchtigung vorliegt, sollte sich auf die für das Gebiet festgelegten Erhaltungsziele konzentrieren und auf diese beschränkt bleiben (Europäische Kommission 2000). Der Begriff "Erhaltungsziele" ist nach § 7 Abs. 1 Nr. 9 BNatSchG wie folgt definiert:

"Ziele, die im Hinblick auf die Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands eines natürlichen Lebensraumtyps von gemeinschaftlichem Interesse, einer in Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG oder in Artikel 4 Absatz 2 oder Anhang I der Richtlinie 2009/47/EG aufgeführten Art für ein Natura 2000-Gebiet festgelegt sind."

Nach Art. 1e FFH-RL wird der Erhaltungszustand eines natürlichen Lebensraums als "günstig" betrachtet, wenn

- sein natürliches Verbreitungsgebiet sowie die Flächen, die er in diesem Gebiet einnimmt, beständig sind oder sich ausdehnen und
- die für seinen langfristigen Fortbestand notwendige Struktur und spezifischen Funktionen bestehen und in absehbarer Zukunft weiterbestehen werden und
- der Erhaltungszustand der für ihn charakteristischen Arten günstig ist.

Nach Artikel 1i FFH-RL wird der Erhaltungszustand einer Art als "günstig" betrachtet,

- wenn aufgrund der Daten über die Populationsdynamik der Art anzunehmen ist, dass diese Art ein lebensfähiges Element des natürlichen Lebensraumes, dem sie angehört, bildet und langfristig weiter bilden wird und
- das natürliche Verbreitungsgebiet dieser Art weder abnimmt noch in absehbarer Zeit vermutlich abnehmen wird und
- ein genügend großer Lebensraum vorhanden ist und wahrscheinlich weiter vorhanden sein wird, um langfristig das Überleben der Populationen dieser Art zu sichern.

2.2. Untersuchungsgegenstand

Um die Auswirkungen auf ein Natura 2000-Gebiet erfassen und einschätzen zu können, sind die spezifischen Eigenschaften des Gebiets als Ganzes oder aber die der Teilflächen, in denen Auswirkungen am wahrscheinlichsten sind, zu ermitteln (Europäische Kommission - Generaldirektion Umwelt 2001). Für eine Verträglichkeitsprüfung ist somit zunächst zu ermitteln, welche Tier- und Pflanzenarten sowie welche Lebensräume als Erhaltungsziele bzw. als für den Schutzzweck maßgebliche Bestandteile anzusehen sind. Im Rahmen der Bestandsaufnahme ist daraufhin festzustellen, ob Flächen betroffen sind, die für diese Arten von Bedeutung sind bzw. ein Entwicklungspotenzial aufweisen. Dabei sind die besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse heranzuziehen. Die erforderlichen Informationen sollten dem aktuellsten Stand entsprechen und die folgenden Punkte umfassen (Europäische Kommission 2007):

- Struktur und Funktion des Gebiets sowie die jeweilige Bedeutung seiner ökologischen Werte;
- Fläche, Repräsentativität und Schutzstatus der prioritären bzw. nicht prioritären Lebensräume innerhalb des betreffenden Gebiets;
- Populationsgröße, Isolierungsgrad, Ökotyp, Genpool¹, Altersstrukturen und Schutzstatus der in dem Gebiet vorkommenden Arten, die in Anhang II der Habitat-Richtlinie bzw. Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie aufgeführt sind;
- Rolle des Gebiets innerhalb der biogeografischen Region und für die Kohärenz des Netzes Natura 2000;
- alle anderen ökologische Werte und Funktionen, die innerhalb des Gebiets ermittelt werden.

¹ Informationen zum Genpool oder Altersstrukturen der FFH-relevanten Arten liegen in der Regel nicht vor. Nach dem Urteil des BVerwG (2007) ist der Vorhabensträger zwar aufgefordert alle wissenschaftlichen Mittel und Quellen auszuschöpfen, dies bedeutet aber nicht, dass Forschungsaufträge zu vergeben sind, um Kenntnislücken zu schließen. In der vorliegenden FFH-Verträglichkeitsuntersuchung werden daher außer für die Art Schweinswalen keine Aussagen zum Genpool der ggf. betroffenen Arten gemacht.

2.3. Ermittlung der Beeinträchtigung

Nach der Bestandsaufnahme ist unter Anwendung der besten verfügbaren Techniken und Methoden darzulegen, in welcher Weise Beeinträchtigungen der relevanten Arten und Lebensräume durch das geplante Projekt auftreten können (Europäische Kommission 2007). Hierbei ist auch ein mögliches Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten sowie mit bereits vorhandenen Vorbelastungen zu berücksichtigen.

Die Prüfung sieht vor, die wirksamsten Maßnahmen zur Schadensbegrenzung in den betreffenden Plan bzw. das betreffende Projekt einzubeziehen, um eine Beeinträchtigung des Gebiets zu vermeiden, zu verringern oder gar ganz auszuschließen (Europäische Kommission 2007).

Da eine Quantifizierung der Beeinträchtigungen nicht in allen Fällen möglich ist, muss die Bewertung der jeweiligen Sachlage ggf. verbal-argumentativ durchgeführt werden. Gleichwohl ist eine objektive Begründung anhand nachvollziehbarer Kriterien erforderlich (BMVBW 2004). In der FFH-Verträglichkeitsprüfung ist nicht nur zu ermitteln, ob eine erhebliche Beeinträchtigung durch ein zu prüfendes Vorhaben möglich ist, sondern auch, ob eine solche Beeinträchtigung mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Dabei müssen die möglichen synergistischen Effekte einzelner Beeinträchtigungen aus der Sicht der betroffenen Arten und Lebensräume berücksichtigt werden (KifL, Cochet Consult & TGP 2004).

2.4. Bewertung der Verträglichkeit

Mit dem Vorliegen von erheblichen Beeinträchtigungen wird eine Schwelle markiert, deren Überschreitung zugleich mit der grundsätzlichen Unzulässigkeit des Vorhabens einhergeht. Weder die FFH-Richtlinie noch die Vorschriften des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) enthalten jedoch Vorgaben für die Bewertung der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen. Dies ist vorrangig eine naturschutzfachliche Fragestellung, die anhand der Umstände des jeweiligen Einzelfalles beantwortet werden muss (vgl. Schlussanträge der Generalanwältin Kokott zu Rs. C-127/02, Slg. 2004, I-7405, Nr. 62).

Lambrecht & Trautner (2007) geben die folgenden Definitionen für erhebliche Beeinträchtigungen an:

"Eine erhebliche Beeinträchtigung eines natürlichen Lebensraumes nach Anhang I FFH-Richtlinie, der in einem FFH-Gebiet nach den gebietsspezifischen Erhaltungszielen zu bewahren oder zu entwickeln ist, liegt in der Regel insbesondere dann vor, wenn aufgrund der projekt- oder planbedingten Wirkungen

- *die Fläche, die der Lebensraum in dem FFH-Gebiet aktuell einnimmt, nicht mehr beständig ist, sich verkleinert oder sich nicht entsprechend den Erhaltungszielen ausdehnen oder entwickeln kann, oder*

- die für den langfristigen Fortbestand des Lebensraums notwendigen Strukturen und spezifischen Funktionen nicht mehr bestehen oder in absehbarer Zukunft wahrscheinlich nicht mehr weiter bestehen werden, oder
- der Erhaltungszustand der für ihn charakteristischen Arten nicht mehr günstig ist.

Eine erhebliche Beeinträchtigung von Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie sowie nach Anhang I und Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie, die in einem FFH-Gebiet bzw. in einem Europäischen Vogelschutzgebiet nach den gebietsspezifischen Erhaltungszielen zu bewahren oder zu entwickeln sind, liegt in der Regel insbesondere dann vor, wenn aufgrund der projekt- oder planbedingten Wirkungen

- die Lebensraumfläche oder Bestandsgröße dieser Art, die in dem Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung bzw. dem Europäischen Vogelschutzgebiet aktuell besteht oder entsprechend den Erhaltungszielen ggf. wiederherzustellen bzw. zu entwickeln ist, abnimmt oder in absehbarer Zeit vermutlich abnehmen wird, oder
- unter Berücksichtigung der Daten über die Populationsdynamik anzunehmen ist, dass diese Art ein lebensfähiges Element des Habitats, dem sie angehört, nicht mehr bildet oder langfristig nicht mehr bilden würde."

Die Schwelle, ab der eine Beeinträchtigung erheblich ist, ist nicht standardisierbar. Ihr Erreichen ist stets abhängig von der im Einzelfall vorliegenden Art, Dauer, Reichweite und Intensität einer Wirkung im Verhältnis zu den spezifischen Empfindlichkeiten der gebietsbezogen festgelegten Erhaltungsziele und der für sie maßgeblichen Strukturen und Funktionen (BMVBW 2004).

Zunächst ist grundsätzlich jede Beeinträchtigung von Erhaltungszielen erheblich und muss als Beeinträchtigung des Gebiets als solches gewertet werden (BVerwG 2007). Dabei gilt nach Auffassung des BVerwG aber, dass jede Unverträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines FFH-Gebietes unter dem Bagatellvorbehalt steht, der durch den gemeinschaftsrechtlichen Verhältnismäßigkeitsgrundsatz (Art. 5 Abs. 3 EG) begründet ist (BVerwG 2009, 2010).

Maßgebliches Bewertungskriterium für die Frage, ob ein Vorhaben zu erheblichen Beeinträchtigungen führen kann, ist daher der „günstige Erhaltungszustand“ (BVerwG 2007). Wird der Erhaltungszustand eines Gebiets als günstig beurteilt, kommt es bei der Frage der Erheblichkeit einer möglichen Beeinträchtigung durch künftige Pläne und Projekte allein darauf an, ob der Erhaltungszustand auch nach der Verwirklichung des Projekts günstig bleibt. Zu fragen ist, ob sicher ist, dass ein günstiger Erhaltungszustand trotz Durchführung des Vorhabens stabil bleiben wird, wobei Stabilität die Fähigkeit bezeichnet, nach einer Störung wieder zum ursprünglichen Gleichgewicht zurückzukehren (BVerwG 2007). Führen die projektbedingten Einwirkungen dazu, dass der Erhaltungszustand weniger günstig als vorher ist, kann nach Auffassung der Europäischen Kommission davon ausgegangen werden, dass eine Verschlechterung eingetreten ist (Europäische Kommission 2000).

Eine Verschlechterung des Lebensraums in einem Gebiet tritt grundsätzlich dann ein, wenn die spezifische Struktur und die spezifischen Funktionen, die für den langfristigen Fortbestand

notwendig sind, oder der gute Erhaltungszustand der für den Lebensraum charakteristischen Arten im Verhältnis zum Ausgangszustand beeinträchtigt werden oder wenn sich die Fläche, die der Lebensraum in dem jeweiligen Gebiet einnimmt, verringert (Europäische Kommission 2000).

Nach der ständigen Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts stellen vorhabensbedingte Verluste von Flächen eines Lebensraumtyps des Anhangs I der FFH-Richtlinie dann keine erhebliche Beeinträchtigung i.S.d. Art. 6 Abs. 3 FFH-RL dar, wenn sie lediglich Bagatelldarstellung haben (BVerwG 2008). Eine Orientierungshilfe für die Beurteilung, ob ein Flächenverlust noch Bagatelldarstellung hat, bietet der Endbericht zum Teil „Fachkonventionen“ des von Lambrecht & Trautner (2007) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz durchgeführten Forschungsvorhabens „Fachinformationssystem und Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP“. Die dort vorgeschlagenen Werte sind nach eigenem Anspruch keine Grenzwerte, sondern bloße Orientierungswerte für die Einzelfallbeurteilung. In dieser Funktion können sie nach derzeitigem Wissensstand als Entscheidungshilfe genutzt werden.

Die Beurteilung der Erheblichkeit etwaiger Beeinträchtigungen als Maß für die Verträglichkeit des Vorhabens kann nach Maßgabe der Rechtsprechung des EuGH (2004) und des BVerwG (2007) nur dann zu einem positiven Ergebnis führen, wenn dargelegt werden kann, dass keine vernünftigen Zweifel an der Verträglichkeit des Vorhabens bestehen. Die FFH-Verträglichkeitsprüfung setzt dabei die Berücksichtigung der besten einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse voraus (EuGH 2004) und macht die Ausschöpfung aller wissenschaftlichen Mittel und Quellen erforderlich (Schlussanträge der Generalanwältin Kokott zu Rs. C-127/02, Slg. 2004, I-7405, Nr. 97). Derzeit nicht ausräumbare wissenschaftliche Unsicherheiten über Wirkungszusammenhänge sind jedoch kein unüberwindbares Zulassungshindernis, wenn das Schutzkonzept des Vorhabenträgers ein wirksames Risikomanagement vorsieht. Zudem ist es in einem solchen Fall zulässig, mit Prognosewahrscheinlichkeiten und Schätzungen zu arbeiten; diese müssen kenntlich gemacht und begründet werden (Schlussanträge der Generalanwältin Kokott zu Rs. C-127/02, Slg. 2004, I-7405, Nr. 97; BVerwG 2007).

3. Detailliert untersuchter Bereich

3.1. Durchgeführte Untersuchungen

Die Untersuchungstiefe ist gestaffelt nach den drei Stufen des Prüfverfahrens, sie nimmt von Stufe zu Stufe zu. Grundlage für alle drei Stufen sind die Angaben des Standard-Datenbogens und der gebietsspezifischen Erhaltungsziele für die FFH- Lebensraumtypen (LRT) und Arten, wie sie für das GGB „Fehmarnbelt“ vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) und für die Schutzgebiete, die im Küstenmeer von Schleswig-Holstein (SH) liegen, vom Umweltministerium des Landes (MELUR) festgelegt worden sind (einschließlich der „Gebietssteckbriefe“ und des Monitorings für die Schutzgebiete SH und weiterer, von den zuständigen Behörden erhobenen Daten).

Dem Charakter erster Prüfschritte entsprechend, ist es in der Stufe der **FFH-VE** und der **FFH-VVP** nicht unbedingt notwendig, eigene Untersuchungen durchzuführen. „Die FFH-Vorprüfung erfolgt ausschließlich auf der Grundlage vorhandener Unterlagen und Daten zum Vorkommen von Arten und Lebensräumen sowie akzeptierter Erfahrungswerte zur Reichweite und Intensität von Beeinträchtigungen. Geländeuntersuchungen sind nicht erforderlich“ (EBA 2010, S. 9).

Spezielle Kartierungen sind für die beiden ersten Stufen der Prüfung also nicht erforderlich.

Im Rahmen der **FFH-VVP** wird im Bedarfsfall bereits auf die Ergebnisse von Untersuchungen, die im Rahmen der Erstellung der Unterlagen der Vorhabenträger zur Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) im Zusammenhang mit der Festen Fehmarnbeltquerung angefertigt wurden, zurückgegriffen.

Die Ebene der **FFH-VVP** umfasst einen Vergleich der Varianten Absenktunnel, Bohrtunnel und Schrägkabelbrücke.

Die wesentliche Datenquelle für die Stufe der **FFH-VS** ist die UVS, Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen.

Im Rahmen der **FFH-VS** wurden insbesondere nachstehende Untersuchungen, die im Zusammenhang mit der Festen Fehmarnbeltquerung durchgeführt wurden, verwendet (Auswahl der wichtigsten Kapitel der UVS incl. Anlagen der Planfeststellungsunterlagen):

- Methodik Bestandserfassung Lebensraumtypen [Benthische Habitate] (UVS Anlage 15 Anhang A Methodik, Kap. 0.1.2.8),
- Bestandsaufnahme und -bewertung Lebensraumtypen [Benthische Habitate] (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.8),
- Schwebstofftransport-Modelle für die Auswirkungsprognose zur Wasserqualität (und andere Schutzgüter): Sedimentfreisetzung, Sedimentverdriftung und Sedimentation (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.1.4.3),
- Bestandsaufnahme und -bewertung Hydrografie und Wasserqualität (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2),
- Auswirkungsprognose Hydrografie und Wasserqualität (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.2),
- Auswirkungsprognose Meeresboden [Sedimentaushub, Sedimentation] (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.3),
- Bestandsaufnahme und -bewertung Küstenmorphologie (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.4),
- Auswirkungsprognose Küstenmorphologie (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.4),
- Bestandsaufnahme und -bewertung Benthische Flora (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.6),
- Wirkungen Benthische Flora (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6),
- Empfindlichkeit Benthische Flora (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.6),
- Bestandsaufnahme und -bewertung Benthische Fauna (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.7),
- Wirkungen Benthische Fauna (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.7),



- Empfindlichkeit Benthische Fauna (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.7),
- Modellierung des Bauschalls für die Auswirkungsprognose Meeressäuger (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.8),
- Bestandsaufnahme und –bewertung Meeressäuger (UVS Anlage 15 Band 2b, Kap. 3.10),
- Empfindlichkeit Meeressäuger (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.10),
- Auswirkungsprognose Meeressäuger (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.10),
- Bestandsaufnahme und –bewertung Rastvögel [Wasservögel] (UVS Anlage 15 Band 2b, Kap. 3.11),
- Wirkungen Rastvögel (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11),
- Empfindlichkeit Rastvögel (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.11),
- Auswirkungsprognose Rastvögel [Wasservögel] (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.11),
- Bestandsaufnahme und –bewertung Fische (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.9),
- Luftschadstoffuntersuchung, Anlage 23 der Planfeststellungsunterlagen,
- Baugestaltung, Anlage 27 der Planfeststellungsunterlagen.

Der Vorhabenträger hat entschieden, auf gesonderte Fachgutachten (z. B. Hintergrundberichte zu einzelnen Tierartengruppen) zu verzichten. Das bedeutet, dass alle wesentlichen Informationen in die UVS eingearbeitet wurden. Entscheidende Grundlage (mit Kartierungen, Untersuchungen, Analysen und Prognosen), die für die Prüfung der FFH-Verträglichkeit verwendet werden kann, ist daher die UVS. Mangels gesonderten Fachgutachten bedeuten Verweise in den vorliegenden Natura 2000-Unterlagen auf die UVS, dass der beschriebene Sachverhalt in dem angegebenen UVS-Kapitel betrachtet wird und dass dort ggf. weitere zusätzliche Hintergrundinformationen zu finden sind. Z. B. ist die wissenschaftliche Literatur zur Definition der Wirkintensität für die zusätzliche baubedingte Sedimentation (Diagramm in Kap. 6.2.1.2) in der UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.7.3 angegeben. So ist dokumentiert, dass der beste wissenschaftliche Standard Berücksichtigung findet. Die für die Bewertung der vorhabensbedingten Beeinträchtigungen von Natura 2000-Schutzgebieten relevanten Informationen werden hier vollständig wiedergegeben. „Sind bereits Planungsbeiträge zur UVP ... erarbeitet worden, können wesentliche Inhalte (z.B. Darstellung der Projektwirkungen) für die FFH-VP nutzbar gemacht werden ...“ (BMVBW 2004: 15).

3.2. Datenlücken

Für die zu betrachtenden FFH-LRT des Anhang I und der Arten Anhang II der FFH-RL stehen zahlreiche Untersuchungen und Publikationen zur Verfügung, die eine umfassende Analyse der zu erwartenden Beeinträchtigungen ermöglichen. Projektspezifische eigene Erfassungen erfolgten darüber hinaus im Rahmen eines umfassenden zweijährigen Untersuchungsprogramms (vgl. UVS). Die durchgeführten Untersuchungen und verwendeten Quellen bieten für die Durchführung der erforderlichen Bewertungen eine fundierte Basis. Entscheidungsrelevante Kenntnis- bzw. Datenlücken bestehen nicht.

3.3. Charakteristische Arten

Maßgebliche – den Gegenstand der Verträglichkeitsprüfung bildende – Gebietsbestandteile sind neben den als Erhaltungsziel im Einzelnen genannten FFH-LRT und Arten auch die charakteristischen Arten, die in dem Lebensraumtyp vorkommen. Nach Art. 1 Buchstabe e) FFH-RL befindet sich ein Lebensraum in einem günstigen Erhaltungszustand, wenn (neben zwei weiteren Kriterien) „der Erhaltungszustand der für ihn charakteristischen Arten im Sinne des Buchstaben i) günstig ist“. Gemäß Buchstabe i) ist der Erhaltungszustand einer Art günstig, wenn davon ausgegangen werden kann, dass ihre Population langfristig stabil sein wird und über ausreichend große Lebensstätten langfristig verfügen wird.

Im Urteil vom 12.03.2008 hat das BVerwG Auswirkungen von Projekten auf den Erhaltungszustand von LRT des Anhangs I der FFH-RL über den Weg der Beeinträchtigung charakteristischer Arten dieser LRT auch dann als relevant eingestuft, wenn diese „im Standard-Datenbogen nicht gesondert als Erhaltungsziele benannt sind“ (BVerwG 2008, Trautner 2010).

Die Einbeziehung der charakteristischen Arten in die FFH-VP dient der vertiefenden Analyse der Beeinträchtigungen der FFH-LRT. Im Rahmen einer FFH-VP ist es nicht erforderlich, auf alle vorkommenden charakteristischen Arten eines FFH-LRT einzugehen. Es werden Arten ausgewählt, die einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt im jeweiligen Lebensraumtyp haben. Bedeutung haben nur diejenigen Arten, die zuverlässige Indikatoren für die zu bewertenden Beeinträchtigungen sind und so zu entscheidungserheblichen Aussagen zu den ausgelösten Wirkprozessen führen können (vgl. Klfl, Cochet Consult & TGP 2004):

- Die zu behandelnden Arten werden nicht um ihrer selbst willen untersucht, sondern für die Informationen, über die sie zur Konkretisierung von Aussagen über den Zustand der LRT beitragen. Es geht nicht darum, ob die betreffenden Arten erheblich beeinträchtigt werden, sondern ob der Lebensraum, in dem diese Arten vorkommen, erheblich beeinträchtigt werden könnte.
- Die Betrachtung der Arten muss zusätzliche Informationen liefern, die nicht bereits aus der Betrachtung der standörtlichen Faktoren und ggf. (soweit vorhanden) der Vegetationsstruktur des Lebensraumes abgeleitet werden können.
- Die Arten müssen eine spezifische Empfindlichkeit für die Wirkprozesse besitzen, die vom Projekt ausgehen, und die über die Empfindlichkeit der betroffenen Artengemeinschaft hinausgeht.
- Die Kenntnisse über ihre ökologischen Ansprüche müssen ausreichend wissenschaftlich gesichert sein, damit sie für die Bewertung von Beeinträchtigungen verwendet werden können.

Weitere Indikatorarten mit ihren spezifischen Empfindlichkeiten für Beeinträchtigungen eines Lebensraumtyps sind nur dann zu berücksichtigen, wenn sich die projektbedingten Auswirkungen nicht direkt über den Lebensraumtyp bewerten lassen. Hierunter fallen die Wirkfaktoren der visuellen und akustischen Störungen, die jedoch nur eine begrenzte Reichweite haben (s. Kap. 6.2.1.5 und 6.2.3.2). Die LRT der in der FFH-VP zu prüfenden GGB liegen so weit von der Feste Fehmarnbeltquerung entfernt, dass solche visuellen und

akustischen Störungen als relevante Wirkfaktoren ausscheiden. Der in Kap. 6.2.1.5 für solche Wirkungen vorsorglich zugrunde gelegte 3 km Puffer für baubedingte Störwirkungen auf Vögel überlagert sich nur mit einem sehr geringen Anteil mit LRT in Schutzgebieten (vgl. FFH-VS für das BSG „Östliche Kieler Bucht“, Anlage 19 Teil B IV), so dass erhebliche baubedingte Beeinträchtigungen von Vögeln (und anderen Arten der höheren trophischen Ebenen wie Fische und Meeressäuger) als potenzielle charakteristische Arten der LRT auszuschließen sind. Eine Betrachtung dieses Aspekts entfällt daher im Folgenden.

4. Beschreibung der Bewertungsmethoden

Bewertung auf der Stufe der FFH-Voreinschätzung (VE)

Die Wirkfaktoren und deren mögliche Auswirkungen innerhalb des Wirkraumes auf die für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteile werden überschlägig dargestellt und bewertet.

Können bestimmte Wirkprozesse, die möglicherweise Beeinträchtigungen auslösen können, nicht ausgeschlossen werden, müssen sie unterstellt werden. Die Möglichkeit einer Beeinträchtigung reicht aus, um weiterführende Prüfschritte zu veranlassen. Eine Differenzierung, ob die Beeinträchtigungen erheblich oder nicht erheblich sind, findet auf dieser Stufe der Prüfung nicht statt.

Wenn im Rahmen der FFH-VE Beeinträchtigungen des betreffenden Natura 2000-Gebiets offensichtlich ausgeschlossen werden können, ist eine weiterführende Prüfung im Sinne der FFH-RL entbehrlich.

Bewertung auf der Stufe der FFH-Vorprüfung (VVP)

Auf Ebene der FFH-VVP erfolgt keine detaillierte Bewertung der Erheblichkeit möglicher Beeinträchtigungen (EBA 2010, Lambrecht & Trautner 2007). Können erhebliche Beeinträchtigungen eines bestimmten Gebietes nicht mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden, müssen sie unterstellt werden. Als Folge ist dann eine FFH-Verträglichkeitsprüfung durchzuführen.

„Stellt sich dagegen im Rahmen einer Vorprüfung heraus, dass solche Auswirkungen offensichtlich ausgeschlossen sind oder keine ernst zu nehmenden Anhaltspunkte in diese Richtung wiesen, ist eine FFH-VP entbehrlich“ (Gellermann et al. 2012, S. 67).

Bewertungsmethode auf der Stufe der FFH-Verträglichkeitsprüfung (VP)

Die FFH-VP beinhaltet die Prüfung der Verträglichkeit mit den für das jeweilige Gebiet festgelegten Erhaltungszielen und anschließend die Bewertung, ob diese erheblich beeinträchtigt werden oder nicht.

Dabei wird jeder als maßgeblicher Bestandteil eines Schutzgebiets festgelegte Lebensraumtyp bzw. Art der Anhänge I bzw. II der FFH-RL sowie jede aufgeführte Vogelart des Anhangs I und jede Zugvogelart nach Art. 4 Abs. 2 der V-RL einzeln unter Beschreibung und Bewertung der jeweiligen Wirkprozesse abgehandelt.

Für Vogelschutzgebiete gilt eine spezifische Bewertungsmethodik (s. u.), basierend auf der Auswirkungsprognose der UVS.

Die Schwere einer Beeinträchtigung von Schutzgütern, geschützten Lebensräumen oder geschützten Arten leitet sich generell aus der Verknüpfung der Empfindlichkeit bzw. Bedeutung eines Schutzgutes mit der Intensität und Dauer projektspezifischer Wirkungen ab.

In der FFH-Verträglichkeitsprüfung wird in Anlehnung an KfL, Cochet Consult & TGP 2004 (Tabelle 4-1) grundsätzlich davon ausgegangen, dass eine Beeinträchtigung, die in der UVS als „geringe“ Beeinträchtigung und als „vorübergehend“ bewertet wurde (ohne Überschreitung des Regenerationspotenzials der betroffenen Arten), vorbehaltlich der notwendigen Überprüfung dieser Einschätzung bezogen auf das jeweilige Schutzgebiet nicht als erhebliche Beeinträchtigung im Sinne der FFH-RL anzusehen ist.

Die Bewertung der Erheblichkeit erfolgt allerdings, anders als in der UVS, immer bezogen auf die Ausprägung der maßgeblichen Bestandteile im jeweiligen Schutzgebiet.

Zur Bewertung der Erheblichkeit wird in Anlehnung an das Gutachten zum Leitfaden des BMVBW (KfL, Cochet Consult & TGP 2004, Merkblatt 39) die in folgender Tabelle dargestellte Skala verwendet. Im Rahmen dieser Untersuchung erfolgt eine Einstufung der Erheblichkeit in zwei Stufen: erhebliche / nicht erhebliche Beeinträchtigungen (vgl. folgende Tabelle, rechte Spalte).

Tabelle 4-1 Skala zur Bewertung der Beeinträchtigung

Bewertungskriterien	Beeinträchtigungsgrad	Bewertung der Erheblichkeit
<ul style="list-style-type: none"> keine quantitativen und/oder qualitativen Veränderungen des Vorkommens des Lebensraums bzw. der Art alle für den Lebensraum bzw. für die Art relevanten Strukturen und Funktionen des Schutzgebiets (= für sie maßgebliche Bestandteile) bleiben im vollen Umfang erhalten zukünftige Verbesserung des Erhaltungszustands wird nicht behindert 	keine Beeinträchtigung	
<ul style="list-style-type: none"> geringfügige quantitative und/oder qualitative Veränderungen des Vorkommens des Lebensraums bzw. der Art, die keine irreversiblen Folgen nach sich ziehen Beeinträchtigungen von sehr begrenzter Reichweite im Wesentlichen Eigenschaften der Struktur betroffen, kein Einfluss auf die Ausprägungen der Funktion und der Wiederherstellungsmöglichkeiten keine Auslösung von negativen Entwicklungen in anderen Teilen des Schutzgebiets leichte Bestandsschwankungen einer Art des Anhang II bzw. von charakteristischen Arten des Lebensraums, die auch infolge natürlicher Prozesse auftreten können und die vom Bestand problemlos und in kurzer Zeit (eine Reproduktionsphase) durch natürliche Regeneration ausgeglichen werden können 	geringer Beeinträchtigungsgrad	nicht erheblich

Bewertungskriterien	Beeinträchtigungsgrad	Bewertung der Erheblichkeit
<ul style="list-style-type: none"> irreversible Folgen von sehr geringem Umfang (Flächenverlust von LRT unterhalb der „Bagatellgrenzen“ gemäß Lambrecht & Trautner 2007) extrem schwache Beeinträchtigungen, die ohne aufwändige Untersuchungen unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze liegen, jedoch wahrscheinlich sind deutlich weniger als 1 % (< 0,1 %) der Gebietspopulation der Vogelarten des Anhangs I und der Zugvogelarten nach Art. 4 Abs. 2 der V-RL beeinträchtigt. Die Erheblichkeitsschwelle wird deutlich unterschritten 		
<ul style="list-style-type: none"> zeitweilige Beeinträchtigung, die ohne unterstützende Maßnahmen aufgrund der eigenen Regenerationsfähigkeit des betroffenen Bestands bzw. der betroffenen Lebensgemeinschaft vollständig reversibel ist aus der lokalen Betroffenheit eines Teilbereiches ergeben sich keine irreversiblen Folgen für andere Erhaltungsziele in anderen Teilen des Schutzgebiets und kein Verlust für die Lebensraum- bzw. Habitatvielfalt im Schutzgebiet irreversible Beeinträchtigung, aber nur lokal wirksam und ohne Auswirkungen auf das Entwicklungspotenzial des Lebensraums bzw. der Art im Gesamtgebiet weniger als 1 % (0,1 bis <1 %) der Gebietspopulation der Vogelarten des Anhangs I und der Zugvogelarten nach Art. 4 Abs. 2 der V-RL beeinträchtigt 	noch tolerierbarer Beeinträchtigungsgrad	
<ul style="list-style-type: none"> Beeinträchtigungen, die zwar räumlich und zeitlich begrenzt bleiben, die aber eine hohe Wirkintensität haben (und z.B. kleine bzw. aus sonstigen Gründen empfindliche Vorkommen betreffen, solche mit hoher Vorbelastung oder in einem ungünstigen Erhaltungszustand) auch Funktionen und Wiederherstellungsmöglichkeiten des Lebensraums bzw. der Lebensstätten einer Art werden partiell beeinträchtigt, wobei irreversible Folgen für Vorkommen in anderen Teilen des Schutzgebiets nicht ausgeschlossen werden können mindestens oder mehr als 1 % der Gebietspopulation der Vogelarten des Anhangs I und der Zugvogelarten nach Art. 4 Abs. 2 der V-RL beeinträchtigt 	hoher Beeinträchtigungsgrad	
<ul style="list-style-type: none"> substanzielle quantitative und/oder qualitative Beeinträchtigung von Strukturen, Funktionen, Wiederherstellungsmöglichkeiten ein Teil der relevanten Funktionen ist weiterhin erfüllt, jedoch auf einem für das Schutzgebiet gravierend niedrigeren Niveau qualitative Veränderungen, die eine Degradation des Lebensraums einleiten können, langfristiger Fortbestand im Schutzgebiet gefährdet deutlich mehr als 1 % der Gebietspopulation der Vogelarten des Anhangs I und der Zugvogelarten nach Art. 4 Abs. 2 der V-RL beeinträchtigt. Die gebietspezifische Schwelle der Erheblichkeit wird deutlich überschritten 	sehr hoher bis extrem hoher Beeinträchtigungs-grad	erheblich

Nach KlfL, Cochet Consult & TGP (2004) müssen insbesondere bei der Beurteilung, ob eine projektbedingte Beeinträchtigung noch tolerierbar (nicht erheblich) oder nicht mehr tolerierbar (erheblich) einzustufen ist, einzelfallbezogen insbesondere folgende Fragen geklärt werden:

- 
- Welchen Anteil am Vorkommen des Lebensraumtyps im Schutzgebiet nehmen die betroffenen Lebensräume ein?
 - Stellen die betroffenen Lebensräume besondere Ausprägungen des Typs im Gebiet dar?
 - Welche Bedeutung haben die betroffenen Bereiche für das Lebensraumgefüge des Schutzgebiets? (z. B. besonderes Zonierungsmuster)
 - Besitzen die betroffenen Bereiche im Lebenszyklus einer charakteristischen Art eine besondere Bedeutung?
 - Wie ist ihr Entwicklungspotenzial einzuschätzen?

bzw.

- Welcher Anteil des geschätzten Gesamtbestands der Art im Schutzgebiet bzw. welcher Anteil der geeigneten Lebensstätten der Art im Gesamtschutzgebiet wird betroffen?
- Spielt der betroffene Bereich im Lebenszyklus der Art eine besondere Funktion?
- Können Teilpopulationen durch Zerschneidungseffekte irreversibel isoliert werden?
- Verbleiben im Falle von zeitlich begrenzten Störungen im übrigen Gebiet ausreichend große, unbeeinträchtigte Populationen, um eine Wiederbesiedlung der beeinträchtigten Teilräume zu sichern?

Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP (Lambrecht & Trautner 2007)

Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP liegen von Lambrecht & Trautner (2007) vor. Durch die Wahl der Begriffe „Fachkonventionsvorschläge“ und „Orientierungswerte“ verdeutlichen die Autoren, „dass die Fachkonventionsvorschläge eine fachliche Konkretisierung des Erheblichkeitsbegriffs darstellen und keine formalrechtliche Verbindlichkeit beanspruchen wollen und auch nicht können, sondern eine Hilfestellung für die Einzelfallbeurteilung bilden“ (Lambrecht & Trautner 2007, S. 17). Die darin vorgeschlagenen Orientierungswerte gelten bei direktem Flächenentzug in LRT. Ein direkter Flächenentzug in LRT findet durch das Vorhaben nicht statt. Lambrecht & Trautner (2007, S. 83/84) geben jedoch auch „Hinweise zur etwaigen Anwendung der Fachkonventionsvorschläge bei graduellen Funktionsverlusten“ und ein Beispiel einer solchen Anwendung für LRT. Es soll „unter Berücksichtigung des jeweiligen Einzelfalls mehr Objektivität und Nachvollziehbarkeit in Bewertungsentscheidungen erreicht werden.“ „Grundsätzlich ist immer zunächst – zumindest im Hinblick auf Plausibilität – zu prüfen, ob eine entsprechende Umsetzung fachlich möglich und angemessen ist, oder ob es andere, etabliertere Ansätze der Bewertung der Beeinträchtigungen gibt.“

Eine wissenschaftlich haltbare Ableitung von Prozentwerten eines graduellen Funktionsverlustes ist jedoch auch unter Ausschöpfung aller wissenschaftlichen Mittel und Quellen nicht möglich, das Ziel der Objektivität und Nachvollziehbarkeit der Bewertung kann daher so nicht erreicht werden. Es ist nicht Aufgabe des Vorhabenträgers, wissenschaftliche Grundlagen zu erarbeiten.

In den Hinweisen von Lambrecht & Trautner (2007, S. 83/84) sind keine Angaben enthalten, wie temporär wirksame Beeinträchtigungen im Verhältnis zu dauerhaft wirkenden Beeinträchtigungen zu behandeln sind. Der Begriff Funktions-„Verluste“ im Zusammenhang mit dem Beispiel der „regelmäßigen“ Baggerungen einer Fahrerinne zeigen, dass die Hinweise auf dauerhaft wirkende Beeinträchtigungen abzielen (vgl. Lambrecht & Trautner 2007, S. 9, 19). Hinweise zur Beurteilung von zeitlich befristeten Wirkungen und zur Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit bei der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen geben Lambrecht et al. (2004, S. 150/151). Einen solchen Fall stellen Wirkungen dar, die einen eng begrenzten Zeitraum umfassen und sich nach diesem auch nicht regelmäßig wiederholen. Entscheidender Gesichtspunkt ist hier die Frage nach einem eventuellen Toleranzzeitraum für Beeinträchtigungen, andererseits diejenige nach der Regenerationsfähigkeit von betroffenen Arten und Lebensraumtypen. Eine Regeneration ist in diesem Kontext erreicht, wenn nach einer projektbedingten „Depression“ der betroffene Lebensraumtyp mit charakteristischen Habitatstrukturen und Arten wieder auf gleicher oder weitestgehend gleicher Fläche entwickelt ist, bzw. die betroffene Art wieder entsprechend der vorherigen Bestands- und Habitatgröße vorkommt. Das BVerwG (2007, Westumfahrung Halle, Rn 45, 48) hat sich, dies bestätigend, zu „Reaktions- und Belastungsschwellen“ folgendermaßen geäußert: „Selbst eine Rückentwicklung der Population mag nicht als Überschreitung der Reaktions- und Belastungsschwelle zu werten sein, solange sicher davon ausgegangen werden kann, dass dies eine kurzzeitige Episode bleiben wird.“ „Wie eine Art kann auch ein natürlicher Lebensraum trotz einer vorübergehenden Störung zumindest dann stabil bleiben, wenn nach kurzer Frist eine Regeneration einsetzt.“ Arten und Lebensraumtypen haben ein sehr unterschiedliches Regenerationsvermögen, das nicht einfach pauschal angenommen werden kann.

Fazit: eine Umsetzung der „Hinweise zur etwaigen Anwendung der Fachkonventionsvorschläge bei graduellen Funktionsverlusten“ von Lambrecht & Trautner (2007: 83/84) wäre fachlich nicht angemessen, weil:

- keine dauerhaften Beeinträchtigungen von LRT einschließlich ihrer charakteristischen Arten entstehen,
- eine Fachkonvention zum Umgang mit dem hier relevanten Wirkprozess „baubedingt erhöhte zusätzliche Schwebstoffkonzentration“ fehlt und
- diese auch unter Ausschöpfung aller wissenschaftlichen Mittel und Quellen nicht zu erreichen wäre und letztlich
- Objektivität und Nachvollziehbarkeit der Bewertungsentscheidung dadurch nicht verbessert würden.

Bewertungsmethode Beeinträchtigung von Vogelarten als maßgebliche Bestandteile der Vogelschutzgebiete

Bei der Bewertung der Beeinträchtigung der maßgeblichen Vogelarten der Vogelschutzgebiete, einschließlich deren Lebensräume, wird die Auswirkungsprognose der UVS gebietspezifisch ausgewertet.

Bei der Beurteilung des Grades der Beeinträchtigung wird in der UVS ein auf die biogeographische Population bezogenes 1 %-Kriterium als Maß der Erheblichkeit genutzt. Zur konsequenten Fortführung dieses Ansatzes wird in der FFH-VP das Maß der Beeinträchtigung auf den innerhalb des BSG regelmäßig anwesenden Anteil der Population einer maßgeblichen Vogelart oder eines Lebensraumes bzw. einer Lebensraumeigenschaft heruntergebrochen. Das methodische Vorgehen lehnt sich an den von Burdorf et al. (1997) entwickelten methodischen Ansatz zur Bewertung von Rastvogellebensräumen im lokalen Zusammenhang an. Als Schwellenwert einer anzunehmenden Beeinträchtigung wird danach ein lokales 1 %-Kriterium genutzt, das auf den im Standard-Datenbogen genannten Bestandszahlen der maßgeblichen Vogelarten des BSG als Bezugsebene basiert. Das in der FFH-VP genutzte 1 %-Kriterium entspricht etwa dem Wert, der für die Ausweisung eines Rastgebietes von lokaler Bedeutung gemäß Burdorf et al. (1997) genutzt wird. Liegen die innerhalb des BSG regelmäßig anwesenden und durch das Vorhaben beeinträchtigten Individuenzahlen der ziehenden maßgeblichen Vogelarten unter 1 % des regelmäßig anwesenden Gesamtbestandes innerhalb des BSG, ist regelhaft von einer unerheblichen Beeinträchtigung auszugehen. Überschreitet die Anzahl der beeinträchtigten Individuen das 1 %-Kriterium innerhalb des Schutzgebietes wird anhand der Beurteilungsgrößen „dauerhaft“ und „nachhaltig“ geprüft, ob die Beeinträchtigung im Einzelfall zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustands einer maßgeblichen Vogelart und ihrer Lebensräume führen oder die Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands behindert werden könnte. Wird diese Frage positiv beantwortet, muss von einer erheblichen Beeinträchtigung ausgegangen werden. Andernfalls ist auch bei einer zeitweiligen Überschreitung der Erheblichkeitsschwelle eine Zulässigkeit des Projektes gegeben.

5. Übersicht über die Natura 2000-Gebiete

Eine Übersicht zu den deutschen und dänischen Natura 2000-Gebieten im Umfeld der Festen Fehmarnbeltquerung zeigen die folgenden Abbildungen (FFH-Gebiete = Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung, GGB, Abbildung 5-1, und EU-Vogelschutzgebiete = Besondere Schutzgebiete, BSG, Abbildung 5-2).

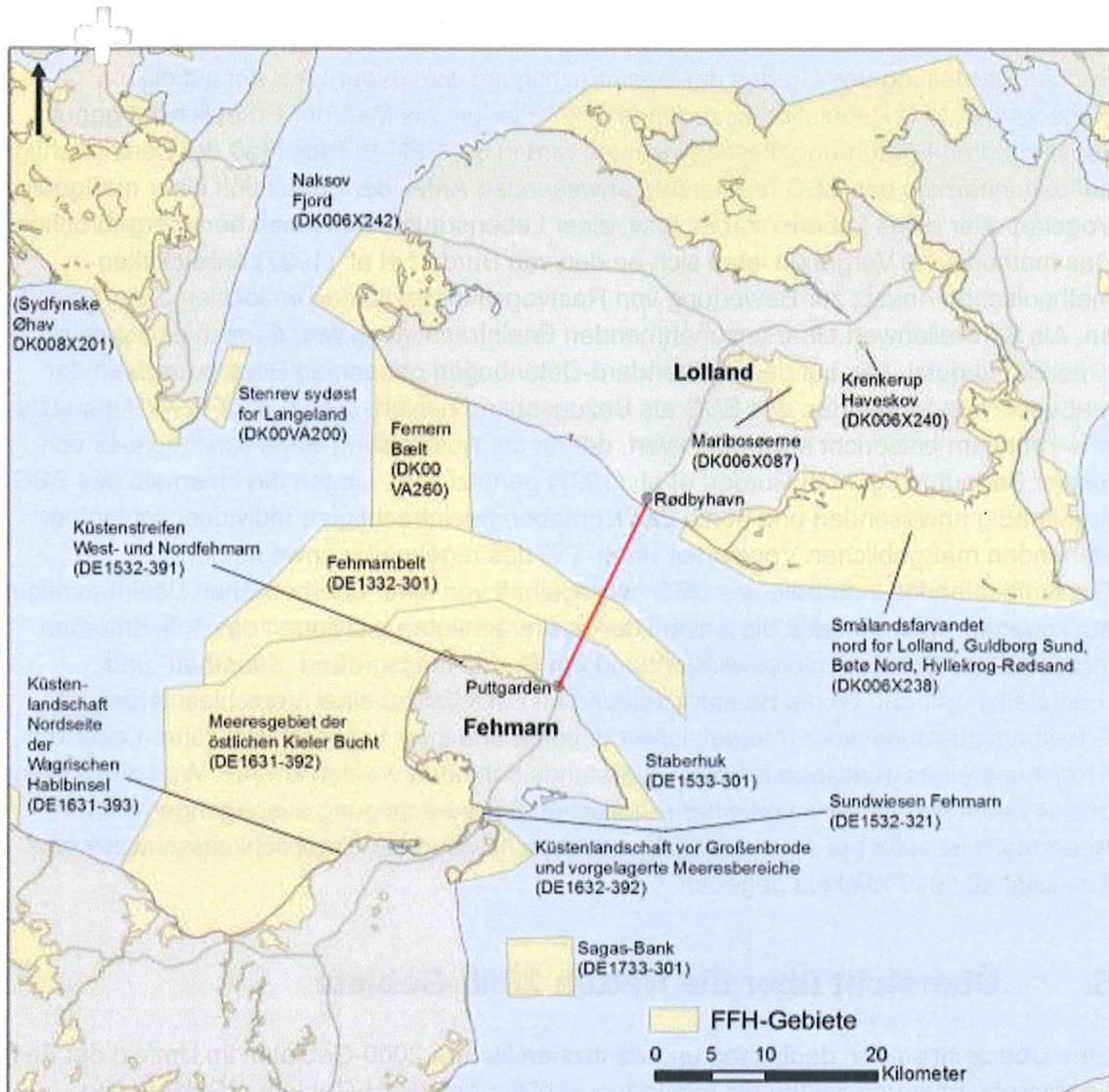


Abbildung 5-1 Lage der Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung in der Umgebung der Festen Fehmarnbeltquerung (rote Linie)

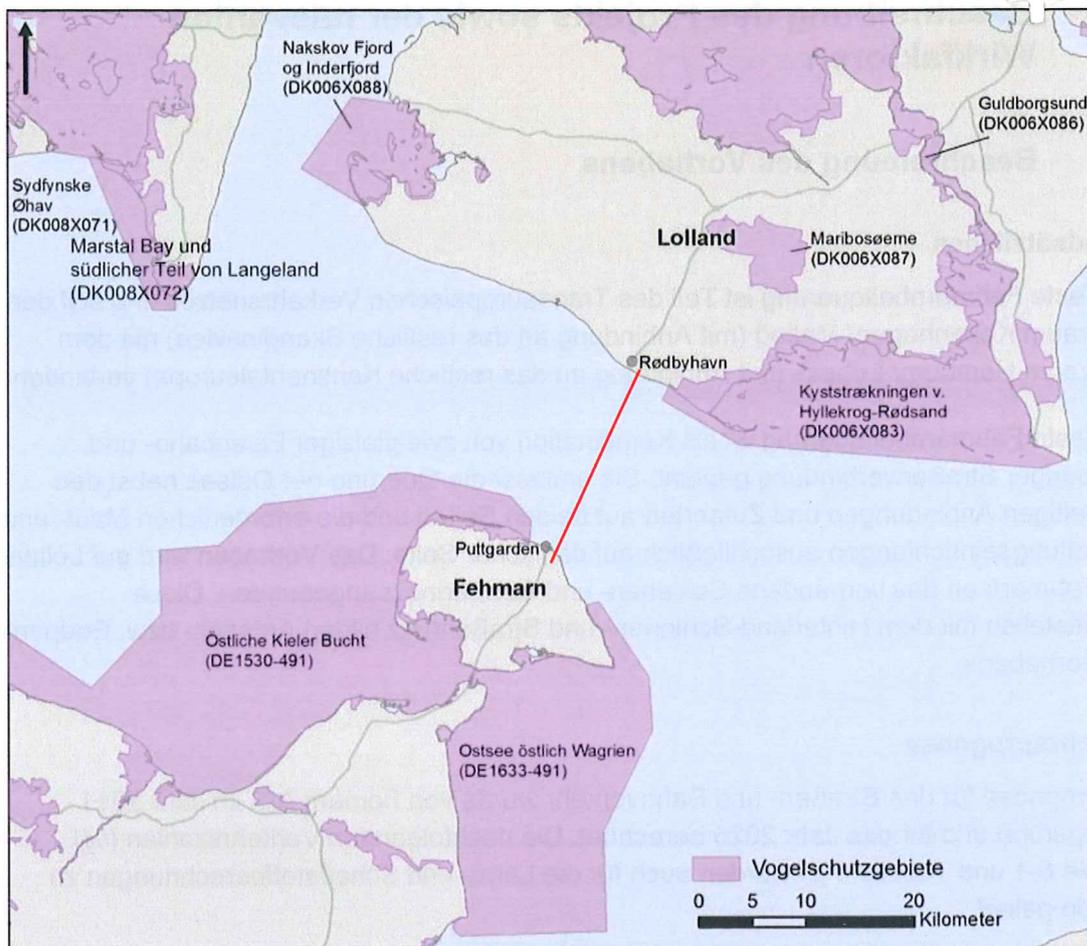


Abbildung 5-2 Lage der EU-Vogelschutzgebiete (Besondere Schutzgebiete, BSG) in der Umgebung der Festen Fehmarnbeltquerung (rote Linie)

6. Beschreibung des Projekts sowie der relevanten Wirkfaktoren

6.1. Beschreibung des Vorhabens

Grundsätzliches

Die Feste Fehmarnbeltquerung ist Teil des Transeuropäischen Verkehrsnetzes und soll den Großraum Kopenhagen/ Malmö (mit Anbindung an das restliche Skandinavien) mit dem Großraum Hamburg/ Lübeck (mit Anbindung an das restliche Kontinentaleuropa) verbinden.

Die Feste Fehmarnbeltquerung ist als Kombination von zweigleisiger Eisenbahn- und vierspuriger Straßenverbindung geplant. Sie umfasst die Querung der Ostsee nebst den landseitigen Anbindungen und Zufahrten auf beiden Seiten und die erforderlichen Maut- und Verwaltungseinrichtungen ausschließlich auf dänischer Seite. Das Vorhaben wird auf Lolland und Fehmarn an das vorhandene Schienen- und Straßennetz angebunden. Diese Schnittstellen mit dem Hinterland-Schienen- und Straßennetz bilden Anfangs- bzw. Endpunkte des Vorhabens.

Verkehrsprognose

Die Prognose für den Straßen- und Bahnverkehr wurde von Femern A/S im Jahr 2011 durchgeführt und für das Jahr 2025 berechnet. Die nachfolgenden Verkehrszahlen (vgl. Tabelle 6-1 und Tabelle 6-2) werden auch für die Lärm- und Schadstoffberechnungen zu Grunde gelegt.

Tabelle 6-1 Prognose für den Straßenverkehr in beide Richtungen auf der Festen Fehmarnbeltquerung im Jahr 2025 (Femern A/S September 2012)

Fahrzeugtyp	Pkw	Busse	Lkw	gesamt
Täglicher Durchschnitt	9.797	93	1.830	11.720

Tabelle 6-2 Prognose für den Bahnverkehr in beide Richtungen auf der Festen Fehmarnbeltquerung im Jahr 2025 (Femern A/S 20.10.2011)

Zugtyp	ICE	Nachtzüge	Regionalzüge	Güterzüge	gesamt
Tägliche Durchschnitt	21	3	16	78	118

Darstellung der wesentlichen grundsätzlichen Bauwerksvarianten

In den folgenden Kapiteln werden als Bauwerksvarianten der Festen Fehmarnbeltquerung die Lösung mit einer Schrägseilbrücke, einem Absenktunnel und einem Bohrtunnel in Kurzform beschrieben. In Bezug auf weitere Details wird auf den Linienfindungsbericht (Anlage 18 der Planfeststellungsunterlagen) verwiesen.



6.1.1. Hauptvariante Absenktunnel

6.1.1.1. Überblick über die Linienführung

Abbildung 6-1 zeigt die Linienführung der Hauptvariante Absenktunnel.

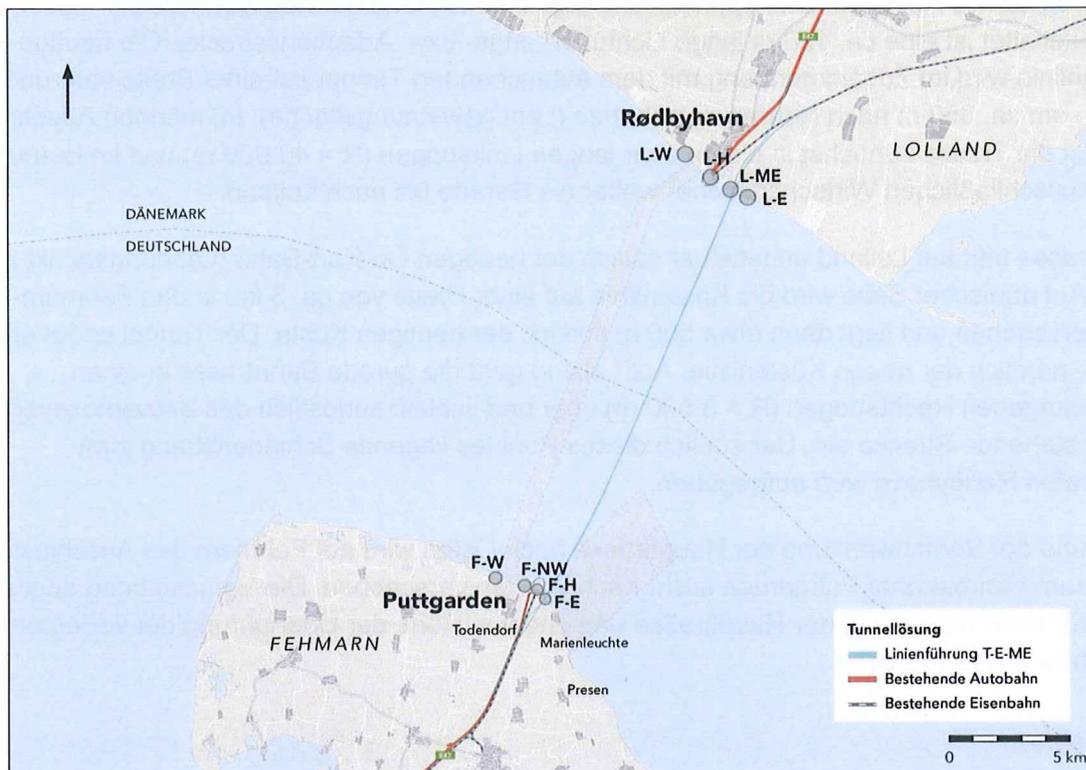


Abbildung 6-1 Variante Absenktunnel, Übersicht Lage

Linienführung – Schiene

Anfangs- und Endpunkt

Die FBQ beginnt auf Fehmarn eisenbahnseitig im Süden bei Bahn-km 85,5, dies entspricht dem Bahn-Bau-km 7+400. Dieser Punkt liegt etwa 300 m südlich der heutigen Überführung der K 49 über die Eisenbahn. Der Schienenweg der FBQ endet mit Einbindung in die bestehende Eisenbahnstrecke südöstlich des Skovsmosevej (Bahn-Bau-km 33+892) auf Lolland.

Länge der Trasse

Insgesamt ist die Schienentrasse ca. 26,7 km lang. Davon entfallen rund 3,4 km auf den landseitigen Anschluss auf Fehmarn, ca. 18,1 km auf das Tunnelbauwerk im Fehmarnbelt und ca. 5,2 km auf den landseitigen Anschluss auf Lolland. Die Länge der Schienentrasse im deutschen Hoheitsgebiet (land- und seeseitig) beträgt ca. 13,0 km.



Kurzbeschreibung des Linienverlaufs

Lage

Die Eisenbahntrasse folgt auf ca. 400 m Länge der bestehenden Gleisführung, schwenkt dann mit einem Radius $R = 3.500$ m leicht nach Osten ab und verläuft gradlinig in nordöstlicher Richtung auf die Küste zu. Das Tunnelportal liegt etwa in Höhe der heutigen Küste. Vorgeschaltet ist eine ca. 150 m lange Lichtübergangs- bzw. Adaptionstrecke. Die heutige Küstenlinie wird im Zusammenhang mit dem abtauchenden Tunnel auf einer Breite von rund 300 m um ca. 350 m nach Norden verschoben (Landgewinnungsfläche). Im marinen Abschnitt verläuft die Trasse zunächst in einem sehr langen Linksbogen ($R = 40.000$ m) und im Bereich der „Ausschließlichen Wirtschaftszone“ weiter als Gerade bis nach Lolland.

Die Trasse trifft auf Lolland unmittelbar östlich der heutigen Go-Kart-Bahn (Landungspunkt L-ME). Auf dänischer Seite wird die Küstenlinie auf einer Breite von ca. 3 km in den Fehmarnbelt verschoben und liegt dann etwa 500 m südlich der heutigen Küste. Der Tunnel endet etwa 100 m nördlich der neuen Küstenlinie. Auf Lolland geht die gerade Bahntrasse in einen langgezogenen Rechtsbogen ($R = 3.500$ m) über und schleift südöstlich des Skovsmosevej in die bestehende Strecke ein. Der südlich dieses Punktes liegende Schienenstrang zum Fährhafen Rødbyhavn wird aufgegeben.

Aufgrund der Verschwenkung der Haupttrasse nach Osten wird auf Fehmarn das Anschlussgleis zum Fährbahnhof Puttgarden leicht nach Westen verschoben. Die Verschiebung beginnt etwa mit dem Bauanfang der Haupttrasse und endet in Höhe der Überführung der verlegten K 49 über die Bahntrasse.

Gradienten

Zu Beginn des planfestzustellenden Abschnitts liegt die Eisenbahnstrecke im Einschnitt. Sie erreicht zwischen der Straße nach Presen und dem Mönchsweg Geländehöhe und geht nördlich des Mönchswegs (Wirtschaftsweg zwischen Marienleuchte und Marienleuchter Weg) erneut in eine Einschnittslage über, die bis zum Tunnelbeginn beibehalten wird. Die Gradienten am Tunnelbeginn liegt bei $-4,75$ m NHN und folgt im Weiteren dem Meeresboden, wobei das maximale Gefälle der Bahngradienten von $12,5$ ‰ nicht überschritten wird. Die tiefste Tunnel-lage mit einer Tiefe von $-38,50$ m NHN befindet sich bei Bau-km 18+765. Ab diesem Punkt, der etwa in Höhe der Grenze zwischen der deutschen und dänischen AWZ liegt, beginnt die Gradienten wieder anzusteigen und folgt dabei dem Meeresboden. Die flutsichere Höhenlage auf Lolland erreicht die Schiene etwa 400 m nördlich der heutigen Küstenlinie. Bis zum Einschleifen in die bestehende Strecke liegt die Trasse etwa ebenerdig.

Querschnittsgestaltung und angestrebte Trassierungsgrenzwerte

Der Schienenweg wird zweigleisig gebaut. Das zweite Gleis wird auf Fehmarn östlich des vorhandenen Gleises angeordnet. Der Abstand der Gleisachsen beträgt $4,50$ m und wird zum Portal hin auf $6,90$ m aufgeweitet. Im Tunnel gibt es für jede Fahrtrichtung eine eigene, $6,00$ m breite Röhre (siehe Abbildung 6-2). Aufgrund der hohen Entwurfsgeschwindigkeit von $V = 200$ km/h hat die Bahntrasse in der Lage eine gestreckte Linienführung und überschreitet

die zulässigen Trassierungsparameter nicht. In der Höhenlage werden im Tunnel die maximal erlaubten Gefälle und Steigungen von 12,5 ‰ ausgenutzt, um den Tunnel schnell auf die erforderliche Tieflage abzusenken.

Linienführung – Straße

Anfangs- und Endpunkt

Die FBQ beginnt straßenseitig an der B 207/E47 etwa 480 m nördlich des Norderwegs (Verbindungsweg zwischen Heinrichsdorf und Bannesdorf). Straßenseitig schleift die Neubaubstrecke etwa in Höhe des südlichen Ortsrandes von Rødby in die bestehende E 47 ein und endet in Höhe des Ringsebøllevej.

Länge der Trasse

Die Gesamtlänge der Straßenbaumaßnahme beträgt ca. 28,1 km, davon entfallen rund 3,7 km auf den Anschluss auf Fehmarn, ca. 18,1 km auf das Tunnelbauwerk und ca. 6,3 km auf den landseitigen Anschluss auf Lolland. Im deutschen Hoheitsgebiet ist die Straßentrasse ca. 13,3 km lang.

Kurzbeschreibung des Linienverlaufs

Lage

Die Straßentrasse wird zunächst mit einem Linksbogen ($R = 5.000$ m) nach Westen verschwenkt, um ausreichend Flächen für die östlichen Parallelrampen der AS Puttgarden zu gewinnen. Der maximale Abstand zur alten B 207 beträgt ca. 80 m. Etwa in Höhe der heutigen Verbindungsstraße Todendorf – K 49 geht die E 47 in einen Rechtsbogen ($R = 2.500$ m gefolgt von $R = 6.500$ m) über und verläuft anschließend in nordöstlicher Richtung. Die E 47 überquert das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden mit einem schleifenden Schnitt südlich des Rangierbahnhofs und behält im Weiteren diese Richtung bei. Etwa 300 m südlich der heutigen Küste geht die E 47 in die Parallellage mit der Eisenbahntrasse über. Das Tunnelbauwerk beginnt etwa in Höhe der heutigen Küste. Es läuft in gestreckter Linie auf den Landungspunkt L-ME zu. Im Fehmarnbelt erfolgt die Linienführung von Straße und Eisenbahn in Parallellage. Die E 47 behält auf Lolland ihre nordöstliche Richtung grundsätzlich bei und verläuft in einer langgezogenen Wendelinie auf die bestehende Trasse der E 47 zu. Diese wird etwa in Höhe des südlichen Ortsrandes von Rødby aufgenommen. Die Baustrecke endet in Höhe des Ringsebøllevej

Gradienten

Bis südlich des Drohngrabens liegt die Gradienten der E 47 geländenah oder leicht erhöht. Anschließend geht die E 47 in eine Dammlage über, um das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden zu überqueren. Östlich des Gleises und nach der Unterführung des Marienleuchter Wegs fällt die Gradienten der E 47 mit 0,5 ‰ ab und erreicht in Höhe der Kreuzung der ehemaligen Straße Rethen das Geländeniveau. Das Gefälle erhöht sich im Übergang zum Bauwerk von 0,5 ‰ auf 3,5 ‰. Die Gradientengleichlage mit der Schiene wird erst direkt am

Tunnelportal erreicht und über die gesamte Tunnellänge beibehalten. Die Gradientenfolge im Fehmarnbelt dem Verlauf des Meeresbodens. Etwa ab der Grenze zwischen der deutsch-dänischen AWZ steigt sie zur dänischen Küste kontinuierlich an. Die flussichere Höhenlage auf Lolland erreicht die E 47 bereits kurz nach Passieren der heutigen Küstenlinie. Bis zum Einschleifen in die bestehende Strecke liegt die Trasse etwa ebenerdig.

Zwangspunkte

Zwangspunkte der konkreten kombinierten Eisenbahn-/Straßenplanung als Absenktunnel sind:

- Entwicklung der Linienführung aus den bestehenden Linienführungen der B 207 bzw. der E 47 und der Schiene; dies gilt sowohl für die deutsche als auch für die dänische Seite
- Vorgabe der Einrichtung der AS Puttgarden an die E 47 südlich von Puttgarden
- Aufrechterhaltung der Durchgängigkeit des bestehenden Straßen- und Wegenetzes
- Aufrechterhaltung der straßen- und bahnseitigen Anbindung des Fährbahnhofs Puttgarden
- Meidung des militärischen Schutzgebiets auf deutschem Hoheitsgebiet
- Führung der Bahntrasse östlich der E 47
- Minimierung von Eingriffen in bestehende Anlagen, z. B. in den Windpark Presen

Anschlussstellen und Knotenpunkte

Schiene

Abzweig zum Bahnhof Puttgarden

Straße

Auf Fehmarn sind eine Anschlussstelle und eine Betriebsausfahrt sowie die Nebenflächen Ost und West vorgesehen.

Die AS Puttgarden liegt zwischen den Ortslagen Bannedorf und Puttgarden. Sie verknüpft die E 47 mit der K 49, die dazu verlegt werden muss. Die K 49 wird im Zuge einer Wendelinie über die Bahn- und Straßentrasse geführt. Auf der Ostseite der E 47 führen „holländische Rampen“ von der E 47 zur verlegten K 49 bzw. von der K 49 zur E 47. Auf der Westseite erfolgt die Verknüpfung mit der K 49 über zwei Schleifenrampen südlich des Drohngrabens.

Eine „Betriebsausfahrt“ an die westliche Richtungsfahrbahn (Fahrtrichtung Heiligenhafen) gibt es in Höhe des Marienleuchter Wegs. Sie ist mit der parallel zum Güterbahnhof verlaufenden Straße verbunden. In Fahrtrichtung Süden besteht die Möglichkeit, durch die bestehende Bahnunterführung über den Marienleuchter Weg nach Puttgarden zu gelangen. Nach Norden hin führt die Straße zum Hafengelände (nur für Betriebsangehörige) und zum Absenktunnel (ebenfalls nur für Betriebsangehörige).

Auf dänischem Gebiet ist der Bau einer Anschlussstelle mit Auf- und Abfahrtsrampen im Bereich der Wiederaufnahme der bestehenden E 47 geplant. Diese Anschlussstelle wird über eine neu zu bauende Straße an die ehemalige E 47 im Westen und an den Ottelundevej im Osten angeschlossen. Über diese Anschlussstelle können sowohl der Fährhafen als auch Rødbyhavn erreicht werden.

Straßen- und Wegenetz

Das öffentliche Straßen- und Wegenetz bleibt in seiner Durchgängigkeit in vollem Umfang erhalten. Es werden aber Verlegungen mehrerer Straßen bzw. Wege notwendig. Auf Fehmarn sind nachfolgende Straßen/Wege betroffen.

Die K 49 wird nördlich von Bannesdorf und südlich von Puttgarden in Form einer Wendelinie verlegt und über die Bahnstrecke sowie über die E 47 geführt. Die Neubaulänge beträgt ca. 1.450 m. Die verlegte K 49 hat drei Knotenpunkte:

- Anbindung der östlichen Rampen der AS Puttgarden
- Anbindung der westlichen Rampen der AS Puttgarden mit Anbindung der verlegten Straße nach Todendorf
- Abzweig der Neubaustrecke zum Fährbahnhof Puttgarden

Darüber hinaus sind nördlich der Kreuzung zwei Zufahrten zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen vorgesehen.

Die Gemeindestraße nach Presen wird im Abschnitt der Parallellage mit der K 49, aufgrund der Verlegung der K 49, ebenfalls verlegt und verläuft auf der Ostseite K 49. Diese Verbindungsstraße ist auf knapp 600 m neu zu bauen.

Die Anbindung der Gemeindestraße nach Todendorf wird zur neuen Anbindung an die K 49 um 400m nach Norden verschoben. Sie wird dazu etwa 100 m westlich der heutigen Einmündung in die K 49 nach Norden verschwenkt. Sie mündet in einem gemeinsamen Punkt mit den Schleifenrampen der AS Puttgarden in die K 49. Die Verbindungsstraße ist auf ca. 400 m neu zu bauen.

Es wird eine neue Straße zum Fährhafen notwendig. Sie zweigt etwa 250 m nördlich des Knotenpunkts 2 nach Nordosten ab und führt in gestreckter Form auf die B 207 alt zu. Sie schleift südlich des Einzelgehöfts am Marienleuchter Weg in die B 207 alt ein. Die Neubaulänge beträgt ca. 840 m.

Der Marienleuchter Weg als Verbindung zwischen den Ortsteilen Puttgarden und Marienleuchte wird östlich der bestehenden Unterführung unter der Bahn nach Osten verlegt und zwischen der E 47 und der Eisenbahnstrecke geführt. Der Marienleuchter Weg überquert die Eisenbahn mit einer Brücke und geht anschließend, nachdem er die E 47 unterquert hat, in den Bestand über. Die Neubaulänge beträgt knapp 800 m. Der heutige Abschnitt des parallel zum Rangierbahnhof verlaufenden Teils des Marienleuchter Weges bleibt erhalten, muss aber auf einer Länge von rund 200 m den geänderten Randbedingungen (östlicher Dammfuß der E 47) angepasst werden.

Darüber hinaus werden weitere Neubauten oder Anpassungen bestehender Straßen notwendig. Sie stellen Betriebszufahrten für den Tunnelbetrieb dar und stehen dem öffentlichen Verkehr nicht zur Verfügung.

Auf dänischem Gebiet werden sowohl im nachgeordneten Straßennetz als auch im Wegenetz Neubauten und Anpassungen notwendig. Dies betrifft vor allem den Bereich der Anschlussstelle sowie den Bereich der Maut- und Zollstation.

Weitere technische Einzelheiten

Im Verlauf der Trasse sind auf Fehmarn folgende Brückenbauwerke erforderlich:

- 2 Brücken im Zuge der K 49 über die Bahnstrecke und über die E 47
- 1 Brücke im Zuge der E 47 über das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden
- 1 Brücke im Zuge der E 47 über den verlegten Marienleuchter Weg
- 1 Brücke im Zuge des Marienleuchter Weges über die Eisenbahnstrecke

Südlich der bestehenden Eisenbahnüberführung über den Marienleuchter Weg ist sowohl auf der Westseite als auch auf der Ostseite der E 47 jeweils eine Nebenfläche für den Betrieb und die Unterhaltung der FBQ sowie für Notfälle vorgesehen. Darüber hinaus sind mehrere technische Einrichtungen im Zusammenhang mit der FBQ vorgesehen.

Um das Tunnelbauwerk bei Sturmfluten vor eindringendem Seewasser zu schützen, wird der Bereich des Tunnelportals auf Fehmarn großflächig mit einem Objekthochwasserschutz (Kronenhöhe 6,35 m NHN) umgeben. Im Westen liegt die Krone etwa auf Geländeniveau, so dass hier ein Objekthochwasserschutz im eigentlichen Sinne nicht ausgebildet wird. Die E 47 verläuft geländenah und kann über den Objekthochwasserschutz geführt werden. Da dies aufgrund der geringeren zulässigen Längsneigung bei der Eisenbahn nicht möglich ist, muss der Objekthochwasserschutz von der Bahn mittels eines Einschnitts gequert werden. Bei extremen Sturmfluten kann die Unterbrechung im Bereich der Gleislage verschlossen werden.

Auf dänischem Staatsgebiet wird die Maut- und Zollstation eingerichtet. Für deren Anschluss müssen mehrere Straßen verlegt oder neugebaut werden. Es sind vier neue Brückenbauwerke sowie mehrere neue Anbindungen erforderlich.

6.1.1.2. Querschnitt

Standardelement

Der Tunnel der Festen Fehmarnbeltquerung besteht aus 79 Standardelementen. Alle Standardelemente weisen die gleiche geometrische Form auf. Die ungefähren Querschnittsmaße der Standardelemente (max. 220 m lang) sind in Abbildung 6-2 dargestellt.

Die beiden Straßenröhren in den Standardelementen sind jeweils 11 m breit und befinden sich auf der Westseite des Tunnels. Jede Straßenröhre weist zwei Fahrstreifen, einen Standstreifen, Randstreifen und Leitwände auf. Die Decke über den Straßenröhren ist in der Mitte

des Elements in einem kurzen Abschnitt höher, um eine Nische für die Anordnung von Ventilatoren oder Schildern zu schaffen.

Zwischen den beiden Straßenröhren ist eine ca. 2 m breite Zentralgalerie angeordnet. Der Korridor ist in drei Ebenen unterteilt. Die untere Ebene nimmt Rohrleitungen von den Entwässerungsschächten sowie Wasserversorgungsleitungen für Hydranten und die Brandchutzanlage auf. Die mittlere Ebene des Mittelkorridors befindet sich auf Straßenniveau und bietet Platz für Wartungspersonal und vorübergehend Schutz bei der Evakuierung aus einer Straßenröhre in die andere. Die obere Ebene des Mittelkorridors dient als Versorgungs kanal, insbesondere für die Verkabelung von den Spezialelementen zu den Anlagen im gesamten Tunnel.

Die zwei Bahn röhren mit jeweils einer Breite von ca. 6 m befinden sich an der östlichen Seite des Tunnels. Jede Röhre bietet Platz für ein Gleis, das als so genannte Feste Fahrbahn hergestellt wird. Fluchtwege sind an beiden Seiten des Gleises vorgesehen. Die Röhren bieten Platz für die mechanische und elektrische Ausrüstung. Die lichten Abmessungen der Bahn röhren ermöglichen eine sichere Durchfahrt von Zügen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 200 km/h.

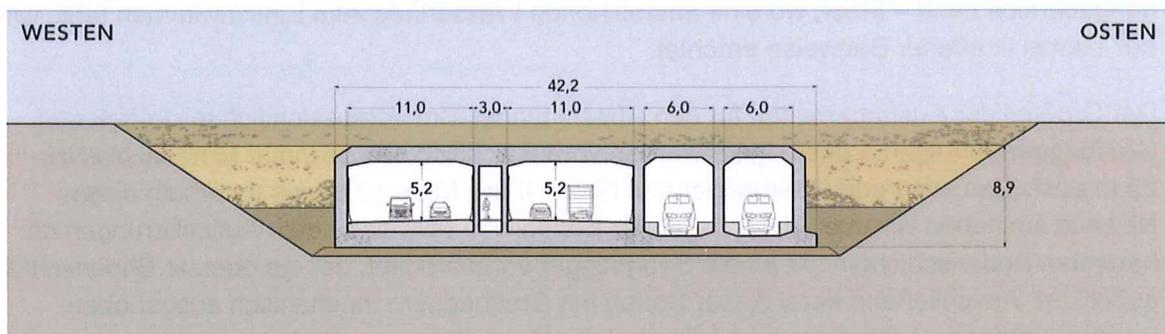


Abbildung 6-2 Querschnitt Absenktunnel – Standardelement (Maße in m)

Spezialelement

Im Verlauf des Absenktunnels sind insgesamt 10 Spezialelemente angeordnet. Sie bieten Platz für die mechanische und elektrische Ausrüstung der Betriebsanlagen des Tunnels. Die Spezialelemente weisen individuelle Spezifikationen auf und sind mit anderen Elementen nicht austauschbar.

Die ungefähren Maße der Spezialelemente (ca. 47 m lang) sind in Abbildung 6-3 dargestellt. Die Spezialelemente sind tiefer als die Standardelemente, um in einer weiteren Ebene für Ausrüstungsräume unterhalb des Straßen- und Schienenniveaus Platz zu bieten, beispielsweise für Transformatoren. Der Zugang zu den unteren Ebenen erfolgt von der westlichen Straßenröhre aus. Dort dient eine zusätzliche Haltebucht neben dem Seitenstreifen als Zugang für Wartungs- und Rettungspersonal. Diese Zugangsvorrichtungen führen dazu, dass die Spezialelemente an der westlichen Seite breiter sind als die Standardtunnelelemente. Zugangstreppen zur unteren Ebene sind an beiden Enden der Haltebucht vorgesehen.

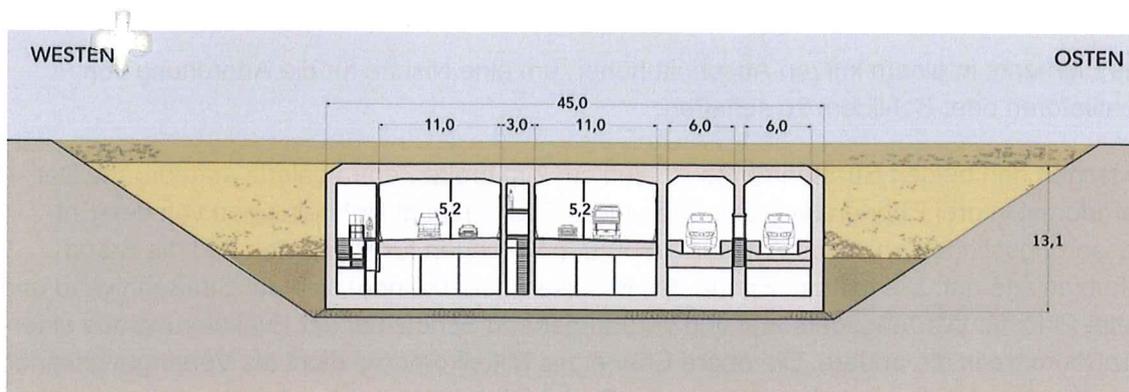


Abbildung 6-3 Querschnitt Absenktunnel – Spezialelement (Maße in m)

6.1.1.3. Bauverfahren

Der Absenktunnel wird aus, in einer auf Lolland befindlichen Produktionsstätte, vorgefertigten Standard- und Spezialelementen zusammengesetzt. Die fertigen Tunnelelemente werden zu ihrem Einbauort eingeschwommen und dort in einem zuvor ausgehobenen Graben abgesenkt. Die abgesenkten Elemente werden anschließend mit den vorherigen verbunden. Im Übergangsbereich Land – Meer, wo eine ausreichende Wassertiefe zum Einschwimmen fehlt, wird der Tunnel in offener Bauweise errichtet.

Der Großteil der Aushubarbeiten für den Absenktunnel wird voraussichtlich mit Löffel- und Greifbaggern erfolgen. Löffelbagger werden voraussichtlich das gesamte Material bis NN - 25 m ausheben, während Greifbagger den Großteil des Meeresbodens unterhalb dieses Niveaus ausheben werden. Tiefer liegender Boden wird teilweise durch Auflockerungen der härtesten Bodenschichten mit einem Saugbagger vorbearbeitet, der die oberste Bodenschicht auflockert. Anschließend kann dieser Boden mit Greifbaggern mechanisch ausgehoben werden. Folgende Aushubmassen fallen bei der Herstellung des Absenktunnels an:

Grabenbereich Fehmarnbelt D und DK	ca. 14,40 Mio. m ³
Produktionsstätte und temporärer. Arbeitshafen DK	ca. 4,60 Mio. m ³
Portal- und Rampenbereich D und DK	ca. 0,14 Mio. m ³
Gesamt	ca. 19,14 Mio. m³

Der überwiegende Anteil des Aushubs fällt bei der Herstellung des Tunnelgrabens für den Absenktunnel an. Darüber hinaus fällt bei der Herstellung des temporären Arbeitshafens auf Lolland sowie bei den seeseitig hergestellten Rampenbereichen Boden an. Die aus den Nassbaggerarbeiten gewonnenen Böden sind für verschiedene Baumaßnahmen zur Wiederverwendung geeignet.

Das Aushubmaterial wird mit Lastkähnen zu den Landgewinnungsflächen an den Küsten von Fehmarn und Lolland transportiert. Auf deutscher Seite befindet sich die Landgewinnungsfläche östlich vom Hafen Puttgarden und wird mit ca. 1 Mio. m³ Aushubboden aufgefüllt. Auf dänischer Seite sind zwei Landgewinnungsflächen jeweils östlich und westlich vom Hafen Rødbyhavn geplant, in der ca. 16 Mio. m³ Aushubboden eingebracht werden.

Darüber hinaus ist geplant, dass ein Teil des Aushubmaterials aus dem Tunnelgraben an Land für die Portal- und Rampenbereiche auf Lolland und Fehmarn in Höhe von ca. 2,14 Mio m³ verwendet wird. Vor dem Absenken der Tunnelelemente wird der Tunnelgraben von zwischenzeitlich abgelagerten Sedimenten befreit. Diese Sedimente haben eine sehr geringe Dichte und werden hydraulisch gefördert. Die Menge hängt von dem Zeitraum zwischen Grabenerstellung und Absenkvorgang ab und kann in Summe bis zu 1.000.000 m³ Sediment-Wassergemisch ergeben. Diese Sedimente werden hydraulisch abgesaugt und auf Lolland im Bereich der Landgewinnungsflächen in Absetzbecken entwässert. Zur Wiederverfüllung des Tunnelgrabens werden insgesamt auf deutscher und dänischer Seite ca. 6,40 Mio m³ Verfüllboden benötigt, welcher zugeliefert werden muss.

Nachdem der Tunnelgraben ausgehoben und von den Sedimenten befreit ist, wird im Tunnelgraben zunächst eine Bettungsschicht aus Kies eingebracht. Sie bildet das Fundament für die Tunnelelemente. Entlang der Seiten des abgesenkten Elements wird mit einer Kombination aus Haltefüllung (Kies) und normaler Verfüllung (Sand) wiederaufgefüllt. Die Haltefüllung fixiert das Tunnelelement im Graben und verhindert Bewegungen durch hydraulische Lasten oder Aufbringen der normalen Auffüllung. Auf den Elementen und seitlich davon wird eine Schutzschicht aus größeren Steinen aufgebracht. Sie weist im Allgemeinen eine Stärke von ca. 1,2 m auf und schützt das Element vor etwaigen sinkenden Schiffen oder Schiffsankern, die über den Meeresboden geschleppt werden. Die Tiefenlage des Tunnels ist so gewählt, dass sich die Gesteinsschutzschicht, abgesehen von den Bereichen (ca. 550 m lang) direkt vor der Küste von Fehmarn und Lolland, stets unterhalb des Niveaus des bestehenden Meeresuntergrunds befindet.

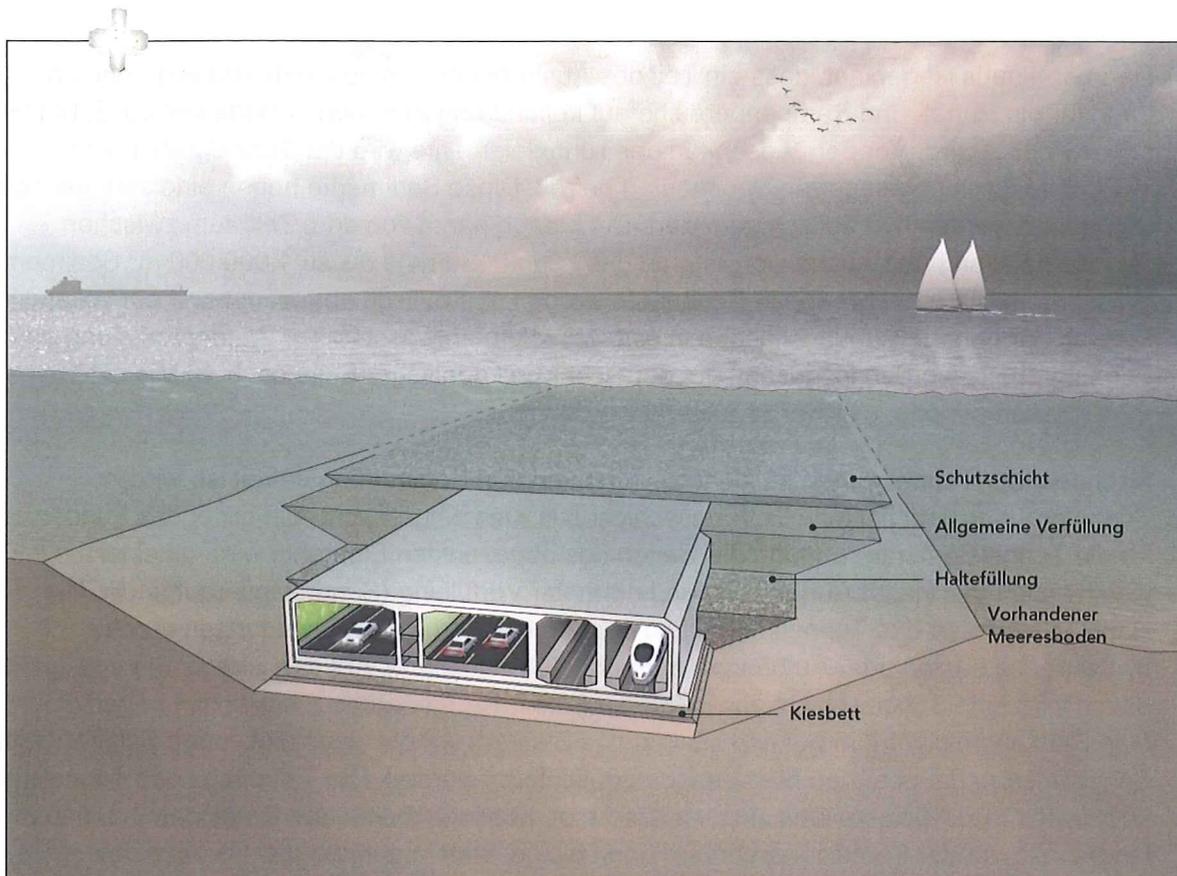


Abbildung 6-4 Perspektivische Ansicht des Grabens mit Tunnelelement und Verfüllung

6.1.1.4. Baustelleneinrichtung, Arbeitshäfen und Produktionsstätte

Baustelleneinrichtung

Zur Herstellung des Absenktunnels sind landseitig auf Fehmarn mehrere unabhängige Baustelleneinrichtungsflächen einzurichten, die teilweise der Versorgung der seeseitigen Arbeiten und der Tunnelausstattung über die Portale sowie teilweise die landseitigen Baumaßnahmen dienen.

Für den Betrieb der Baustelle wird davon ausgegangen, dass sich die lärmintensiven Bauzeiten überwiegend auf den Tagesabschnitt gemäß AVV Baulärm zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr beschränken. Im Nachtzeitraum (20:00 Uhr bis 07:00 Uhr) ist demgegenüber von einer deutlich verringerten Bautätigkeit auszugehen.

In Abbildung 6-5 sind die einzelnen notwendigen Baustelleneinrichtungsflächen graphisch dargestellt. Die Belegung der einzelnen Flächen ist jedoch nur beispielhaft, da die Bauabläufe in der Verantwortung der zukünftigen Bauunternehmen liegen werden.

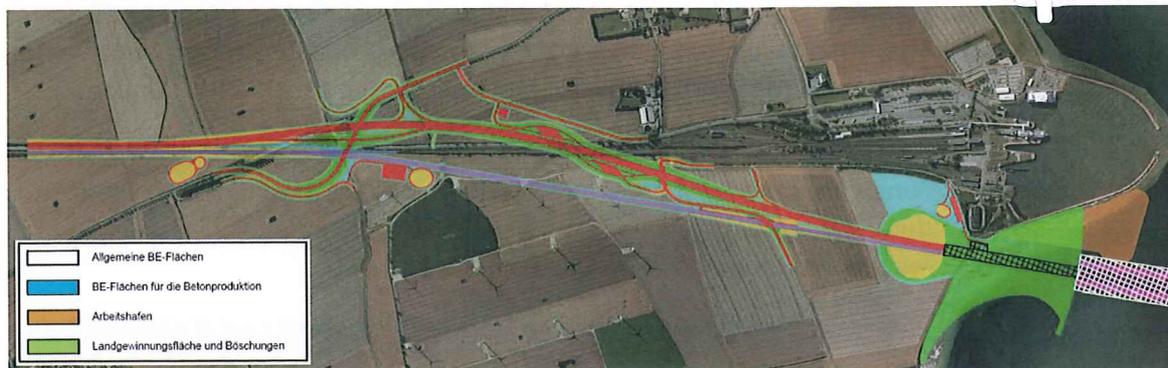


Abbildung 6-5 Beispielhafte Belegung der Baustelleneinrichtungsflächen auf Fehmarn

Auf Fehmarn sind für die Herstellung des Tunnels in offener Bauweise, der Portale und Trogbauwerke und der Ingenieurbauwerke u. a. Arbeiten wie z. B. Entwässerung und Aushub der Baugrube, Bodenverbesserungsmaßnahmen durch Bohr- oder Rammpfähle, und Wiederverfüllung der Arbeitsräume sowie landschaftsgestalterische Maßnahmen notwendig. Für diese Arbeiten werden Baustelleneinrichtungsflächen benötigt.

Darüber hinaus sind übergeordneten Arbeiten für den gesamten landseitigen Baubereich erforderlich und können daher nicht einzelnen Tätigkeiten zugeordnet werden. Für die übergeordneten Arbeiten sind ebenfalls Baustelleneinrichtungsflächen für die für den Erd- und Straßenbau, für die Lagerung des Bodens, Flächen für Unterkünfte und Baustraßen etc. erforderlich.

Des Weiteren sind für die Betonproduktion Baustelleneinrichtungsflächen notwendig. Die Betonproduktion liegt nahe am Arbeitshafen, um die Transportwege für den Zuschlag, der von See angeliefert wird, kurz zu halten.

Insgesamt werden auf Fehmarn für die vorübergehend genutzten Baustelleneinrichtungsflächen bis zu ca. 16 ha (schutzgutbedingt) erforderlich. Die vorübergehend genutzten Baustelleneinrichtungsflächen werden nach Abschluss der Bauarbeiten wieder hergestellt und der ursprünglichen Nutzung wieder zugeführt.

Arbeitshäfen

Zum Bau des Absenktunnels sind zwei temporäre Arbeitshäfen vorgesehen; einer auf deutscher Seite bei Puttgarden und einer auf dänischer Seite in Rødbyhavn.

Der dänische Arbeitshafen auf Lolland wird östlich der Anlandungsstelle des Absenktunnels liegen und in die Produktionsstätte zur Herstellung von Tunnelelementen integriert werden.

Der Arbeitshafen auf Fehmarn befindet sich zum Teil innerhalb, jedoch zum größten Teil außerhalb der Landgewinnungsfläche direkt zwischen dem bestehenden Fährhafen und dem Tunnelportalgebäude (siehe Abbildung 6-6). Dieser Standort wurde gewählt, weil dort die notwendige Wassertiefe für den Baubetrieb grundsätzlich vorliegt, jedoch örtlich gegebenenfalls auch kleine Anpassungen durch Baggerarbeiten erforderlich sind. Des Weiteren sind zur Herstellung der Kai- und Hafenanlagen Rammarbeiten erforderlich.

Beide Häfen werden außerdem in die geplanten Landgewinnungsflächen integriert. Es ist geplant, dass die Arbeitshäfen nach Abschluss der Tunnelbauarbeiten zurückgebaut werden. Der Arbeitshafen auf Lolland wird verfüllt und Teil der geplanten permanenten Landgewinnungsflächen.

Die Arbeitshäfen dienen als sicherer Hafen für die verschiedenen Fahrzeuge der Bauunternehmer, zur Beförderung des Personals und zum Liefern, Lagern und Löschen von Material und Ausrüstung. Das meiste Baumaterial wird seeseitig angeliefert.

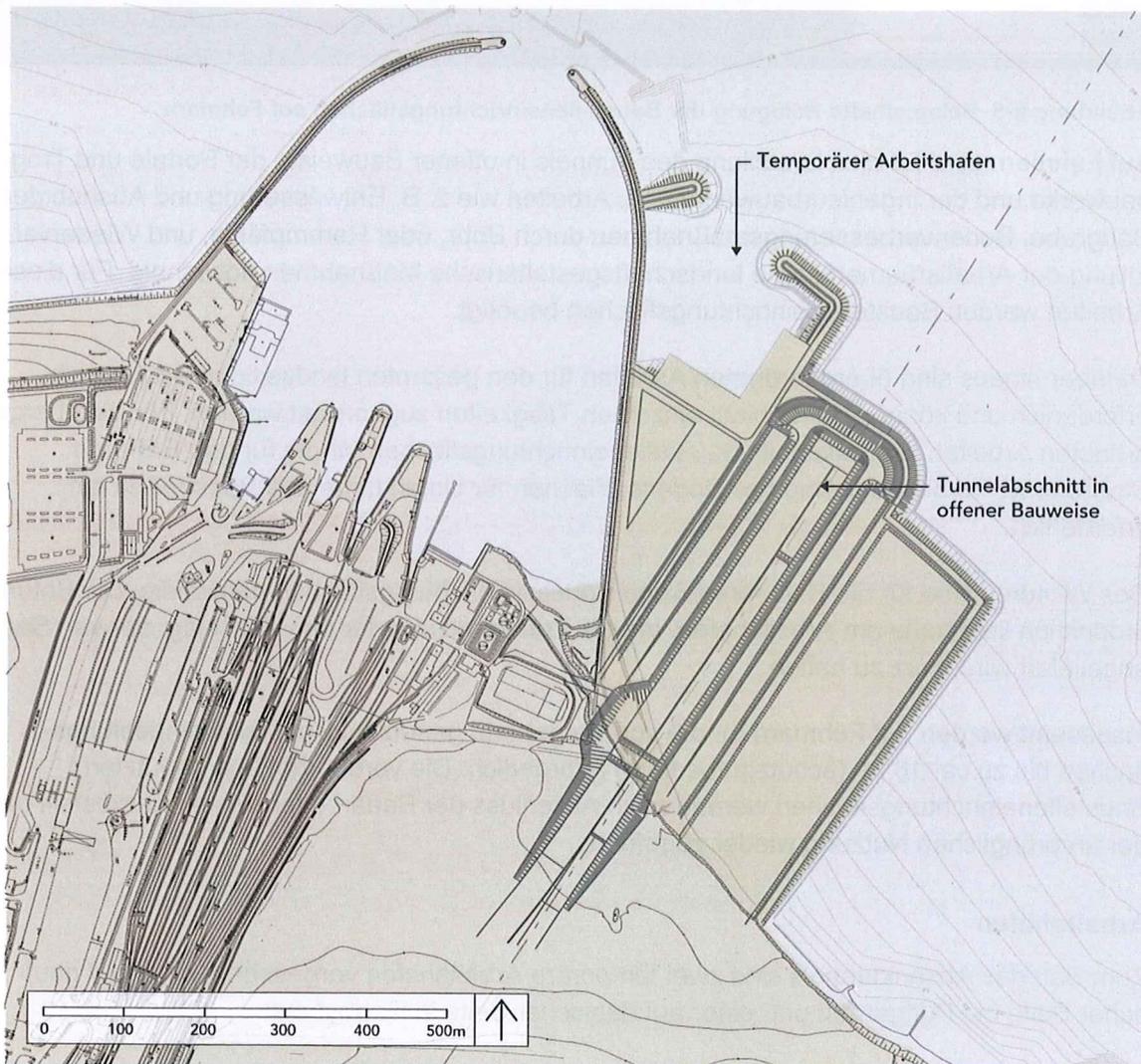


Abbildung 6-6 Temporärer Arbeitshafen auf Fehmarn

Produktionsanlage für Tunnelemente

Es ist geplant, dass die Fertigung der Tunnelemente in einer eigens für diese Zwecke errichteten Produktionsstätte östlich des Hafens Rødbyhavn erfolgt. Die Produktionsstätte befindet sich teilweise an Land und teilweise vor der Küste in der Landgewinnungsfläche.

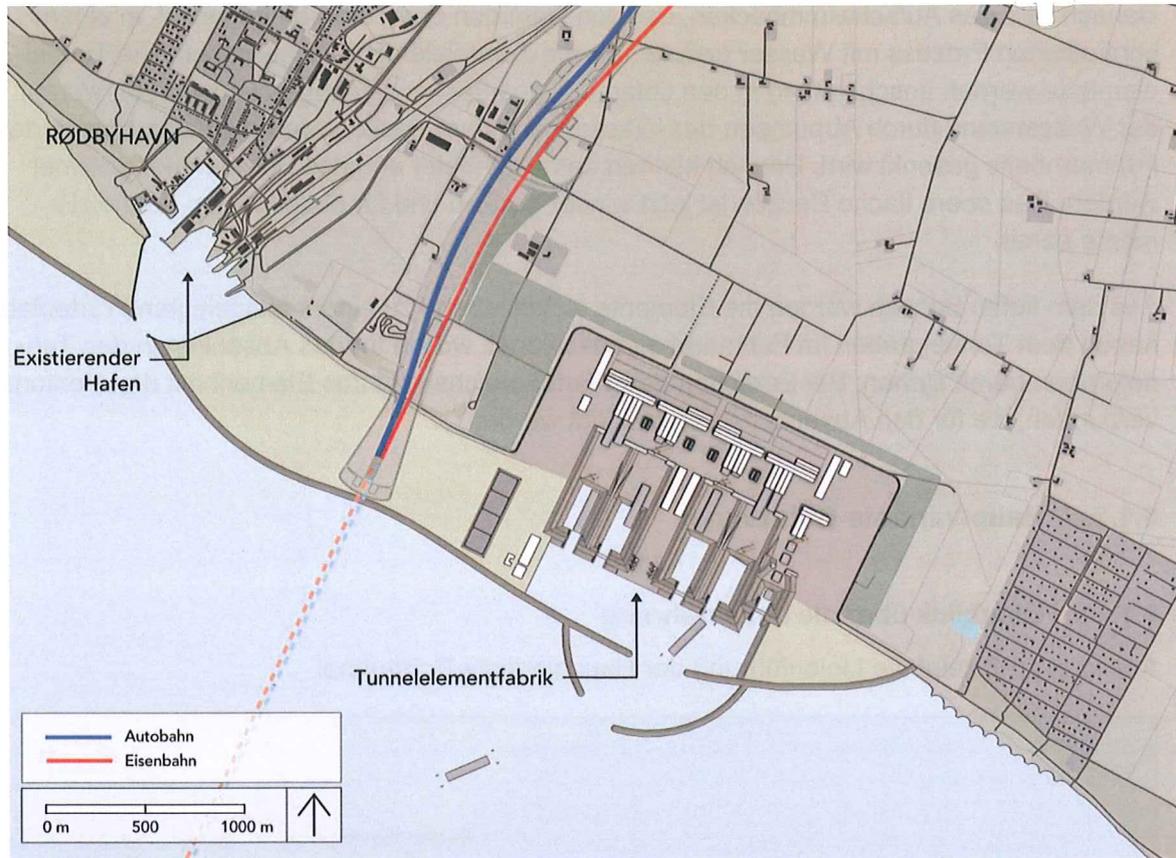


Abbildung 6-7 Produktionsstätte für Tunnelemente auf Lolland

Wie bereits beschrieben, besteht der Absenktunnel aus insgesamt 89 Tunnelementen, d. h. aus 79 Standardelementen und 10 Spezialelementen. Die Vorfertigung der Bewehrung sowie das Einbringen des Betons erfolgt in kontrollierter Umgebung in einer Fabrikhalle. Die Betonagehalle des Werks befindet sich in unmittelbarem Anschluss zu einem davor liegenden teilweise flachen und teilweise tiefen Aufschwimmbecken, von dem aus über ein Schwimmtor ein Zugang zum Fehmarnbelt besteht.

Jedes Element wird in kurzen Abschnitten, sogenannten Segmenten, betoniert. Das Werk wird voraussichtlich alle 7 bis 8 Tage ein Segment pro Fertigungsstraße produzieren können. Jedes Segment wird in Schalung auf einem festen Bett betoniert. Nach Erreichen einer Mindestfestigkeit wird das Segment mithilfe von hydraulischen Pressen aus der Schalung gelöst und in das flache Aufschwimmbecken geschoben, damit das nächste Segment betoniert werden kann. Sobald alle Segmente eines Tunnelementes angefertigt sind, werden sie mithilfe von Spanngliedern zu einem vollständigen Tunnelement zusammengefügt.

Wenn ein Tunnelement fertig ist, wird es das letzte Stück in den flachen Teil des Aufschwimmbeckens geschoben, wo es möglichst umfänglich ausgerüstet und mit Ballasttanks ausgestattet wird. Abschließend wird an jedem Ende ein wasserdichtes Schott montiert. Zum Schluss wird das Becken durch ein Schiebetor vom Fertigungsbereich und durch ein Schwimmtor vom Meer abgetrennt.

Danach wird das Aufschwimmbecken, das von Dämmen und Toren umgeben ist, in einem kontrollierten Prozess mit Wasser geflutet, bis die Tunnelelemente schwimmen. Die Tunnelelemente werden anschließend in den tiefen Teil des Beckens gezogen und vertaut, worauf der Wasserstand durch Abpumpen des Wassers aus dem Becken wieder auf das Niveau des Fehmarnbelts gesenkt wird. Danach können das Schiebeter und das Schwimmtor geöffnet werden. Das obere flache Becken ist jetzt wieder trocken und für die nächsten Tunnelelemente bereit.

Aus dem tiefen Becken werden die Elemente anschließend zu einem festgelegten Warteplatz neben dem Tunnelgraben im Fehmarnbelt geschleppt, wo sie für das Absenken in den Tunnelgraben bereit stehen. Bei Erreichen des Wartebereichs wird das Element mit den Pontons verbunden, die für den Absenkprozess benötigt werden.

6.1.2. Hauptvariante Bohrtunnel

6.1.2.1. Überblick über die Linienführung

Abbildung 6-8 zeigt die Linienführung der Hauptvariante Bohrtunnel.

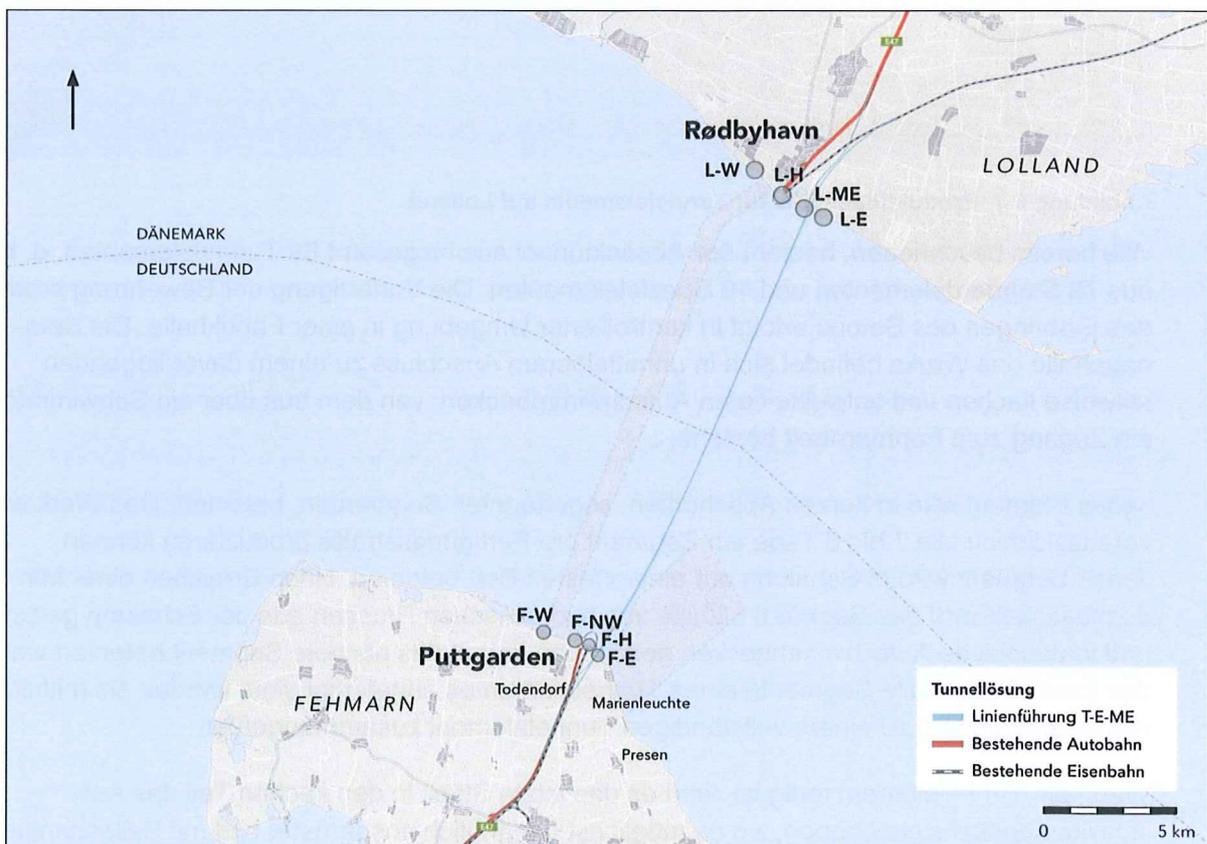


Abbildung 6-8 Variante Bohrtunnel - Übersicht Lage

Linienführung – Schiene

Anfangs- und Endpunkt

Die Anfangs- und Endpunkte sind identisch mit denen des Absenktunnels.

Länge der Trasse

Die Gesamtlänge der Schienentrasse beträgt ca. 28,6 km, davon entfallen rund 3,1 km auf den landseitigen Anschluss auf Fehmarn, ca. 21,2 km auf das Tunnelbauwerk im Fehmarnbelt und ca. 4,3 km auf den landseitigen Anschluss auf Lolland. Im deutschen Hoheitsgebiet (land- und seeseitig) ist die Schienentrasse ca. 13,7 km lang.

Kurzbeschreibung des Linienverlaufs

Lage

Die Eisenbahntrasse folgt auf ca. 400 m Länge der bestehenden Gleisführung auf Fehmarn, schwenkt dann mit einem Radius von 3.500 m leicht nach Osten Richtung Marienleuchte ab. Anschließend verläuft sie gradlinig in nordöstlicher Richtung auf die Küste zu. Damit liegt das eigentliche Tunnelportal für den Eisenbahntunnel etwa 1.000 m südlich der heutigen Küstenlinie von Fehmarn. Die deutsche Küstenlinie wird im Zusammenhang mit dem Tunnel auf einer Breite von rund 300 m um ca. 550 m nach Norden verschoben (Landgewinnungsfläche). Im marinen Abschnitt verläuft die Trasse relativ gradlinig in nordöstlicher Richtung auf Lolland (Landungspunkt L-ME) zu. Auch auf dänischer Seite wird die Küstenlinie infolge der Ablagerung von Bodenmaterial aus dem Bohrtunnel auf einer Breite von ca. 3 km in den Fehmarnbelt verlagert und liegt dann etwa 500 m südlich der heutigen Küstenlinie. Der Eisenbahntunnel endet nördlich des Faergevej. Auf Lolland geht die Schienenführung in einen langgezogenen Rechtsbogen über und schleift südöstlich des Skovsmosevej in die bestehende Strecke ein. Der südlich dieses Punktes liegende Schienenstrang zum Fährhafen Rødbyhavn wird aufgegeben.

Aufgrund der Verschwenkung der Haupttrasse nach Osten wird auf Fehmarn das Anschlussgleis zum Fährbahnhof Puttgarden leicht nach Westen verschoben. Die Verschiebung beginnt etwa mit dem Bauanfang der Haupttrasse und endet in Höhe der Überführung der verlegten K 49 über die Bahntrasse.

Gradienten

Zu Beginn des planfestzustellenden Abschnitts liegt die Eisenbahnstrecke im Einschnitt. Nördlich der Straße K 49 - Presen beginnt die Absenkung der Gradienten mit der maximal zulässigen Längsneigung von 12,5‰. Sie wird bis in den Fehmarnbelt (Bau-km 11+261) beibehalten. Mit Tunnelbeginn liegt die Gradienten bei etwa -13 m NHN und beim Erreichen der heutigen Küstenlinien bei etwa -25 m NHN. Im Weiteren flacht die Gradienten ab und folgt dem Meeresboden. Die tiefsten Tunnellagen mit einer maximalen Tiefe von -58,4 m NHN befinden sich zwischen den Bau-km 17+000 und 19+000. Hier liegt die Gradienten bis zu 58 m unter NHN. Etwa in Höhe der Grenze zwischen der deutschen und dänischen AWZ beginnt die Gradienten

wieder anzusteigen und folgt dabei dem Meeresboden. Ab Bau km 28+400 wird die maximal zulässige Längsneigung von 12,5 ‰ ausgenutzt. Auf Lolland erreicht die Bahngradienten etwa 1.200 m nördlich der heutigen Küstenlinie das Geländeniveau. Bis zum Einschleifen in die bestehende Strecke liegt die Trasse etwa ebenerdig.

Querschnittsgestaltung und angestrebte Trassierungsgrenzwerte

Der Schienenweg wird zweigleisig gebaut. Das zweite Gleis wird auf Fehmarn östlich des vorhandenen Gleises angeordnet. Der Abstand der Gleisachsen beträgt 4,50 m. Aufgrund der Entwurfsgeschwindigkeit von $V = 200$ km/h hat die Bahntrasse in der Lage eine gestreckte Linienführung und überschreitet die zulässigen Trassierungsparameter nicht. In der Höhenlage werden im Tunnel die maximal erlaubten Gefälle und Steigungen von 12,5 ‰ ausgenutzt, um den Tunnel schnell auf die erforderliche Tieflage abzusenken.

Linienführung – Straße

Anfangs- und Endpunkt

Anfangs- und Endpunkt sind identisch mit denen des Absenktunnels.

Länge der Trasse

Die Gesamtlänge der Straßenbaumaßnahme beträgt ca. 28,10 km, davon entfallen rund 2,9 km auf den Anschluss auf Fehmarn, ca. 19,6 km auf das Tunnelbauwerk im Fehmarnbelt und ca. 5,6 km auf den landseitigen Anschluss auf Lolland. Im deutschen Hoheitsgebiet ist die Straßentrasse ca. 12,7 km lang.

Kurzbeschreibung des Linienverlaufs

Lage

Auf Fehmarn wird die Straßentrasse zunächst mit einem Linksbogen nach Westen verschwenkt, um ausreichend Flächen für die östlichen Parallelrampen der AS Puttgarden zu gewinnen. Der maximale Abstand zur alten B 207 beträgt ca. 80 m. Etwa in Höhe der heutigen Verbindungsstraße Todendorf – K 49 geht die E 47 in einen Rechtsbogen über. Die E 47 überquert das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden mit einem schleifenden Schnitt südlich des Rangierbahnhofs. Im Weiteren behält die E 47 ihre nordöstliche Richtung bei, wobei sich die Richtungsfahrbahnen vor dem Tunnelportal entsprechend den notwendigen Tunnelabständen auf ca. 15 m aufweiten. Die gebohrten Tunnel beginnen etwa 450 m südlich der heutigen Küstenlinie und verlaufen gradlinig in nordöstlicher Richtung auf den Landungspunkt L-ME auf Lolland zu. Die Bohrtunnel enden etwa in Höhe des Östersovej. Die E 47 behält auf Lolland ihre nordöstliche Richtung grundsätzlich bei und verläuft in einem langgezogenen S-Bogen auf die E 47 zu. Diese wird etwa in Höhe des südlichen Ortsrandes von Rødby aufgenommen.



Gradiente

Bis südlich des Drohnggrabens liegt die Gradiente der E 47 geländenah oder leicht erhöht. Anschließend geht die E 47 in eine Dammlage über, um das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden zu überqueren. Östlich des Gleises und nach der bestehenden Unterführung des Marienleuchter Wegs fällt die Gradiente der E 47 ab und erreicht nach Querung der ehemaligen Straße Rethen das Geländeniveau. Die Absenkung der Gradiente wird beibehalten. Mit Tunnelbeginn liegt sie bei etwa - 4,70 m NHN und bei Erreichen der heutigen Küstenlinie bei etwa -24 m NHN. Die Gradiente folgt im Fehmarnbelt dem Verlauf des Meeresbodens. Etwa ab der Grenze zwischen der deutschen und dänischen AWZ steigt sie zur dänischen Küste kontinuierlich an. Auf Lolland erreicht die E 47 etwa 400 m nördlich der heutigen Küstenlinie das Geländeniveau, das sie bis zum Einschleifen in die bestehende E 47 beibehält.

Zwangspunkte

Die Zwangspunkte einer Bohrtunnellösung sind vergleichbar mit denen des Absenktunnels. Darüber hinaus ergeben sich weitere Zwangspunkte durch den einzuhaltenden Mindestabstand der drei Tunnelröhren untereinander und deren Tiefenlage. Dies führt dazu, dass die Trasse östlich des Rangierbahnhofs etwas östlicher und früher im Einschnitt verläuft als beim Absenktunnel.

Anschlussstellen und Knotenpunkte

Die neu zu bauenden Anschlussstellen und Knotenpunkte entsprechen denen des Absenktunnels.

Straßen- und Wegenetz

Die notwendigen Änderungen im Straßen- und Wegenetz entsprechen grundsätzlich denen beim Absenktunnel.

Eine Ausnahme bildet der Marienleuchter Weg. Er wird westlich von Marienleuchte nördlicher als bisher geführt und überquert die Eisenbahn und E 47. Westlich der E 47 nimmt er eine südliche Richtung auf und geht mit Erreichen der ursprünglichen Unterführung unter die Eisenbahn wieder in die bestehende Lage Richtung Puttgarden über.

Weitere technische Einzelheiten

Im Verlauf der Trasse sind auf Fehmarn folgende Brückenbauwerke erforderlich:

- 2 Brücken im Zuge der K 49 über die Bahnstrecke und über die E 47
- 1 Brücke im Zuge der E 47 über das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden

Südlich der bestehenden Eisenbahnüberführung über den Marienleuchter Weg ist sowohl auf der Westseite als auch auf der Ostseite der E 47 jeweils eine Nebenfläche für Betrieb und Unterhaltung der FBQ sowie für Notfälle vorgesehen. Darüber hinaus sind mehrere technische Einrichtungen im Zusammenhang mit der FBQ vorgesehen.



Um das Tunnelbauwerk bei Sturmfluten vor eindringendem Seewasser zu schützen, wird der Bereich des Tunnelportals auf Fehmarn großflächig mit einem Objekthochwasserschutz (Kronenhöhe 6,35 m NHN) umgeben. Im Westen liegt die Krone etwa auf Geländeniveau, so dass hier ein Objekthochwasserschutz im eigentlichen Sinne nicht ausgebildet wird. Die Trassen der E 47 unter der Bahn verlaufen geländenah und können über den Objekthochwasserschutz geführt werden.

Die im Bereich der offenen Tunnelbauweise neu geschaffenen Landflächen werden zum Schutz vor Ausspülungen mit Felsen befestigt. Die neue Küste schützt ein in die Landgewinnungsflächen integrierter Wellenbrecher.

Auf dänischem Staatsgebiet wird die Maut- und Zollstation eingerichtet. Für deren Anschluss müssen mehrere Straßen verlegt oder neugebaut werden. Es sind vier neue Brückenbauwerke sowie mehrere neue Anbindungen erforderlich.

6.1.2.2. Querschnitt

Bohrtunnel werden mit Tunnelbohrmaschinen (TBM) aufgeföhren und haben aus statischen Gründen einen kreisförmigen Querschnitt. Die Querschnittsfläche ergibt sich aus verkehrlichen und betrieblichen Erfordernissen. Sie kann allerdings nicht beliebig groß werden. Für den Kfz-Verkehr ist deshalb jede Fahrtrichtung eine separate Tunnelröhre notwendig. Ihr Innendurchmesser beträgt jeweils 14,20 m. Im Bahntunnel reicht ein Gleis je Fahrtrichtung aus. Deshalb können beide Fahrtrichtungen in einer Tunnelröhre liegen. Der Innendurchmesser des Bahntunnels ist mit 15,20 m etwas größer als der des Straßentunnels.

Die drei Tunnel verlaufen in der Lage parallel zueinander, der Abstand zwischen den Röhren ist etwa gleich dem Röhrendurchmesser (siehe Abbildung 6-9). Ansonsten handelt es bei jeder Röhre um ein eigenständiges Bauwerk. Die Röhren sind im Fehmarnbelt nicht miteinander verbunden. Jede Röhre muss deshalb mit allen notwendigen Sicherheits- und Versorgungseinrichtungen ausgestattet sein.

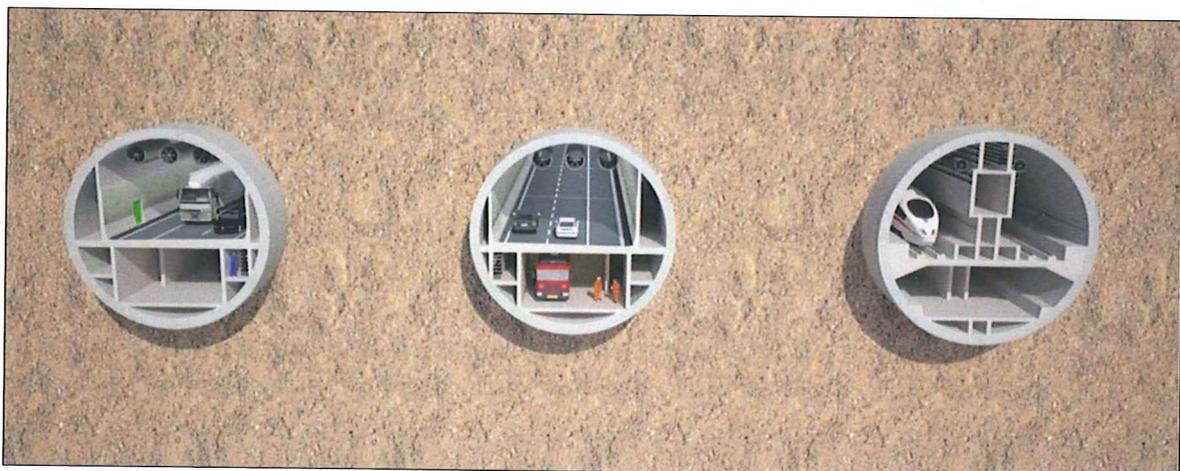


Abbildung 6-9 Lage der drei Bohrtunnel, Blick in Richtung Norden



Straßentunnel

Beide Straßentunnel sind spiegelsymmetrisch (siehe Abbildung 6-9) ausgebaut. Die 11,0 m breite Fahrbahn (2 Fahrstreifen und 1 Seitenstreifen) liegt auf der Ebene 0 (siehe Abbildung 6-10). Im Tunnelfirst werden die Belüftungs- und Signalisierungseinrichtungen installiert. Neben der Fahrbahn gibt es eine Galerie. Sie ist von der Fahrbahn durch eine Brandschutzwand getrennt und vom Standstreifen aus über ca. alle 100 m angeordnete Brandschutztüren zugänglich. Die Galerie ermöglicht über Treppen und Rampen Zugang zur unter dem Straßendeck gelegenen Tunnelebene -1. Hier befinden sich die notwendigen Technikräume, eine Galerie für die Verkabelung sowie eine Fahrbahn für alle Rettungs- und Servicefahrzeuge. Ihre Breite ist so bemessen, dass zwei Fahrzeuge aneinander vorbeifahren können.

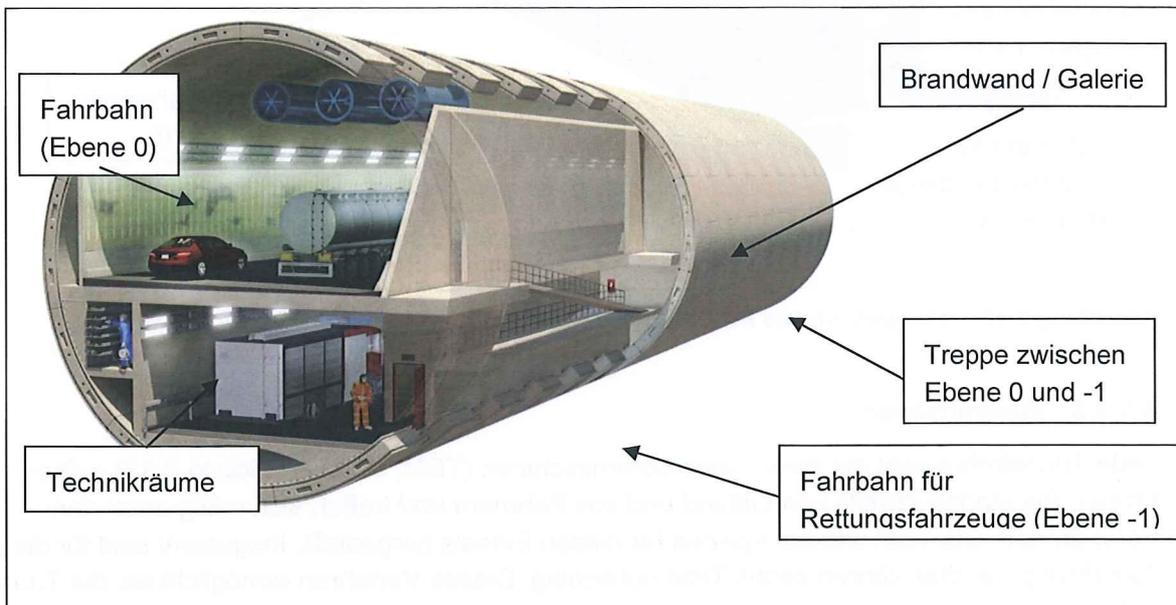


Abbildung 6-10 Perspektivische Ansicht des Straßentunnels als Bohrtunnel

Eisenbahntunnel

Im Eisenbahntunnel (siehe Abbildung 6-11) gibt es vier Ebenen. Die Ebene 0, das Eisenbahndeck, ist in der Mitte durch eine als Brandschutzwand ausgebildete, mehrstöckige Galerie in zwei ca. 6 m breite Röhren unterteilt. Jede Röhre nimmt eine Fahrtrichtung auf. Die Schienen sind direkt auf dem Betonboden montiert, daneben befinden sich Fluchtstege. Im Tunnelfirst werden Belüftungsanlagen montiert. Die lichten Maße der Bahnröhren ermöglichen eine Durchfahrt von Zügen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 200 km/h. Die von den Zügen erzeugten Druckwellen bleiben im zulässigen Rahmen.

Die in der Mitte befindliche Galerie ist in drei Ebenen unterteilt. Von den Eisenbahndecken gelangt man in eine schmale Galerie, über die man in die darüber liegenden Technikräume (Ebene 1) gelangt. Von den Technikräumen gelangt man in die Ebene 2, in der die notwendige Verkabelung untergebracht ist.

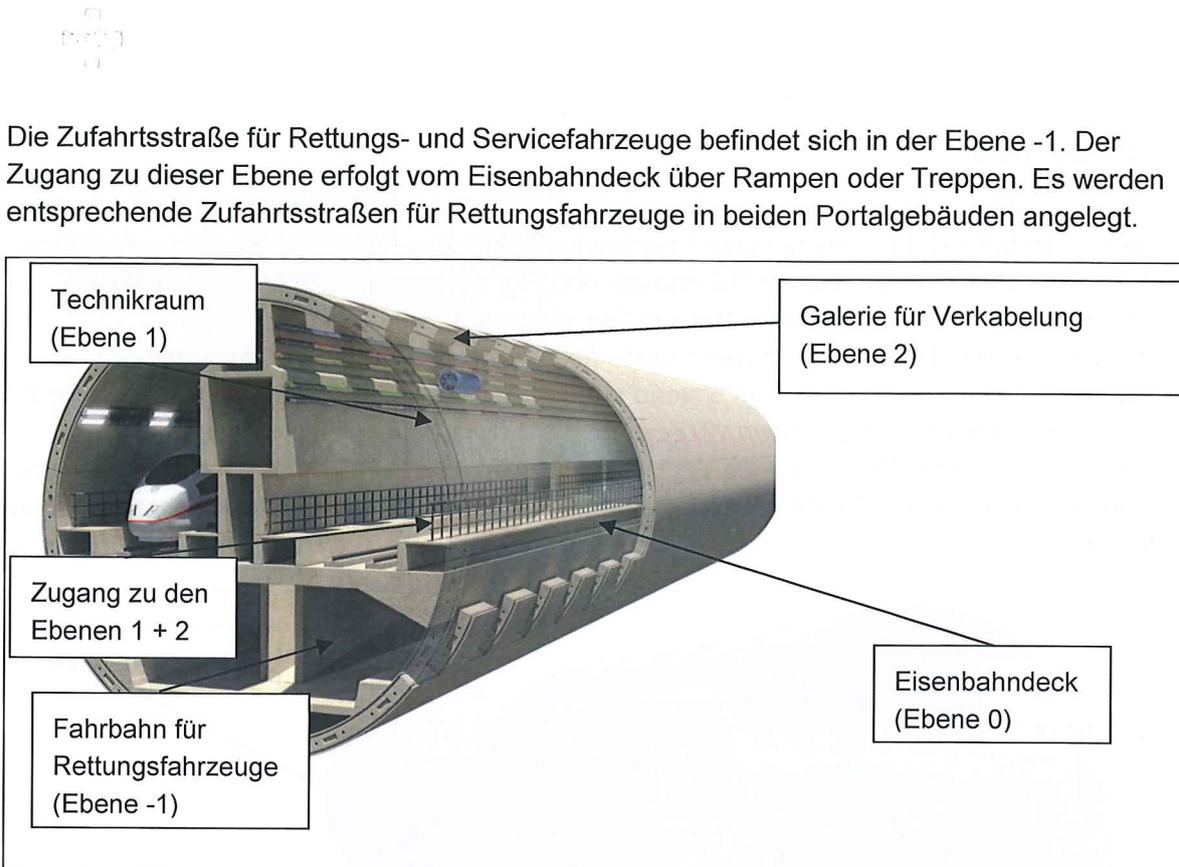


Abbildung 6-11 Perspektivische Ansicht des Eisenbahntunnels als Bohrtunnel

6.1.2.3. Bauverfahren

Jede Tunnelröhre wird mit zwei Tunnelbohrmaschinen (TBM, siehe Abbildung 6-12) aufgeföhren. Sie starten jeweils von Lolland und von Fehmarn und treffen sich mittig unter dem Fehmarnbelt. Die TBM werden speziell für diesen Einsatz hergestellt. Insgesamt sind für die Aufföhren der drei Röhren sechs TBM notwendig. Dieses Verfahren ermöglicht es, die Tunnelbauwerke unter dem Meeresboden zu errichten, ohne dass hierfür ein anderer Zugang als über den Startschacht an Land selbst benötigt wird.

Beim Vortrieb wird das vor der Tunnelbohrmaschine liegende Erdreich/Meeresboden mit verschiedenen Schneidscheiben und Schälmessern gelöst. Sie sind am rotierenden Schneidrad montiert, das das Kopfende der Tunnelbohrmaschine bildet. Gehärtete Zähne werden eingesetzt, um das weichere Material zu schneiden und zu lösen, während kreisförmige Scheiben Gestein und Felsblöcke abbauen. Das Schneidrad dreht sich langsam (typischerweise 3-5 Umdrehungen pro Minute) und wird gleichzeitig über Pressen vorgetrieben.

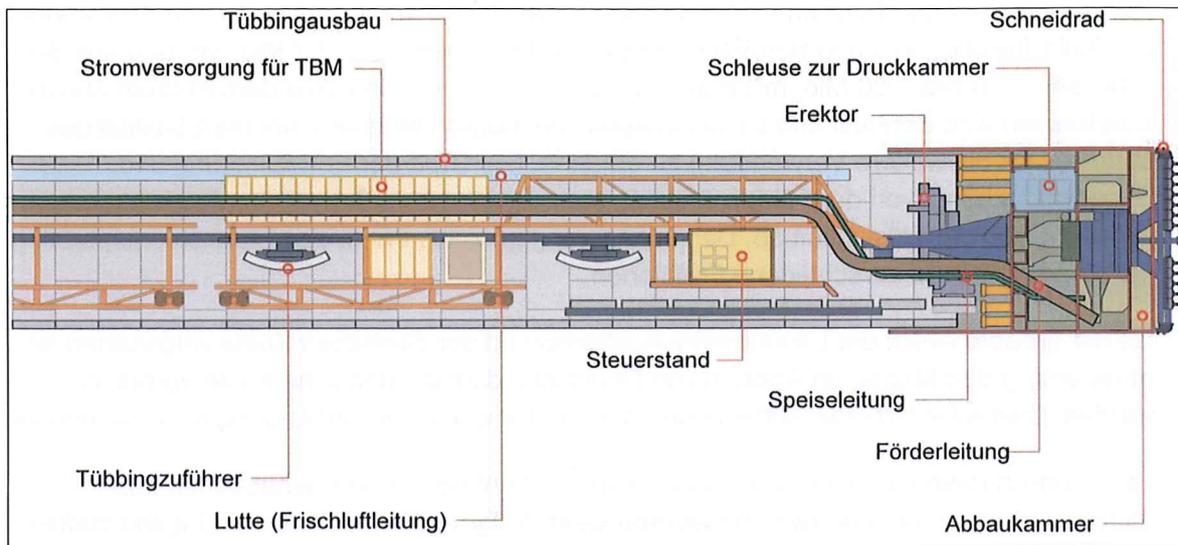


Abbildung 6-12 Schemaskizze durch eine Tunnelbohrmaschine

Der gewonnene Boden gelangt über Öffnungen im Schneidrad in die Abbaukammer und wird mittels Wasser und einer bentonithaltigen Suspension über Rohrleitungen zum max. 10 km entfernten Festland gepumpt. Es wird immer nur so viel Bodenmaterial gelöst und entfernt, dass die Betonauskleidung (äußere Tunnelwand) eingebaut werden kann. Die Tunnelwand besteht aus vorgefertigten Betonteilen, den Tübbing. Dies sind etwa 2 m lange Ringelemente. Ihre Stärke passt sich den unterschiedlichen Belastungs- und Bodenverhältnissen an. Ein geschlossener Ring besteht aus 11 Tübbing.

Der innere Ausbau des Tunnels erfolgt aus verschiedenen vorgefertigten oder aus Ort beton hergestellten Betonelementen. Sie bilden das Bahn- bzw. Straßendeck sowie tragende Elemente für u. a. Wände in Zugangswegen und Technikräumen. Mit dem Ausbau kann erst nach Abschluss der Bohrarbeiten und dem Abbau der TBM begonnen werden.

Aus bautechnischen Gründen erfordern Bohrtunnel eine Überdeckung mindestens in der Größe ihres Durchmessers, das heißt die Oberkante des Tunnels liegt mindestens 14 m bzw. 15 m unterhalb des Meeresbodens. Das bedeutet, dass im Küstenbereich die Tunnelsohle etwa 30 m unterhalb von NHN liegt. An der tiefsten Stelle im Fehmarnbelt erreicht die Tunnelsohle etwa 60 m unter NHN. Es fallen folgende Modenmassen bei der Bohrtunnelherstellung an:

Abraum Bohrtunnel:	ca. 12,00 Mio. m ³
Aushub Portale und Rampen:	ca. 3,70 Mio. m ³
Aushub Arbeitshäfen:	ca. 2,80 Mio. m ³
Gesamt:	ca. 18,50 Mio. m³

Wie bereits beschrieben muss beim Bohrtunnel der Abraum von der Ortsbrust des Tunnels gelöst und zu den Standorten der Portale gepumpt werden, um dort wieder von der Suspension getrennt zu werden. Anschließend kann es per Lkw oder Schiff zum jeweiligen Bestimmungsort befördert werden



Der Abraum aus den Bohrtunneln (insgesamt etwa 12 Mio. m³ im Abschnitt mit TBM-Vortrieb vor Auflockerung), aus den Bereichen Portale und Rampen (etwa 3,7 Mio. m³) und aus den Arbeitshäfen (etwa 2,80 Mio. m³) muss wiederverwendet werden. Aus dem Abraum aus den Bohrtunneln wird Bentonit und so viel Wasser wie möglich separiert, um die Stabilität des Materials für die weitere Verwendung zu erhöhen. Der Grad der Entwässerung und Separierung hängt von der Fähigkeit der Separier-anlage zum Separieren des feinkörnigen Erdreichs von der Flüssigkeit ab. Der Separierungsprozess trennt das Erdreich entsprechend der Partikelgröße in verschiedene Fraktionen.

Da der größere Anteil der Landgewinnungsflächen an der dänischen Küste vorgesehen ist, muss eine große Menge an Abraum von Deutschland an die dänische Küste verbracht werden. Dies erfordert eine Aufbereitung des Abraums vor der Verbringung nach Dänemark.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass der gesamte Abraum und Aushubboden aus technischer Sicht wiederverwendet werden kann. Aufgrund der technischen Eigenschaften des Bohrtunnelabraummaterials muss das feinkörnige Erdreich aus dem Bohrtunnel zwischen einer Reihe von Schutzdämmen in enger Abfolge aufgebracht werden, wodurch die Nutzung eines Teils der Landgewinnungsflächen auf Lolland wahrscheinlich vorübergehend (aber möglicherweise langfristig) eingeschränkt ist. Es besteht ein gewisses Risiko, dass bei der Abraumaufbereitung nicht sämtliches Wasser vom feinkörnigen Erdreich separiert werden kann und daher ein großer Teil des Erdreichs als Schlamm mit hohem Wassergehalt zurückbleibt. Flächen, die mit solch einem Schlamm aufgefüllt werden, können nicht ohne weiteres von Fahrzeugen befahren oder von Fußgängern betreten werden.

6.1.2.4. Baustelleneinrichtung, Arbeitshäfen und Produktionsstätten

Baustelleneinrichtung und Produktionsstätten

Die temporären Arbeitshäfen und Produktionsstätten, die für den Bau des Bohrtunnels und Portalgebäude erforderlich sind, stellen – abgesehen von den neuen Landgewinnungsflächen – die größte Flächeninanspruchnahme des Projekts dar.

Auf den Baustellen jeweils auf Lolland (bis zu ca. 72 ha, schutzgutbedingt) und Fehmarn (bis zu ca. 82 ha, schutzgutbedingt) werden folgende Aktivitäten stattfinden:

- Tübbingfabrik,
- Zwischenlagerbereich für die vorgefertigte Tübbing,
- Separationsanlage zur Aufbereitung des gewonnenen Abraums mit dazugehörigen Halden,
- Anlage zur Produktion von Suspension für die einzelnen Tunnelbohrmaschinen,
- Büro- und Werkstatteinrichtungen.



Abbildung 6-13 Bohrtunnelbaustelle auf Fehmarn

Insgesamt müssen für die Betonauskleidung ca. 330.000 Tübbinge hergestellt werden, was Fertigteil-Produktionsstraßen mit hoher Kapazität und entsprechendem Lagerplatz für das Abbinden und Aufbewahren erforderlich macht. Darüber hinaus müssen Fertigteil-Elemente für die Straßen- und Eisenbahndecks sowie die Trennwände produziert werden. Sowohl die Tübbing- als auch die FT-Elementproduktionen sollen in der Nähe der einzelnen Tunnelportale angesiedelt werden.

Für den Betrieb der Baustelle wird davon ausgegangen, dass sich die lärmintensiven Bauzeiten überwiegend auf den Tagesabschnitt gemäß AVV Baulärm zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr beschränken. Im Nachtzeitraum (20:00 Uhr bis 07:00 Uhr) ist demgegenüber von einer deutlich verringerten Bautätigkeit auszugehen.

Der Lagerbereich muss über einen festen Untergrund verfügen, und ferner müssen die Straßen mit einem behelfsmäßigen Belag zum Befahren mit Arbeitsfahrzeugen versehen werden.

Auf Fehmarn und Lolland sind jeweils drei Separationsanlagen vorgesehen. Für jede einzelne Separationsanlage wird eine Fläche von ca. 3,6 ha benötigt. Darin enthalten ist der Platzbedarf für die Lagerung des separierten Abraums. Der für die Errichtung der Separationsanlagenkomponenten benötigte Platz beträgt ungefähr 1,5 ha (100 m x 150 m). Demgegenüber hängt der entscheidende zusätzliche Platzbedarf für die Zwischenlagerung des separierten Abraums von der anschließenden Logistikkette für den Weitertransport des Abraums per Lkw, Schiene und Lastkähnen ab.

Für die Abraumzwischenlagerung muss Platz für die Produktion von ungefähr fünf Tagen sein, was etwa 44.000 Tonnen oder 22.000 m³ entspricht.

Die Baustelle verfügt nicht in den erforderlichen Mengen über eine unmittelbar vorhandene Frischwasserversorgung. Die Frischwasserversorgung muss daher voraussichtlich mit Tankschiffen sichergestellt werden. Der Spitzenbedarf an Energie für die TBM-Vortriebe



einschließlich anschließender Filterung des Abraums wird auf 55 MW pro Vortriebsseite geschätzt.



Abbildung 6-14 Bohrtunnelbaustelle auf Lolland

Grundsätzlich soll so viel Erdreich wie möglich für den Abschnitt in offener Bauweise, den zusätzlichen Schutz und die Landschaftsgestaltung wiederverwendet werden. Das restliche Erdreich wird für die Landgewinnungsflächen verwendet.

Beim Bohrtunnel muss das ausgebaggerte Erdreich von der Ortsbrust des Tunnels gelöst und zu den Standorten der Portale gepumpt werden, um dort wieder von der Suspension getrennt zu werden. Anschließend kann es per Lkw oder Schiff zum jeweiligen Bestimmungsort befördert werden.

Aus dem Abraum wird Bentonit und so viel Wasser wie möglich separiert, um die Stabilität des Materials für die weitere Verwendung zu erhöhen. Der Grad der Entwässerung und Separierung hängt von der Fähigkeit der Separieranlage zum Separieren des feinkörnigen Erdreichs von der Flüssigkeit ab. Der Separierungsprozess trennt das Erdreich entsprechend der Partikelgröße in verschiedene Fraktionen.

Da der größere Anteil der Landgewinnungsflächen an der dänischen Küste vorgesehen ist, muss eine große Menge an Abraum von Deutschland an die dänische Küste verbracht werden. Dies erfordert eine Aufbereitung des Abraums vor der Verbringung nach Dänemark.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass der gesamte Abraum aus technischer Sicht wiederverwendet werden kann. Aufgrund der technischen Eigenschaften des Materials muss das feinkörnige Erdreich aus dem Bohrtunnel zwischen einer Reihe von Schutzdämmen in enger Abfolge aufgebracht werden, wie in Abbildung 6-14 dargestellt, wodurch die Nutzung eines Teils der Landgewinnungsflächen wahrscheinlich vorübergehend (aber möglicherweise langfristig) eingeschränkt ist. Es besteht ein gewisses Risiko, dass bei der Abraumaufbereitung nicht sämtliches Wasser vom feinkörnigen Erdreich separiert werden kann und daher ein großer Teil des Erdreichs als Schlamm mit hohem Wassergehalt zurückbleibt. Flächen, die mit



solch einem Schlamm aufgefüllt werden, können nicht ohne weiteres von Fahrzeugen befahren oder von Fußgängern betreten werden.

Arbeitshäfen

Zum Bau des Bohrtunnels sind drei temporäre Arbeitshäfen vorgesehen; einer auf deutscher Seite bei Puttgarden und zwei auf dänischer Seite östlich und westlich von Rødbyhavn.

Der Arbeitshafen auf Fehmarn befindet sich östlich der Landgewinnungsfläche (siehe Abbildung 6-15) und wird nach der Beendigung der Bauarbeiten zurückgebaut. Die Arbeitshäfen auf Lolland werden später in die geplanten Landgewinnungsflächen integriert. Des Weiteren sind zur Herstellung der Kai- und Hafenanlagen Rammarbeiten erforderlich.

Die Arbeitshäfen dienen als Häfen für die verschiedenen Wasserfahrzeuge der Bauunternehmer. Überwiegend wird vom Arbeitshafen auf Fehmarn das separierte Bodenmaterial auf Lastkähne verbracht und zu den Landgewinnungsflächen transportiert werden. Des Weiteren dienen die Arbeitshäfen zur Beförderung des Personals und zum Liefern, Lagern und Löschen von Materialien und Ausrüstung. Das meiste Baumaterial soll seeseitig angeliefert werden.

Die Arbeitshäfen bestehen aus zwei Teilen, die unterschiedlich tief sind. Im Bereich nahe der Küste ist eine Vertiefung bis -7,50 m und in dem zum Fehmarnbelt orientierten Hauptteil bis -9,50 m notwendig. Darüber hinaus ist auch ein Einfahrtskanal (100 m breit) bis -9,5 m tief herzustellen. Es ist geplant, dass die Arbeitshäfen nach Abschluss der Tunnelbauarbeiten zurückgebaut werden. Die Arbeitshäfen werden verfüllt und Teil der geplanten permanenten Landgewinnungsflächen.

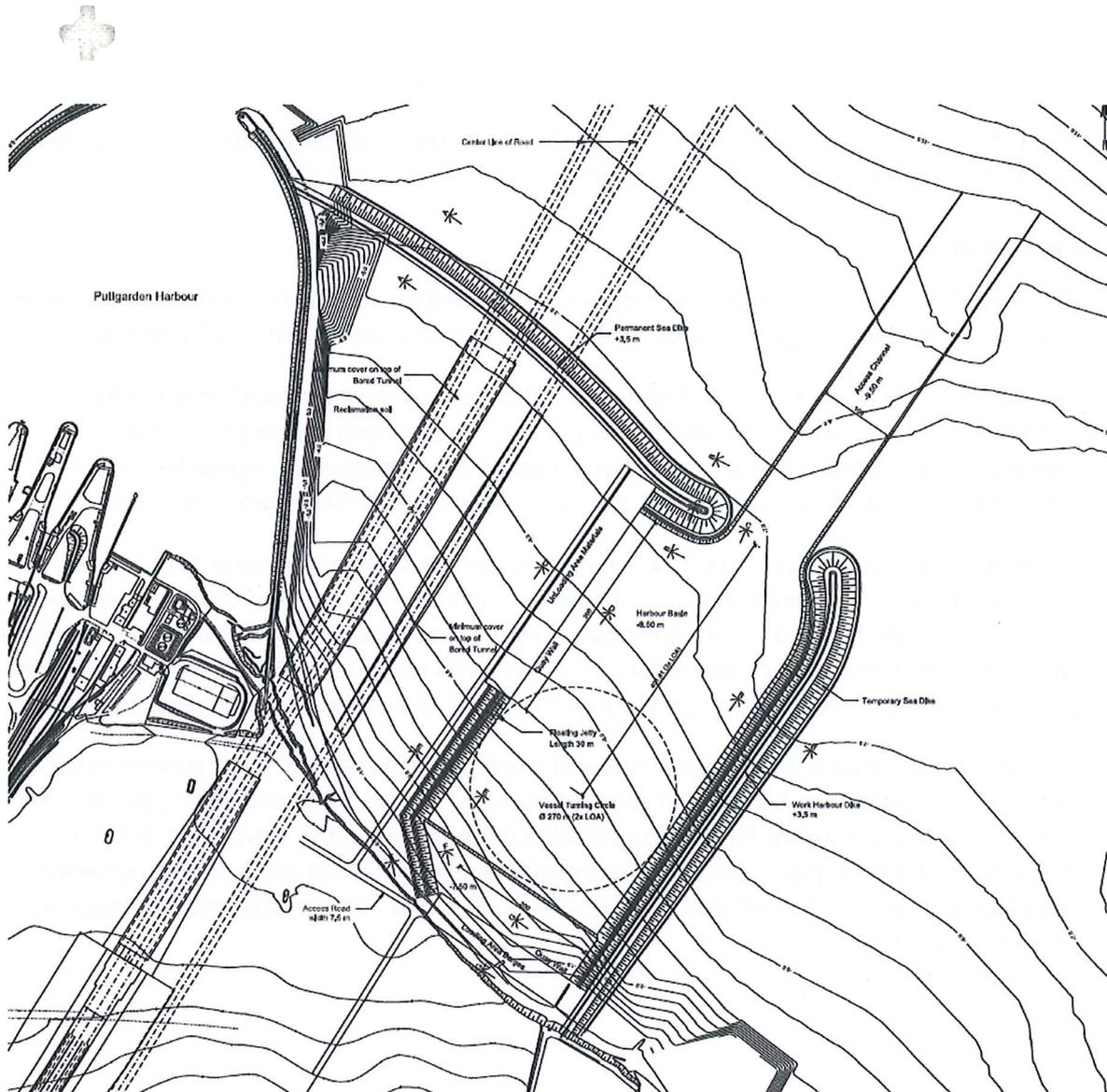


Abbildung 6-15 Arbeitshafen auf Fehmarn



6.1.3. Hauptvariante Schrägkabelbrücke

6.1.3.1. Überblick über die Linienführung

Abbildung 6-16 zeigt die Linienführung der Hauptvariante Schrägkabelbrücke.

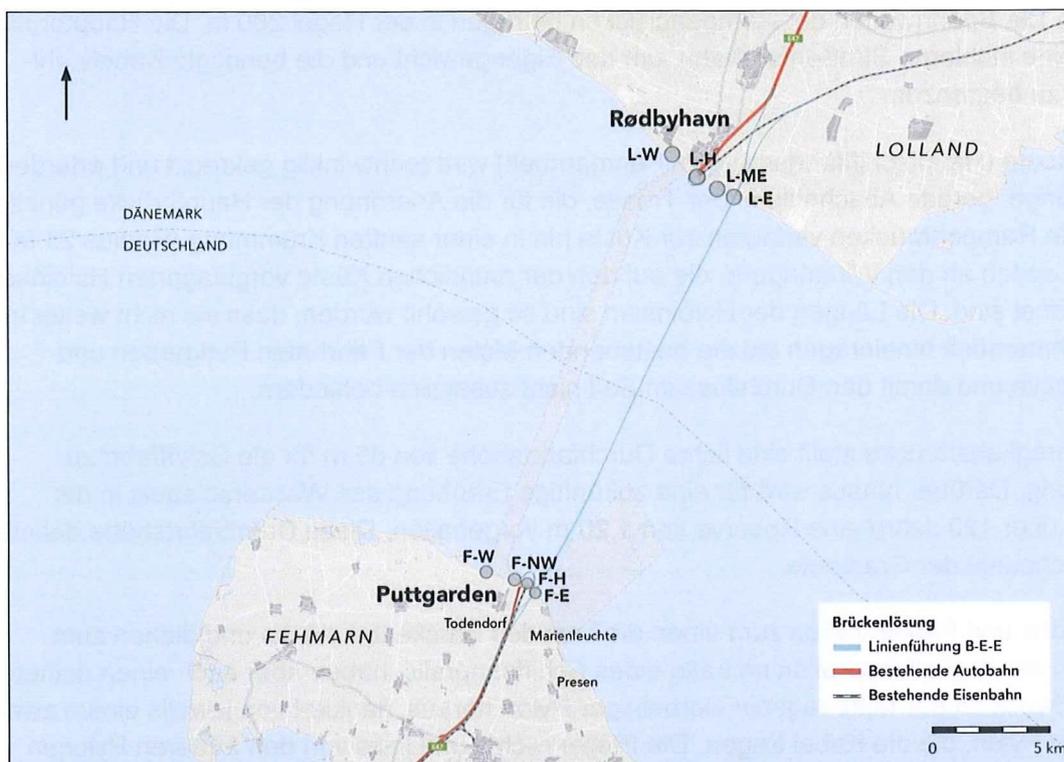


Abbildung 6-16 Hauptvariante Brücke – Übersicht Lage

Die wichtigsten Merkmale der Schrägkabelbrücke umfassen:

- eine zweigleisige Bahnstrecke und eine vierspurige Autobahnverbindung; doppelstöckige Brückenträger mit der Straße auf der oberen Ebene und der Bahnlinie auf der unteren Ebene,
- eine Hauptbrücke mit sechs Brückenfeldern und einer Gesamtlänge von 2.414 m,
- zwei Hauptdurchfahrtfelder mit einer Spannweite von jeweils 724 m und einer lichten Durchfahrtshöhe über Meeressniveau von mindestens 66,2 m,
- zwei Vorlandbrücken zur Verbindung der Hauptbrücke mit den Küsten mit einer Länge von 5.748 m auf der deutschen Seite und einer Länge von 9.412 m auf der dänischen Seite; die Brückenfelder der Vorlandbrücken haben in der Regel eine Länge von 200 m,
- zwei aufgeschüttete Halbinseln mit Landvorspülungen an den Küstenseiten von Fehmarn und Lolland bis zu Wassertiefen von 5 bis 6 m verbinden die Vorlandbrücken mit den Küsten,

- landseitige Bauwerke verbinden die Straßen- und Bahnverbindung mit der bestehenden Verkehrsinfrastruktur,
- eine Mautanlage auf dänischer Seite,

Die Widerlager der Rampenbrücken werden jeweils auf einer vorgeschütteten Halbinsel angeordnet, mit einer Länge von ca. 550 m auf Fehmarn sowie einer Länge von ca. 400 m auf Lolland. Die Spannweiten der Rampenbrücken betragen in der Regel 200 m. Die Hauptbrücke erhält eine stählerne Straßenfahrbahn, um das Eigengewicht und die benötigte Kabelstahlmenge zu begrenzen.

Die T-Route (Hauptschifffahrtsroute im Fehmarnbelt) wird rechtwinklig gekreuzt und erfordert damit lange, gerade Abschnitte in der Trasse, die für die Anordnung der Hauptbrücke günstig sind. Die Rampenbrücken verlaufen zur Küste hin in einer sanften Krümmung (Radius 25.000 m) und enden an den Widerlagern, die auf den der natürlichen Küste vorgelagerten Halbinseln angeordnet sind. Die Längen der Halbinseln sind so gewählt worden, dass sie nicht weiter in den Fehmarnbelt hineinragen als die bestehenden Molen der Fährhäfen Puttgarden und Rødbyhavn und damit den Durchfluss im Belt nicht zusätzlich behindern.

Die Schrägkabelbrücke stellt eine lichte Durchfahrtshöhe von 65 m für die Schifffahrt zur Verfügung. Darüber hinaus wird für eine zukünftige Erhöhung des Wasserspiegels in der Ostsee über 120 Jahre eine Reserve von 1,20 m vorgehalten. Diese Durchfahrtshöhe definiert den Hochpunkt der Gradiente.

Die Pylone und Pfeiler tragen zum einen die Last des Brückenbauwerks und dienen zum anderen der Anprallabsorption im Falle eines Schiffsanpralls, haben aber auch einen ästhetischen Zweck. In der Mitte ragt ein vierbeiniger Pylon heraus, flankiert von jeweils einem zweibeinigen Pylon, die die Kabel tragen. Die Pfeiler rechts und links von den äußeren Pylonen werden als Verankerungspfeiler bezeichnet; ein Hinweis auf ihre Aufgabe, Zugkräfte von den Kabeln in die Pfeiler einzubringen. Der nächste Pfeiler wird als Übergangspfeiler bezeichnet, hier erfolgt der Übergang von der Hauptbrücke zu den Vorlandbrücken.

Es werden zwei Pylonkonstruktionen verwendet. Beide haben eine Höhe von 272 m NHN und sind in Fahrtrichtung gesehen V-förmig. Der mittlere vierbeinige Pylon ist von der Seite gesehen A-förmig. Die beiden Beine an jeder Seite sind auf einer Höhe von 190 m unterhalb des Verankerungsbereichs der Kabel geteilt. Die beiden äußeren Pylone sind zweibeinig und verlaufen vertikal nach oben.

Die A-Form des mittleren Pylons ergibt sich aus der Tatsache, dass dieser nicht durch Haltekabel versteift ist und deswegen gegen Momentenbeanspruchung und zur Minderung der vertikalen Verformung der Hauptbrückenfelder versteift werden muss.

Die Gründungsverhältnisse im Fehmarnbelt erlauben im nordöstlichen Bereich eine direkte Flachgründung der Pfeiler auf belastbarem Geschiebemergel, während im südlichen Bereich durch eine Bodenverbesserung der dort weicheren Überlagerungen mittels gebohrter Pfähle die Tragfähigkeit für eine Flachgründung der Pfeiler und Pylone erreicht wird. Die Flachgründung aller Pfeiler und Pylone ist eine wesentliche Voraussetzung für eine Vorfertigung der Gründungskörper und deren Versetzen mit schweren, schwimmenden Hebezeugen im Belt.



Die Hauptbrücke wird durch die Abbildung 6-17 illustriert.

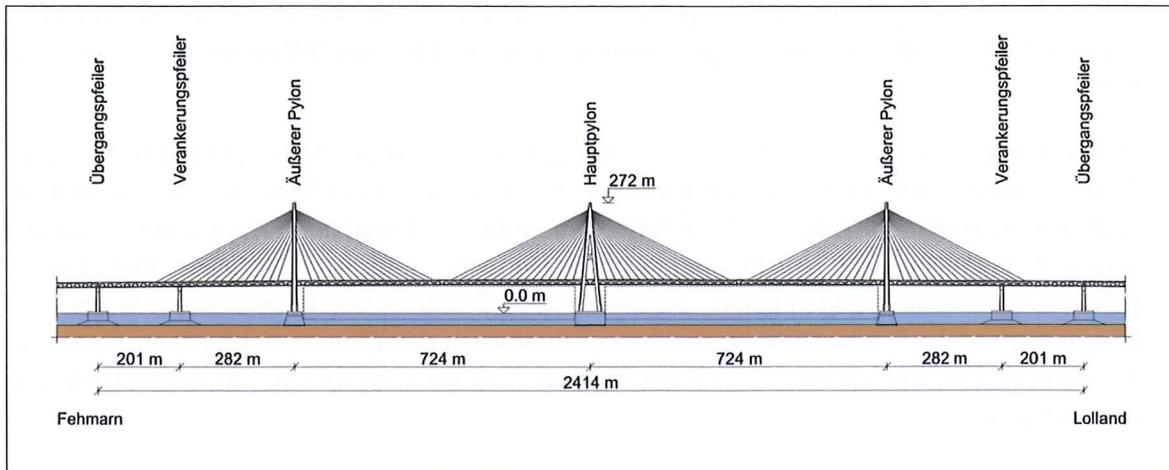


Abbildung 6-17 Ansicht der Schrägkabelbrücke

Die Aufnahme der Schiffsanpralllasten erfolgt bei den Pylonen über deren hohe Eigengewichtslasten, während die anschließenden Verankerungspfeiler und Trennpfeiler durch ringförmige Schutzeinrichtungen, die die Anprallenergie weitgehend aufnehmen, geschützt werden. Alle Pfeiler der Rampenbrücken werden für entsprechende geringere Anpralllasten ausgelegt, erfordern jedoch keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen.

Der Schienenweg wird zweigleisig gebaut. Das zweite Gleis wird auf Fehmarn östlich des vorhandenen Gleises angeordnet.

Linienführung – Schiene

Anfangs- und Endpunkt

Anfangs- und Endpunkt sind identisch mit denen des Absenktunnels.

Länge der Trasse

Die Gesamtlänge der Schienentrasse beträgt ca. 26,94 km, davon entfallen rund 4,2 km auf den landseitigen Anschluss auf Fehmarn, ca. 17,6 km auf das Brückenbauwerk (ohne Halbinseln) im Fehmarnbelt und ca. 5,1 km auf den landseitigen Anschluss auf Lolland. Im deutschen Hoheitsgebiet (land- und seeseitig) ist die Schienentrasse ca. 13,0 km lang.

Kurzbeschreibung des Linienverlaufs

Lage

Auf Fehmarn folgt die Eisenbahntrasse auf ca. 400 m Länge der bestehenden Gleisführung, schwenkt dann leicht nach Osten ab ($R = 8.500 \text{ m}$), verläuft anschließend gradlinig in nordöstlicher Richtung und erreicht nach einer Wendelinie ($R = 9.000 \text{ m}$ und 5.000 m) die deutsche



Küstenlinie. Die heutige Küste wird im Bereich der Trasse mittels einer Halbinsel um ca. 550 m nach Nordosten verschoben. Im marinen Abschnitt auf der Brücke verläuft die Trasse zunächst in einem leichten Linksbogen ($R = 25.000 \text{ m}$), im Bereich der „Ausschließlichen Wirtschaftszone“ als Gerade und geht dann in einen leichten Rechtsbogen ($R = 25.000 \text{ m}$) über.

Die Trasse trifft auf Lolland in Höhe der aufgegebenen Fischfarm (Landungspunkt L-E, ca. 1.500 m östlich des Fährhafens Rødbyhavn). Auch auf dänischer Seite wird die Küstenlinie mittels einer Halbinsel in den Fehmarnbelt verschoben und liegt dann etwa 400 m südlich der heutigen Küstenlinie. Die Brücke endet etwa in Höhe der heutigen Küstenlinie. Auf Lolland geht die Schienenführung in einen Linksbogen ($R = 5.000 \text{ m}$) und anschließend in einen Rechtsbogen ($R = 3.400 \text{ m}$) über. Sie schleift südöstlich des Skovsmosevej in die bestehende Strecke ein. Der südlich dieses Punktes liegende Schienenstrang zum Fährhafen Rødbyhavn wird aufgegeben.

Aufgrund der Verschwenkung der Haupttrasse nach Osten wird auf Fehmarn das Anschlussgleis zum Fährbahnhof Puttgarden leicht nach Westen verschoben. Die Verschiebung beginnt etwa mit dem Bauanfang der Haupttrasse und endet in Höhe der Überführung der verlegten K 49 über die Bahntrasse.

Auf Fehmarn liegt die Schienengradiente überwiegend geländenahe; leichte Einschnitte sind topografisch bedingt. Etwa 200 m südlich der heutigen Küstenlinie beginnt die Gradiente mit der maximal zulässigen Steigung von 12,5 ‰ anzusteigen und erreicht am südlichen Widerlager eine Höhe von fast 15 m NHN. Bis zur Hauptbrücke steigt die Gradiente kontinuierlich mit 8,8 ‰ an. Der Hochpunkt der Gradiente mit gut 72 m NHN befindet sich in Höhe des mittleren Pylons Bau-km 10+257). Anschließend fällt die Gradiente mit 5,9 ‰ ab und behält diese Neigung bis Lolland bei. Am nördlichen Brückenwiderlager liegt die Schienengradiente bei etwa 11 m NHN. Auf Lolland verläuft die Schienentrasse geländenahe.

Linienführung – Straße

Anfangs- und Endpunkt

Anfangs- und Endpunkt sind identisch mit denen des Absenktunnels.

Länge der Trasse

Die Gesamtlänge der Straßenbaumaßnahme beträgt ca. 26,9 km, davon entfallen rund 4,2 km auf den Anschluss auf Fehmarn, ca. 17,6 km auf das Brückenbauwerk (ohne Halbinseln) und ca. 5,1 km auf den landseitigen Anschluss auf Lolland. Im deutschen Hoheitsgebiet ist die Straßentrasse ca. 13,0 km lang.



Kurzbeschreibung des Linienverlaufs

Lage

Die Straßentrasse wird auf Fehmarn zunächst mit einem Linksbogen ($R = 8.300 \text{ m}$) nach Westen verschwenkt, um ausreichend Flächen für die östlichen Parallelrampen der AS Puttgarden zu gewinnen. Der maximale Abstand zur alten B 207 beträgt ca. 80 m. Etwa in Höhe der heutigen Verbindungsstraße Todendorf – K 49 geht die E 47 in einen Rechtsbogen ($R = 2.000 \text{ m}$) über und verläuft anschließend in nordöstlicher Richtung. Die E 47 überquert das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden mit einem schleifenden Schnitt südlich des Rangierbahnhofs und behält im Weiteren diese Richtung bei. Im marinen Abschnitt verläuft die Trasse identisch mit der Eisenbahn und trifft auf Lolland in Höhe der aufgegebenen Fischfarm (Landungspunkt L-E). Auf Lolland läuft die Trasse mit einem leichten Linksbogen ($R = 25.000 \text{ m}$) auf die E 47 zu, die etwa in Höhe des südlichen Ortsrandes von Rødby aufgenommen wird.

Gradienten

Bis südlich des Drohngrabens liegt die Gradienten der E 47 geländenah oder leicht erhöht. Anschließend steigt die E 47 an (Dammlage), um das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden zu überqueren. Östlich des Gleises und nach der Unterführung des Marienleuchter Wegs fällt die Gradienten der E 47 ab und erreicht in Höhe der Kreuzung der ehemaligen Straße Rethen das Geländeniveau. Im weiteren Verlauf steigt die Gradienten an, um die erforderliche Höhendifferenz von ca. 10 m zur Eisenbahn zu gewinnen. Das Widerlager der Straßenbrücke liegt südlich der heutigen Küste. Im Fehmarnbelt steigt die Gradienten bis zur Hauptbrücke kontinuierlich an und fällt anschließend bis Lolland wieder. Das Geländeniveau auf Lolland wird etwa 400 m nördlich der heutigen Küstenlinie erreicht und bis zum Einschleifen in die bestehende E 47 beibehalten.

Zwangspunkte

Die Zwangspunkte einer Brückenlösung sind vergleichbar mit denen der Tunnellösung. Ausgenommen ist der Landungspunkt auf Lolland, da für Brückenlösungen der Landungspunkt L-E (östlich Rødbyhavn) maßgebend ist.

Anschlussstellen und Knotenpunkte

Die neu zu bauenden Anschlussstellen und Knotenpunkte entsprechen denen des Absenktunnels.

Die Anschlussstelle bei der Brückenlösung wird über eine neu zu bauende Straße an die ehemalige E 47 im Westen und an den Darketvej im Osten angeschlossen. Über diese Anschlussstelle können sowohl der Fährhafen als auch Rødbyhavn erreicht werden.

Straßen- und Wegenetz

Die notwendigen Änderungen im Straßen- und Wegenetz entsprechen mit Ausnahme der Straße nach Marienleuchte denen beim Absenktunnel. In Zukunft wird Marienleuchte über



eine neue Straße von der Straße nach Presen aus erreicht werden. Die neue Straße wird östlich der Bahnstrecke verlaufen und so verlängert, dass über sie auch Halbinsel und Widerlager für Wartungs- und sonstige Arbeiten erreichbar sind. Die Unterführung der bisherigen Straße nach Marienleuchte und damit der Zugang zu den Einrichtungen von Scandlines östlich des Hafens bleiben erhalten.

Weitere technische Einzelheiten

Im Verlauf der Trasse sind auf Fehmarn folgende Brückenbauwerke erforderlich:

- 2 Brücken im Zuge der K 49 über die Bahnstrecke und über die E 47
- 1 Brücke im Zuge der E 47 über das Anschlussgleis zum Bahnhof Puttgarden
- 1 Brücke im Zuge der E 47 über den verlegten Marienleuchter Weg

Zwischen dem Marienleuchter Weg und der Straße Rethen ist sowohl auf der Westseite als auch auf der Ostseite der E 47 jeweils eine Nebenfläche für Betrieb und Unterhaltung der FBQ sowie für Notfälle vorgesehen. Darüber hinaus sind mehrere technische Einrichtungen im Zusammenhang mit der FBQ vorgesehen.

Auf dänischem Staatsgebiet wird die Maut- und Zollstation eingerichtet. Es sind zwei neue Brückenbauwerke, die Verlegung des Østersøvej und mehrere neue Anbindungen erforderlich.

6.1.3.2. Querschnitt

Aus Voruntersuchungen hat sich als optimale Lösung ein doppelstöckiger Brückenüberbau mit einer oberen Straßenfahrbahn (2-mal 2 Spuren mit Standspur) und einem unten liegenden Eisenbahndeck (2 Gleise) ergeben. Die Geometrie des Brückenquerschnittes wird von den langen Rampenbrücken bestimmt und in den Hauptbrücken weitergeführt.

Der Brückenquerschnitt wird mit einer Bauhöhe von ca. 12,90 m ausgelegt. Auf die Gesamtlänge der Rampenbrücken ergeben sich hierdurch 28 Pfeilerstandorte für die Rampenbrücke Fehmarn sowie 46 Pfeilerstandorte für die Rampenbrücke Lolland.

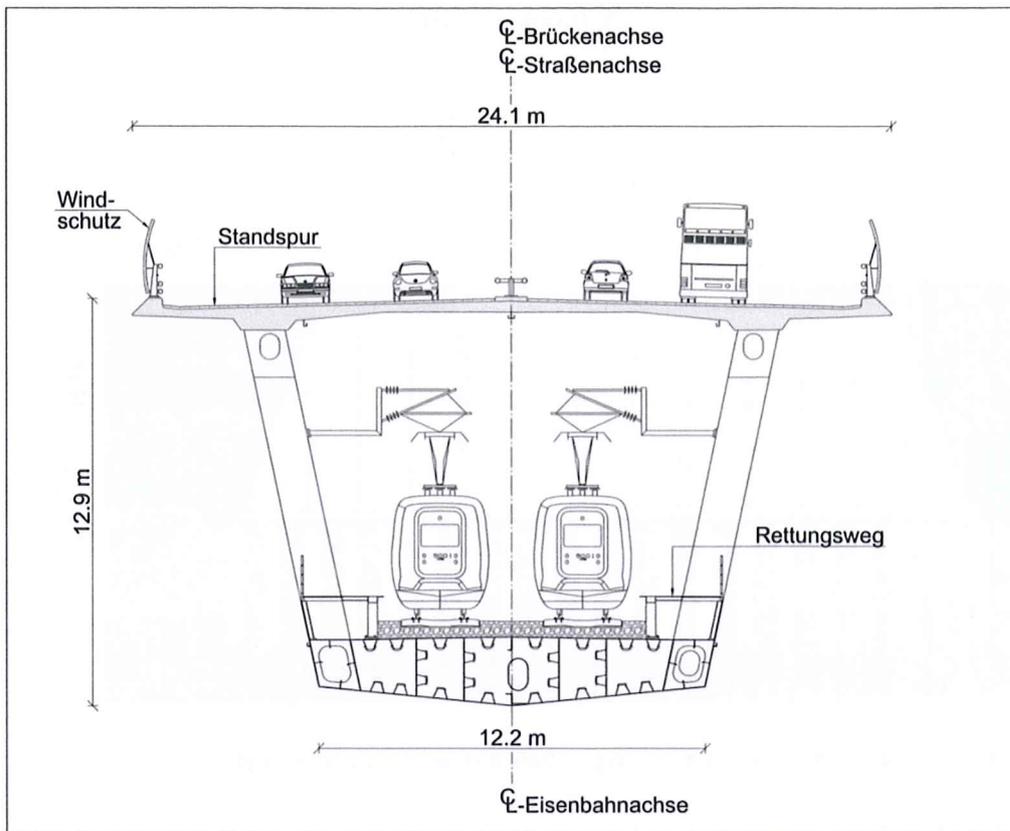


Abbildung 6-18 Regelquerschnitt der Brückenvariante

6.1.3.3. Bauverfahren

Bevor mit den Hauptarbeiten zum Brückenbau begonnen werden kann, sind für die Fundamente der Hauptbrücke und die Fundamente der Vorlandbrücke auf deutscher Seite Maßnahmen zur Baugrundverbesserung erforderlich. Hierbei werden nicht tragfähige Böden durch das Einsetzen von Bohrpfehlen aus Beton verstärkt (vgl. beispielhaft Abbildung 6-19).

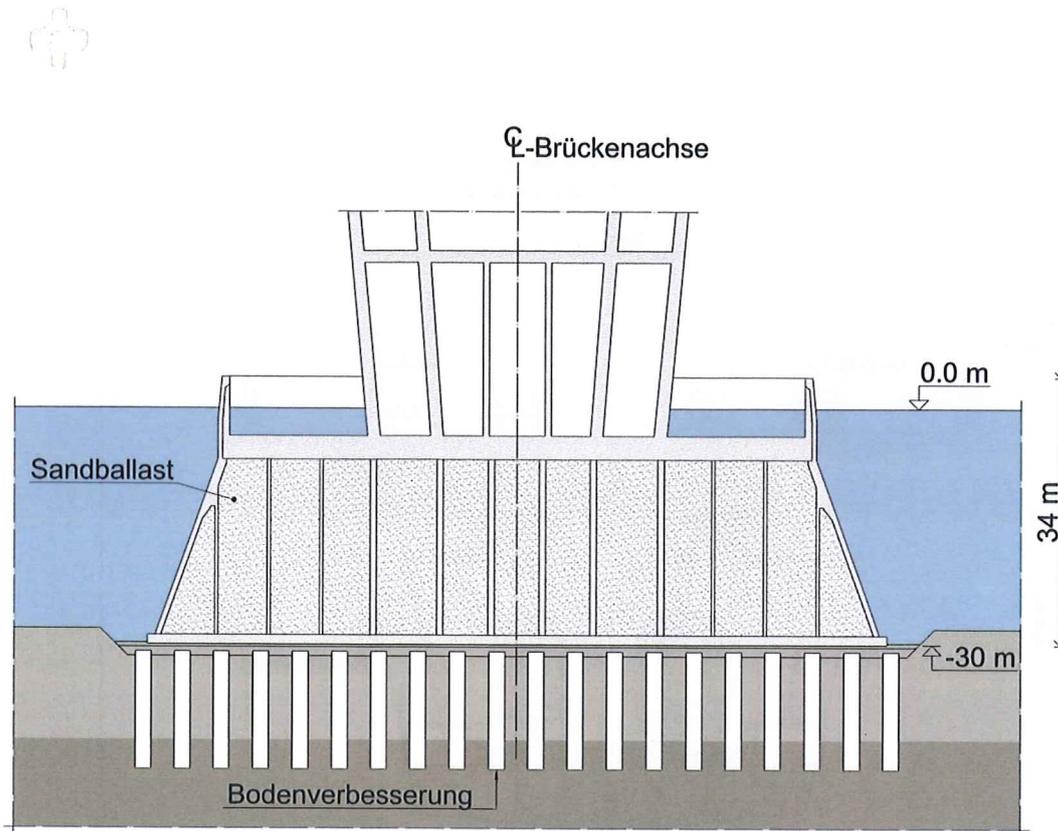


Abbildung 6-19 Bodenverbesserung am Beispiel Senkkästen der äußeren Pylone

Errichtung des Unterbaus der Hauptbrücke

- Senkkästen und Pylonsockel
Die Pylonen senkkästen umfassen jeweils die vorgefertigten Senkkästen und eine 3 m dicke Kopfplatte. Es ist vorgesehen, die unteren Teile der drei Pylonen senkkästen in bestehenden Trockendocks in der Produktionsstätte Odense/Lindø vorzufertigen. Die Gesamthöhe der Elemente des unteren Senkkastens beträgt rund 10 m.

Nach Fertigstellung des unteren Teils der Senkkästen wird das Trockendock geflutet und die teilgefertigten Senkkästen werden an eine Zwischenbaustelle geschleppt, wo sie im Wasser auf ihre endgültige Höhe von 34 m fertiggestellt werden können.

Nach Fertigstellung der Senkkästen werden sie an den endgültigen Einbauort im Fehmarnbelt geschleppt und dort mittels Wasserballastierung auf die zuvor eingerichteten drei Absetzflächen abgesenkt. Die Anlagen für die Vorort-Betonherstellung und weitere Baustellenanlagen werden auf Pontons bereitgestellt, die mit den Senkkästen verbunden sind. Die weitere Versorgung der Offshore-Baustellen erfolgt von den temporären Arbeitshäfen auf Fehmarn oder Lolland.

- Errichtung der Pylone
Die Pylonen schenkel werden zeitgleich vor Ort in Kletterschalung in Abschnitten mit einer Höhe von ca. 4 m betoniert. Während der Errichtung der Pylone werden die Senkkästen als Baustelleneinrichtungsflächen genutzt. Weiterhin werden Pontons



eingesetzt, die zusätzliche Arbeitsflächen bieten und auf denen u. a. das schwimmende Betonwerk untergebracht ist. Der Beton wird von den Betonwerken zur Betonierebene gepumpt.

Da die Pylonschenkel geneigt sind, werden zwischen den Schenkel während der Bauarbeiten Streben zur Stabilisierung der Pfeiler montiert.

- **Sicherung gegen Schiffsanprall**
Die Sicherungsringe der Verankerungspfeiler und Übergangspfeiler aus Beton werden aller Voraussicht an Land vorgefertigt, möglicherweise in derselben Produktionsstätte Odense/Lindø, in der auch die Senkkästen der Pfeiler für die Vorlandbrücken gefertigt werden.

Ein Sicherungsring besteht aus vier Segmenten mit einem Gewicht von jeweils rund 3.400 t. Die montierten Segmente werden nach Anbringen eines Bewehrungskorbs durch Verfüllen der Fuge mit Unterwasserbeton miteinander verbunden.

Die Räume zwischen den Pfeilern und des Sicherungsringes werden mit Schotter aufgefüllt. Der Sicherungsring und der Schotter bilden damit eine wirksame Barriere gegen Schiffsanprall.

Herstellung des Brückenüberbaus

- **Vorfertigung der Brückenträger**
Die Fertigung der Stahlkonstruktionen für die Hauptbrücke findet ebenfalls in der Produktionsstätte Odense/Lindø-Werft statt. Die Träger der Hauptbrücke bestehen aus ca. 20 m langen Segmenten mit einem Gewicht zwischen 500 bis 600 t. Die Verladung und der Transport der fertigen Brückenträgersegmente erfolgen mithilfe von Hydraulikfahrzeugen. Die Trägersegmente werden dann auf Schuten geladen und an den jeweiligen Montageort der Hauptbrücke transportiert.
- **Montage der Brückenträger**
Die Brückenträger werden im Freivorbauverfahren errichtet. Die 20 m langen Trägersegmente werden mit einem Auslegerkran auf dem Brückendeck vom Transportponten auf das Brückendeckniveau gehievt. Dabei wird jeweils nur ein Segment montiert, da der Pylon nur für dieses Ungleichgewicht ausgelegt ist. Nach erfolgter Montage der Brückenträgersegmente werden die Segmentfugen auf dem Autobahn- und dem Eisenbahndeck und an den Stahldiagonalen verschweißt.
- **Montage der Schrägkabel**
Nach der Montage der Trägersegmente werden die entsprechenden Schrägkabel montiert und gespannt. Die Schrägkabel werden auf dem Straßendeck abgelegt und ein Ende mit dem Kran zum Verankerungspunkt am Pylon gehoben und dort befestigt. Das andere Ende des Kabels wird an der Seite des Brückenträgers



verankert. Dann werden die Kabel gespannt, bis die gewünschte Spannung erreicht ist und der Pylon das Gewicht der Brückenträger über die Kabel trägt.

Die Abschlussarbeiten auf dem Brückendeck umfassen:

- endgültige Anpassung der Geometrie durch erneutes Spannen der Schrägkabel, falls erforderlich.
- abschließende Anstricharbeiten an den Segmentfugen,
- Auftragen der Deckfarbschicht,
- Installation von Sicherheitsbarrieren, Schutzgeländern,
- Oberflächenbehandlung,
- Installation der EM-Anlagen.

Errichtung des Unterbaus der Vorlandbrücken

Der Unterbau des Verankerungs- und Übergangspfeilers wird nach demselben Verfahren errichtet wie der Unterbau der Vorlandbrücken.

- Vorfertigung der Senkkästen
Jeder Senkkasten für die Vorlandbrücken umfasst auch den unteren Teil des Pfeilerschafts, der über die Wasseroberfläche herausragt. Voraussichtlich werden jedoch die 15 Senkkästen für den Flachwasserbereich in voller Höhe, also einschließlich des gesamten Pfeilerschafts, vorgefertigt.
- Nach Herstellung in der Produktionsstätte Rødbyhavn werden die Senkkästen entweder von einem Schwimmkran aufgenommen oder auf eine Schute geschoben und am Einbauort von zwei Schwimmkränen übernommen. Die Senkkästen werden dann über die kurze Strecke zu ihrem endgültigen Einbauort in der transportiert und dort auf das bereits zuvor hergestellte Betonbett abgesetzt.
- Pfeilerschäfte
Die Pfeilerschäfte werden ebenfalls in der in der Produktionsstätte Rødbyhavn hergestellt. Die Pfeilerschäfte werden dann entweder von einem Schwimmkran an der Produktionsstätte aufgenommen oder auf eine Schute geschoben und am Einbauort von zwei Schwimmkränen auf die Senkkästen abgesetzt. Anschließend wird die Position des Pfeilerschafts geprüft und ggf. nachjustiert sowie die Fuge am Senkkasten vor Ort betoniert.

Errichtung des Überbaus der Vorlandbrücken

- Vorfertigung der Brückenträger
Der Überbau der Vorlandbrücke auf dänischer Seite besteht aus 47 Brückenfeldern, auf deutscher Seite aus 29 Brückenfeldern. Die Spannweite der Brückenfelder liegt zwischen 180 und 201 m, ihr Gewicht beträgt ca. 8.000 t. Die Fertigung der Stahlkonstruktionen für die Vorlandbrücken findet in der Produktionsstätte Odense/Lindø-Werft statt. Die fertigen Träger werden dann von Pontons zur Brücke transportiert.



- **Montage der Brückenträger**
Die Brückenträger werden generell vom landseitigen Widerlager hin zur Hauptbrücke montiert. Sobald der Brückenträger am vorigen Träger ausgerichtet ist, wird die Fuge des Eisenbahndecks vor Ort geschweißt. Später werden die oberen Gurte zusammengeschweißt, die Schweißnaht angestrichen und abschließend die Fuge des Autobahndecks vor Ort betoniert.
- **Herstellung der Halbinseln**
Die Halbinseln auf Lolland (ca. 400 m lang) und Fehmarn (ca. 550 m lang) müssen so früh wie möglich errichtet werden, da der Zugang für den Bau der Widerlager und des Überbaus der Vorlandbrücken nur über die Halbinsel und den Damm möglich ist. Die Herstellung der Halbinseln ist wie folgt dargestellt geplant:
 - Nassbaggern der Baufläche
 - Auffüllung der nassbaggerten Fläche von beiden Seiten mit Steinschüttungen von Land und Schiff
 - Beidseitiger Aufbau der Inselsicherung mit Wasserbausteinen
 - Auffüllen des Dammkerns mit Sand auf die für den Bau der Galerie erforderliche Höhe

Wesentliche Bauarbeiten auf Fehmarn

- **Galeriebauwerk**
Die Galerie mit einer Länge von ca. 320 m trennt Straßen- und Bahntrasse. Der obere Teil verläuft weiter in dem 25.000-m-Radius leicht nach Westen, die Schienen folgen einer Kurve mit einem Radius von 5.000 m nach Osten.
- **Rampenviadukt und Damm**
Als Verbindungsstück zwischen der Galerie und dem Autobahndamm ist für die E 47 ein ca. 500 m langes Viadukt als Rampe vorgesehen. Es wird aus Stahlbetonpfeilern und einem Überbau aus Spannbeton mit ca. 40 m langen Feldern errichtet. Das Viadukt geht in einen ca. 490 m langen Damm über, der auf die Höhe des natürlichen Geländes abfällt.

Die Bahntrasse verläuft von der Halbinsel bis zum Anschluss an die bestehenden Gleise entweder in einem Einschnitt oder auf einem fortlaufenden Damm.
- **Überführung der E 47 über die Gleise**
Die E 47 muss am Hafen Puttgarden über die existierenden Gleise geführt werden.



Folgende Aushubmassen fallen bei der Herstellung des Absenktunnels an:

Aushub Halbinseln D und DK	ca. 120.000 m ³
Aushub Hauptbrücke	ca. 70.000 m ³
Aushub Rampenbrücken D und DK	ca. 430.000 m ³
Aushub Arbeitshäfen D und DK	ca. 640.000 m ³
Gesamt:	ca. 1,30 Mio. m³

Beim Bau der Brückenvariante fällt Aushubmaterial in Höhe von ca. 1,30 Mio. m³ an. Insgesamt werden ca. 4,50 Mio. m² Bodenmaterial für Verfüllarbeiten benötigt.

Von den von ca. 1,30 Mio. m³ Aushubmaterial werden ca. 700.000 m³ für die Wiederherstellung der Arbeitshäfen, ca. 400.000 m³ des Aushubmaterials werden für die Errichtung der Dämmen auf Lolland und Fehmarn und ca. 200.000 m³ werden auf Fehmarn zwischen der bestehenden Hafemole und der Halbinsel wieder verwendet.

Zusätzlich zu dem wiederverwendeten Aushubmaterial von ca. 1,30 Mio. m³ wird für die Errichtung der Halbinseln und Dämme an Land sowie als Ballast für die Brückenpfeiler und Pylone Einbaumaterial in Höhe von ca. 3,20 Mio m³ benötigt, welches zusätzlich antransportiert werden muss.

6.1.3.4. Baustelleneinrichtung, Arbeitshäfen und Produktionsstätten

Baustelleneinrichtung

Die Hauptmassentransporte der Baumaterialien erfolgen auf dem Wasserweg. Für die Errichtung der Brücke sind während des Baus temporäre Arbeitshäfen sowie Fertigungsstätten für die Produktion der Brückenelemente erforderlich.

Hierzu sind neben kleineren Baustelleneinrichtungsflächen an Land folgende Flächen vorgesehen:

- Temporärer Arbeitshafen auf Fehmarn
- Temporärer Arbeitshafen auf Lolland inklusive einer Fertigungsstätte Rødby
- Produktionsstätte Odense/Lindø

Für die Baustelle auf Fehmarn sind folgende Baustelleneinrichtungen geplant:

- Lager,
- Werkstatt zum Vorfertigen von Betonstahl,
- Überdachte Lager/Werkstätten,
- Baustellenbüro,
- Parkplätze beim Baustellenbüro,
- Unterkünfte,
- Parkmöglichkeiten bei den Unterkünften.



Die Gesamtfläche der Baustelleinrichtung wird auf Fehmarn ca. 75.000 m² benötigt. Es ist davon auszugehen, dass Füllmaterial für den Damm der Halbinsel, für die Straße und den Eisenbahndamm hauptsächlich von Schuten und kleinen Massengutschiffen angelandet und im Arbeitshafen mit Muldenkippern vor Ort transportiert wird. Das Gesamtvolumen an Füllmaterial für die Dämme beträgt ca. 200.000 m³.

Die vorübergehend genutzten Flächen werden nach Abschluss der Bauarbeiten wieder hergestellt und der ursprünglichen Nutzung wieder zugeführt.

Für den Betrieb der Baustelle wird davon ausgegangen, dass sich die lärmintensiven Bauzeiten überwiegend auf den Tagesabschnitt gemäß AVV Baulärm zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr beschränken. Im Nachtzeitraum (20:00 Uhr bis 07:00 Uhr) ist demgegenüber von einer deutlich verringerten Bautätigkeit auszugehen.

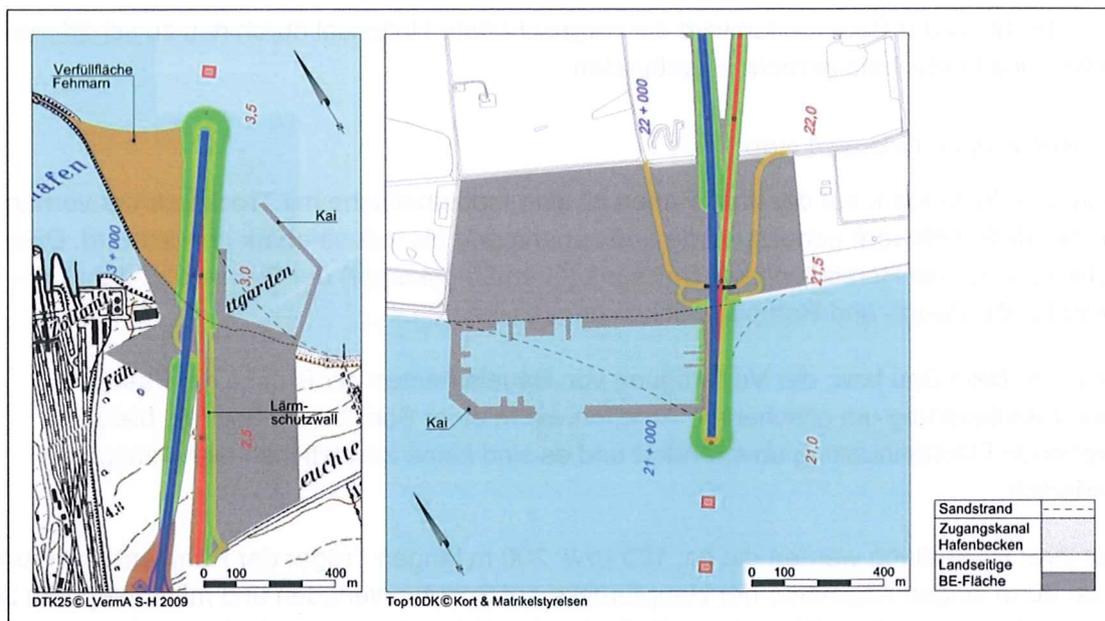


Abbildung 6-20 Arbeitshafen auf Fehmarn (links) – Arbeitshafen und Fertigungsstätte Rødby auf Lolland (rechts)

Temporärer Arbeitshafen auf Fehmarn

Temporärer Arbeitshafen auf Lolland und Fertigungsstätte Rødby Der Arbeitshafen auf Fehmarn wird östlich der Trassenführung angelegt (siehe Abbildung 6-20). Des Weiteren sind zur Herstellung der Kai- und Hafenanlagen Rammarbeiten erforderlich.

Der Hafen ist als Arbeitshafen für Schiffe vorgesehen, die Bauarbeiten in der Trasse der Brücke unterstützen. Er wird zum Laden und Löschen von Baustoffen und -maschinen sowie zum Transport von Arbeitern verwendet.

Um die Kailänge entlang der Küste kürzer zu halten, wird der Kai L-förmig angelegt, wobei ein Schenkel entlang der Halbinsel verläuft. Die Gesamtlänge des in Abbildung 6-20 dargestellten Kais beträgt etwa 420 m. Die Kaimauern sind als traditionelle Spundwandkonstruktionen



konzipiert. Der Pier zum Anlegen kleinerer Schiffe kann auch als Schwimmpier ausgelegt sein. Hafen und Fahrrinne werden auf eine Wassertiefe von 6,0 m ausgebaggert.

Der Arbeitshafen und die Fertigungsstätte Rødby werden ca. 450 m östlich der bestehenden Hafenanlagen von Rødbyhavn unmittelbar neben der Festen Fehmarnbeltquerung errichtet.

Der Arbeitshafen und die Fertigungsstätte Rødby werden insbesondere für die Vorfertigung der Unterbauten der Rampenbrücke, der Anker- und Trennpfeiler sowie des Schiffsanprallschutzes genutzt. Alle Caisson- und Pfeilerschaftelemente werden von einem Schwimmkran aufgenommen und direkt zum Einbauort im Fehmarnbelt transportiert. Gleichzeitig werden vom Arbeitshafen aus die im marinen Bereich ablaufenden Arbeiten an der Rampen- und der Hauptbrücke unterstützt sowie alle Arbeiten an Land versorgt.

Nach Abschluss der Bauarbeiten wird die vorgeschüttete Halbinsel durch neu zu schaffende Sandstrände landschaftsgerecht eingebunden.

Produktionsstätte Odense/Lindø

Im Lindø Industriepark auf der Insel Fünen ist eine Industriefläche mit Trockendocks vorhanden, die als Schiffswerft genutzt wurde und zunehmend als Industriepark genutzt wird. Diese Fläche kann für die Herstellung der Caissons (Gründungskörper) der Pylone und der Überbauten für die Haupt- und Rampenbrücken genutzt werden.

Da es sich beim Bau bzw. der Vorfertigung von Bauelementen der Brücke der Festen Fehmarnbeltquerung um gleichartige Arbeiten wie in einer Schiffswerft handelt, bleibt die bestehende Flächennutzung unverändert und es sind keine zusätzlichen Genehmigungen erforderlich.

Nach ihrer Herstellung werden die ca. 180 bzw. 200 m langen Träger der Rampenbrücke und die ca. 20 m langen Segmente der Hauptbrücke auf Schuten verladen und mit Schleppern zur Einbaustelle transportiert. Die unteren Teile der drei Pylon-Caissons mit einer Höhe von ca. 10,20 m können im Trockendock 3 der Werft hergestellt werden. Nach Flutung des Trockendocks werden sie ausgeschwommen, im Fehmarnbelt auf die volle Caissonhöhe vervollständigt und zur Einbaustelle eingeschwommen.

Alle in Odense/Lindø vorgefertigten Bauteile werden unmittelbar zum Einbauort an der jeweiligen Stelle im Belt transportiert, ohne den Arbeitshafen Rødby zu nutzen.

6.2. Wirkfaktoren

Von der Festen Fehmarnbeltquerung gehen Wirkungen aus, die im Sinne von Wirkfaktoren auf die Erhaltungsziele eines Natura 2000-Gebiets Einfluss nehmen können. Diese lassen sich in vorübergehend (temporär) und dauerhaft wirkende Faktoren unterteilen.



Im Folgenden wird eine Übersicht über die zu erwartenden bau-, anlage- und betriebsbedingten Projektwirkungen gegeben, die grundsätzlich für Brücken- bzw. Tunnellösungen gelten. Die Wirkungen sind sowohl im marinen als auch im terrestrischen Bereich wirksam, falls nicht anders angegeben.

Tabelle 6-3 Übersicht der Projektwirkungen

Baubedingte (temporäre) Wirkungen innerhalb des Baubereichs, durch die Baustelleneinrichtungen und den Baustellenbetrieb	Anlagebedingte (dauerhafte) Wirkungen durch die Bauwerke mit dauerhaften Nebenanlagen	Betriebsbedingte (dauerhafte) Wirkungen durch den Straßen- und Schienenverkehr
Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens	Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens durch Überbauung und unter Wasser liegende Bauwerksteile	–
Aufwirbelung (Sedimentfreisetzung), Verdriftung und Ablagerung von Sedimenten des Meeresbodens infolge von baubedingten Aktivitäten (ggf. mit Freisetzung von Schad- und Nährstoffen)	Veränderung von Strömung und Sedimentbewegungen, Sedimentfreisetzung durch Kolkbildung infolge von unter Wasser liegenden Bauwerksteilen	–
Barrierewirkung	Barrierewirkung, im Meeresbereich durch unter und über Wasser liegende Bauwerksteile*	–
Kollisionsrisiko	Kollisionsrisiko mit den Bauwerken (insbesondere für Vögel)*	Kollisionsrisiko mit dem Straßen- und Schienenverkehr (insbesondere für Vögel)*
Visuelle und sensorische Störung/ Lärm- und Schadstoffemissionen, Lichtemissionen durch den Baustellenbetrieb	Visuelle und sensorische Störung*	Visuelle und sensorische Störung*/ Lärm- und Schadstoffemissionen, Lichtemissionen*

*ist im marinen Bereich nur mit einem Brückenbauwerk verbunden

6.2.1. Baubedingte Wirkfaktoren

Baubedingte Wirkungen umfassen insbesondere die mit dem Betrieb von Baumaschinen und dem Materialtransport auf der Baustelle verbundenen Stoffemissionen und Störungen von Tieren, die während der Bauzeit auftreten können. Baubedingte Wirkfaktoren sind in der Regel zeitlich beschränkt wirksam (temporär). Der im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten wesentliche Wirkprozess ist die Freisetzung (Aufwirbelung), Verdriftung und Ablagerung von Sedimenten des Meeresbodens.

6.2.1.1. Baubedingte Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens

In der Regel sind diese baubedingten Wirkungen von vorübergehender Dauer und die Flächen können nach Fertigstellung des Bauwerkes entweder von selbst regenerieren oder wieder in ihren ursprünglichen Zustand versetzt werden. Diese Wirkung ist allerdings als dauerhaft einzustufen, wenn durch Überbauung z.B. Funktionselemente betroffen sind, die nach



Beendigung der Bauarbeiten nicht wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehren bzw. nicht wiederhergestellt werden können.

Als flächenhafte baubedingte Inanspruchnahme von Meeresboden mit Folgewirkungen im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit ist vor allem der Tunnelgraben beim Absenktunnel zu nennen. Baufelder und Baustelleneinrichtungsflächen an Land haben entfernungsbedingt (mindestens 2 km Abstand zum nächstgelegenen Natura 2000-Gebiet) keine Auswirkungen auf die betrachteten Schutzgebiete.

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Voraussetzung für eine baubedingte Flächeninanspruchnahme ist, dass ein Natura 2000-Gebiet direkt in Anspruch genommen wird. Mittelbare Wirkungen in anderen Schutzgebieten sind nicht möglich und eine differenzierte Bewertung baubedingter Flächeninanspruchnahme der Varianten im Speziellen teil der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist in solchen Fällen nicht erforderlich.

6.2.1.2. Freisetzung (Aufwirbelung), Verdriftung und Ablagerung von Sedimenten des Meeresbodens

Bei den baubedingten Wirkfaktoren nehmen die Baggertätigkeiten (u.a. Aushub des Tunnelgrabens für den Absenktunnel, Aushub für die Brückenfundamente, Aushub für den Bau der Arbeitshäfen und Zufahrtsrinnen, Einbau des Baggerguts in Bodenverbringungsflächen) eine Schlüsselrolle ein.

Die Feste Fehmarnbeltquerung erfordert für jede Variante (Absenktunnel, Bohrtunnel oder Brücke) Baggararbeiten am Meeresboden, unter denen ein Teil des Baggerguts in das Wasser eingetragen wird (Sedimentfreisetzung). Die Menge des freigesetzten Materials hängt von der Baggermethode und der Sedimentzusammensetzung ab. Die anschließende Sedimentverdriftung ist von der Hydrodynamik, von den physikalischen Eigenschaften des Sediments in der Wassersäule (insbesondere Absinken) und der Menge des freigesetzten Materials abhängig. Das verdriftete Baggergut wird mit der Strömung transportiert und setzt sich schließlich in Bereichen ab, wo es nicht mehr resuspendiert werden kann (d.h. wo es nicht mehr wieder in die Wassersäule übergehen kann, vgl. UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.1.4.3).

Während der Baggerungen bis hin zum Absetzen liegt die Schwebstoffkonzentration in der Wassersäule über der natürlichen Schwebstoffkonzentration. Folglich wird der Sedimenteintrag, die Sedimentverdriftung und dessen Sedimentation über folgende Parameter quantifiziert:

- Zunahme der Schwebstoffkonzentration
- erhöhte Sedimentation.

Durch die erhöhte Schwebstoffkonzentration ist ein Einfluss auf die Wasserqualität möglich. Eine erhöhte Wassertrübung schränkt den Pflanzenwuchs ein, wozu auch die erhöhte Sedimentation beitragen kann. Weitere potenzielle Auswirkungen sind die Freisetzung



sauerstoffzehrender Sedimente und die Mobilisierung von Nähr- und Schadstoffen aus den freigesetzten Sedimenten.

Zunahme der Schwebstoffkonzentration

Die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen weisen über längere Zeiträume nur niedrige Werte auf (meist unter 3 mg/l). Nur während kurzer Perioden, in denen die Schwebstoffe aufgewirbelt werden und sich wieder am Meeresboden absetzen, liegen die Schwebstoffkonzentrationen höher. Die Maximalwerte bei diesen Ereignissen können 10 bis 30 mg/l, teilweise auch über 50 mg/l erreichen (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.3.2).

Generell sind die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen eher niedrig. Die bei eigenen Untersuchungen im Rahmen der UVS gemessenen Werte betragen an den küstennahen Stationen vor Fehmarn weniger als 2 mg/l bei Wassertiefen > 6 m und weniger als 5,3 mg/l bei Wassertiefen < 6 m. Aufgrund der welleninduzierten Resuspension sind die Schwebstoffkonzentrationen an den küstennahen Messstationen bei Wassertiefen < 6 m deutlich höher als in den tieferen Bereichen über 6 m Wassertiefe. Die Zeiträume mit hohen Schwebstoffkonzentrationen liegen in Sturmperioden mit hohen Wellen, die Sedimente im Flachwasser aufwirbeln. An den küstennahen Stationen sind die Konzentrationen im Herbst und Winter aufgrund der Wetter- und Wellenbedingungen signifikant höher als im Frühling und Sommer (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.3.2).

Die Hauptmessstation MS02 liegt trassennah auf der Grenze zwischen dem Küstenmeer SH und der AWZ am Rande des GGB „Fehmarnbelt“ (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.2, Abb. 3-4). Die Wassertiefe beträgt dort 28,8 m. Dort sind die Werte der natürlichen Schwebstoffkonzentration relativ ausgeglichen: das 95 %-Perzentil, das per Definition nur in 5 % der Messungen überschritten wird, liegt nah am Meeresboden bei 7,3 mg/l, der Mittelwert beträgt 2,7 mg/l (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.3.2).

Die Messwerte der Schwebstoffkonzentrationen an den festen Stationen wurden durch die auf Messfahrten vorgenommenen Probennahmen und Messungen bestätigt. Im Allgemeinen lag die Schwebstoffkonzentration auf den Fahrten unter 2 mg/l. Die auf der Fahrt vom 11. bis 16. Januar 2010 gemessene Trübung war wegen vorangegangener stürmischer Winde etwas höher. Die bodennahe Schwebstoffkonzentration (untere 5 m des Profils) lag im Bereich der Fehmarnbelt-Rinne, d. h. in den tiefsten Bereichen des GGB „Fehmarnbelt“ nahe der Lebensraumtypen Sandbänke und Riffe bei 2,9 bzw. 4,3 mg/l (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.3.2).

Die hier betrachteten Schwebstoffe sind alle Arten von festen Partikeln, die Teil der Sedimente des Meeresbodens sind und durch natürliche Prozesse oder Baggerarbeiten in Suspension gegangen sind, also aufgewirbelt wurden. Die Schwebstoffe können sowohl aus feinen Sedimentpartikeln als auch aus Detritus (partikuläre organische Substanz), Mineralien oder silizium- und kalkhaltigen Partikeln (von z.B. Plankton, Muschelschalen) bestehen. Grundsätzlich ist die Konzentration von Schwebstoffen an die lokalen Strömungsverhältnisse und die Exposition gekoppelt. Bei Starkwind- oder Sturmereignissen werden die feinen Teilchen aus dem Sediment resuspendiert und gelangen so in die Wassersäule. Dies geschieht hauptsächlich in den flachen Bereichen. Die Strömung transportiert und verteilt die



Schwebstoffe dann über eine größere Fläche. Die Korngrößenverteilung im Sediment spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Je feiner die Partikel sind, desto länger bleiben diese in Suspension. So bleiben Tonpartikel deutlich länger im Wasser als Sand oder Feinsand, bevor sie wieder in ruhigem Wasser zu Boden sinken.

Die numerische Modellierung zur Sedimentfreisetzung, Sedimentverdriftung und Sedimentation beinhaltet nur den Schwebstofftransport des freigesetzten Materials. Natürliche Grundschwebstoffkonzentrationen im marinen Bereich sind in die Simulationen nicht mit einbezogen (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.1.4.2).

Erhöhte Sedimentation

Die natürliche Variabilität der Sedimentation ist abhängig von der Häufigkeit und Größenordnung von Sturmereignissen, Wind und Wellenschlag. Die Sedimentation ist unterschiedlich für die geschützten Flachwasserbereiche (z.B. die Orther Bucht), die exponierten Flachwasserbereiche (küstennah) und die exponierten tieferen Meeresbereiche (küstenfern). Die projektbedingte Ablagerung von Sedimenten erhöht die natürliche Sedimentation.

Abgelagerte Sedimente können durch Wellen und Strömungen wiederaufgewirbelt werden (vor allem im Flachwasser). Solche Resuspensionsereignisse können die Dauer der Sedimentation verkürzen bzw. die Höhe der Sedimentationsschicht verringern. Modellkalkulationen aus dem Untersuchungsgebiet zeigen, dass Resuspension und Geschiebetransport bis in Tiefen von 15 bis 20 m vorkommt. Die Häufigkeit solcher Ereignisse im Gebiet ist dabei für kleine Korngrößen (z. B. Tonfraktion) und/oder für das Flachwasser höher. Die meisten Resuspensionsereignisse erfolgen in den Herbst- und Wintermonaten, wenn Wind und Strömung kräftig genug sind, um Resuspension auch in größerer Wassertiefe zu ermöglichen. Die Kalkulationen ergaben für den Fehmarnbelt eine Häufigkeit für Resuspensionsereignisse von 10 %. Dies bedeutet, dass an mindestens 36 Tagen im Jahr die Bodenschubspannung im Fehmarnbelt hoch genug ist, um eine Resuspension des Sedimentes zu ermöglichen. Bei gleichmäßiger Verteilung dieser Tage übers Jahr entspricht dies einer Beständigkeit der Sedimentationsschicht von durchschnittlich 10 Tagen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.3).

Im Folgenden werden für jede Variante (Absenktunnel, Bohrtunnel, Brücke) der Prozess und das Ausmaß von Sedimentaufwirbelung, -verdriftung und Sedimentation grundlegend für die weiteren Analysen erläutert. Diese Darstellung ist eine auf die FFH-Verträglichkeit bezogene Zusammenstellung der wesentlichen Angaben aus Kap. 0.3.4.1.4.3 der UVS (Anlage 15 Anhang B Methodik). Im Anschluss folgt ein Überblick über wesentliche Bewertungskriterien in Bezug auf Auswirkungen auf die benthische Flora und Fauna.

Absenktunnel

Schwebstofffahnen und Schwebstoffkonzentrationen durch den Absenktunnel

Die Dauer der geplanten Baggerarbeiten beträgt sechs Jahre. Die Baggerarbeiten für den Bau des Absenktunnels sollen an beiden Küsten zeitgleich aufgenommen werden. Die Bauarbeiten



beginnen im deutschen Küstenmeer mit dem Arbeitshafen Fehmarn, der Baubeginn ist im Oktober angesetzt. Insgesamt werden 51,86 Millionen m³ Sediment umgesetzt, wovon etwa 703.000 m³ freigesetzt werden, d.h. in den Wasserkörper übergehen.

Die Menge der freigesetzten Sedimente ist von den Bodenarten und der gewählten Technik abhängig. Es sollen Greifbagger, Löffelbagger und Laderaumsaugbagger in Kombination mit Schuten zum Einsatz kommen. Für den Hauptteil der Tunneltrasse werden Löffelbagger und Greifbagger verwendet werden. Beim Einsatz von Löffel- und Greifbaggern werden Sedimente teilweise aufgrund des Aufwühlens durch den Greifer am Boden, teilweise aufgrund der Wasserströmung über die freien Oberflächen im Greifer in der Wassersäule und teilweise aufgrund des Sedimentüberlaufs bzw. der Entwässerung der Schute an der Oberfläche freigesetzt. Je nach hydrografischen Bedingungen verteilt sich die Sedimentfahne infolge Sedimentfreisetzung unterschiedlich. Es gibt eine große Schwankungsbreite bei der Ausbildung und Überlagerung der Sedimentfahnen. Es überlagern sich frisch in die Wassersäule eingetragene Sedimente infolge Baggerung, resuspendierte Sedimente vom Meeresboden und die bereits in der Wassersäule natürlicherweise vorhandene Schwebstoffkonzentration, die insbesondere nach Sturmereignissen erhöht ist.

Die modellierte Zeitreihe zeigt die größten Schwebstoffkonzentrationen verdrifteter Sedimente in den letzten Monaten des zweiten Baujahres und den ersten Monaten des dritten Baujahres. Die Schwebstoffkonzentrationen infolge freigesetzter Sedimente nehmen in dem Maße ab, wie die Baggerarbeiten zurückgehen. Die Modellierungen der baubedingten Wassertrübungen zeigen, dass der Schwellenwert von 10 mg/l freigesetzten Sediments (vgl. Tabelle 6-4 und Abbildung 6-21) während der Wachstumsperiode der benthischen Vegetation von März bis Oktober des zweiten Baujahres (das Jahr mit der größten Sedimentfreisetzung) nahe am Meeresboden zu 10 bis 20 % der Zeit überschritten ist (die Konzentrationen am Meeresboden sind maßgeblich für die benthischen Organismen). Diese Wirkung ist auf einen schmalen Flachwasserbereich westlich und östlich der Festen Fehmarnbeltquerung begrenzt (Abbildung 6-21). Darüber hinaus ist auch der Schwellenwert von 50 mg/l (vgl. Tabelle 6-7) zu 10 bis 20 % der Zeit im selben Zeitraum überschritten, allerdings in einem schmaleren Bereich, der sich nicht so weit nach Westen und Osten erstreckt (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.1.4.3). Ähnlich stellen sich die Verhältnisse im dritten Baujahr dar, während die Wirkung im Jahr darauf deutlich geringer ausfällt (keine Überschreitung des Wertes von 50 mg/l). Nach dem Sommer im sechsten Baujahr lassen sich kaum noch erhöhte Schwebstoffkonzentrationen feststellen.

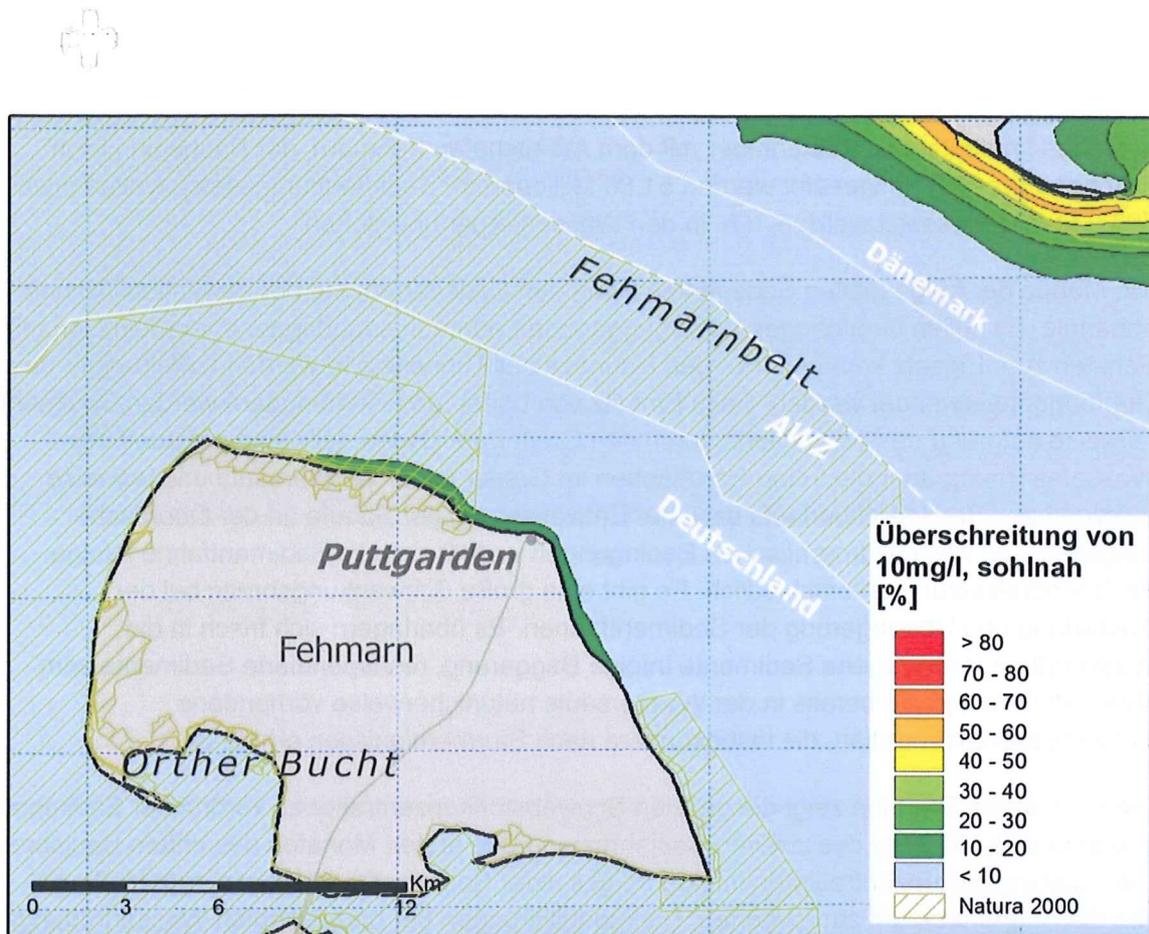


Abbildung 6-21 Bereiche, in denen der Schwellenwert der modellierten Schwebstoffkonzentration von 10 mg/l für den Zeitraum März bis Oktober des zweiten Baujahres in der Nähe des Meeresbodens überschritten ist

In Sohlhöhe liegen die Schwebstoffkonzentrationen infolge freigesetzter Sedimente höher als an der Wasseroberfläche. Die höheren Werte lassen sich zum einen auf den Sedimentüberlauf am Bagger und zum anderen auf die Resuspension freigesetzter Sedimente in küstennahen Bereichen zurückführen.

Im Küstenbereich wird eine Überschreitung der Schwebstoffkonzentration von 2 mg/l an der Wasseroberfläche an der deutschen Küste (d.h. entlang der Küste von Nord- und Ost-Fehmarn) nur an weniger als 7,5 Tagen pro Jahr prognostiziert (Abbildung 6-22).

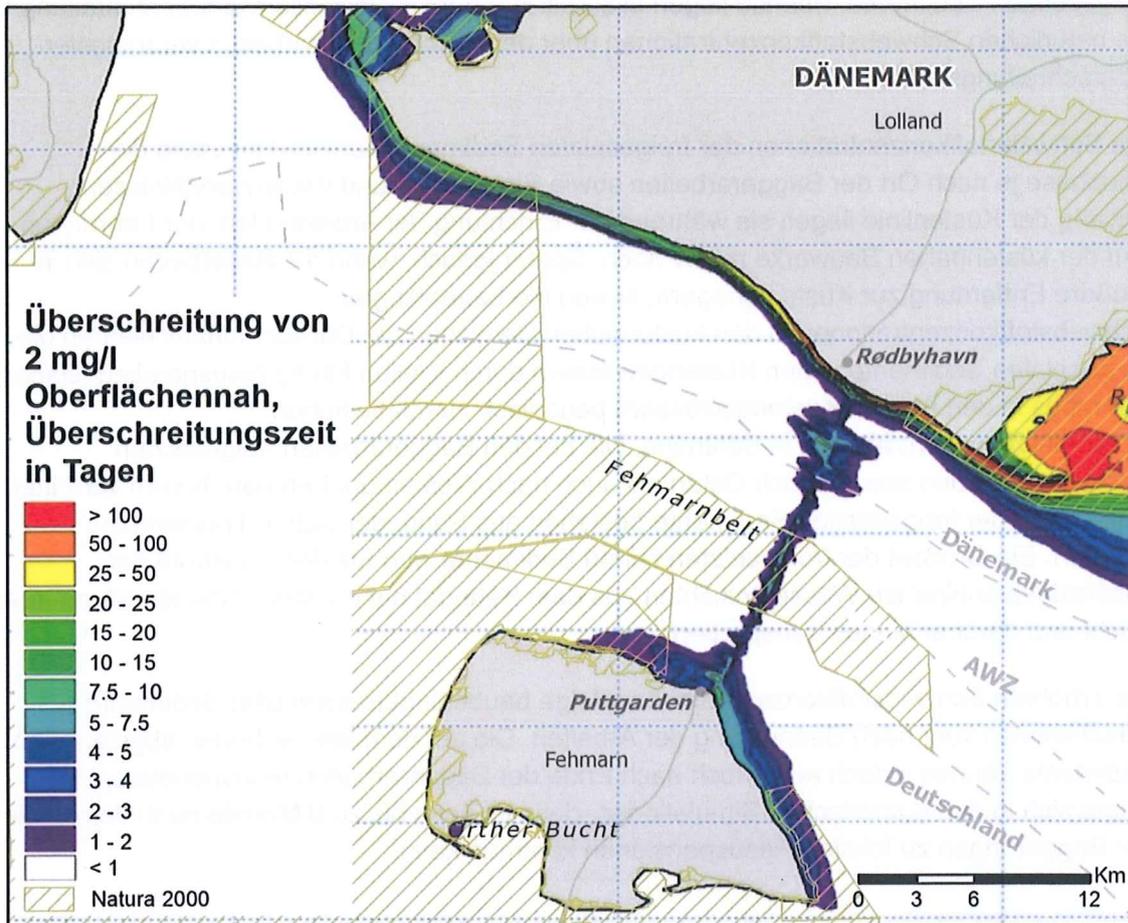


Abbildung 6-22 Bereiche, in denen der Schwellenwert der modellierten Schwebstoffkonzentration von 2 mg/l während des zweiten Baujahres an der Wasseroberfläche überschritten ist (in Tagen/Jahr)

Es gibt einen deutlichen Unterschied zwischen den Bedingungen in Küstennähe und in größeren Entfernungen von der Küste. Der küstennahe Streifen reicht bis etwa 3 km in Richtung offenes Meer. Innerhalb dieses Streifens stellt die Resuspension den entscheidenden Faktor für die Schwebstoffkonzentration dar. Küstenfern dominieren in dieser Hinsicht die Sedimentfahnen, die bei den Baggerarbeiten entstehen. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Sedimentfahnen, die bei Baggerarbeiten mehr als 3 km vor der Küste entstehen, selten die Küstenlinie erreichen.

Die modellierten Schwebstoffkonzentrationen infolge freigesetzter Sedimente werden mit der natürlichen gemessenen Schwebstoffkonzentration verglichen (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.1.4.3). Als Vergleichsjahr wurde das zweite Baujahr ausgewählt, da in diesem Zeitraum die größten Sedimentmengen freigesetzt werden (und es finden Baggerarbeiten innerhalb des Schutzgebiets GGB „Fehmarnbelt“ statt). In den nachfolgenden Jahren der Bauphase erreicht die Sedimentfreisetzung höchstens 36 % der Freisetzung im zweiten Jahr. Der Vergleich zeigt, dass die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen im Allgemeinen höher liegen als die Schwebstoffkonzentrationen der beim Tunnelbau



freigesetzten Sedimente. Ebenso liegen alle Zeiträume einer Schwellenwertüberschreitung für die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen über den durch Baggararbeiten verursachten Überschreitungzeiten.

Die Schwebstoffkonzentrationen der freigesetzten Sedimente variieren im Laufe der Bauphase je nach Ort der Baggararbeiten sowie Strömungs- und Wellenverhältnissen. Entlang der Küstenlinie liegen sie während der Errichtung der Arbeitshäfen, der Fahrrinnen und der küstennahen Bauwerke relativ hoch. Später jedoch, wenn die Bauarbeiten sich in größere Entfernung zur Küste verlagern, sinken die baubedingten Schwebstoffkonzentrationen in den küstennahen Bereichen ab. Darüber hinaus werden die freigesetzten Sedimente in den Küstengewässern durch Wellen häufig resuspendiert. Daher kommt es in den flachen Küstengewässern periodisch zu relativ hohen Schwebstoffkonzentrationen in Sohlnähe. Die bei den Baggararbeiten freigesetzten Sedimente werden sowohl nach Osten als auch nach Westen um Fehmarn herum verdriftet. Rund 40 % der freigesetzten Sedimente bestehen aus Sand, der sich in Trassennähe ablagert. Ein Großteil der freigesetzten feinen Sedimente wird mit dem Einstrom der salzhaltigen sohlnahen Wasserschichten aus dem Kattegat nach Osten in die Mecklenburger Bucht und darüber hinaus transportiert.

Die erhöhten Schwebstoffkonzentrationen infolge baubedingt freigesetzter Sedimente verschwinden kurz nach Beendigung der Arbeiten. Die auf dem Meeresboden abgelagerten Sedimente können jedoch auch noch nach Ende der Baggararbeiten resuspendieren. So zeigte sich in den numerischen Simulationen, dass es noch bis zu 9 Monate nach dem Ende der Baggarungen zu lokalen Resuspensionen kommen kann.

Sedimentation infolge Sedimentfreisetzung durch den Absenktunnel

Das verdriftete Sediment sedimentiert nach und nach am Meeresboden. Entlang des Tunnelgrabens wird in einem Streifen von etwa 600 m zu beiden Seiten der Trassenmittellinie am Ende der Bauphase eine Sedimentation von bis zu 1,5 cm prognostiziert. Diese geht auf die gröberen Anteile (Sand) der freigesetzten Sedimente zurück. Es ist zu unterscheiden zwischen vorübergehenden Ablagerungen und der langfristig wirksamen Sedimentation.

Die Analysen zur modellierten Sedimentation des bei den Baggararbeiten aufgewirbelten Sediments zeigen, dass darüber hinaus große Bereiche des Fehmarnbelts sowie entlang der Küste von Fehmarn von vorübergehenden Ablagerungen von geringer Stärke betroffen sind (vgl. Abbildung 6-23). Diese Ablagerungen sind zeitlich befristet, d. h. das Sediment wird abgelagert und viele Male resuspendiert, bevor es seine endgültigen Sedimentationsbereiche findet. Diese liegen insbesondere im Arkonabecken. In den meisten Küstenbereichen von Fehmarn und Ostholstein wird wenig oder keine dauerhafte Sedimentation prognostiziert.

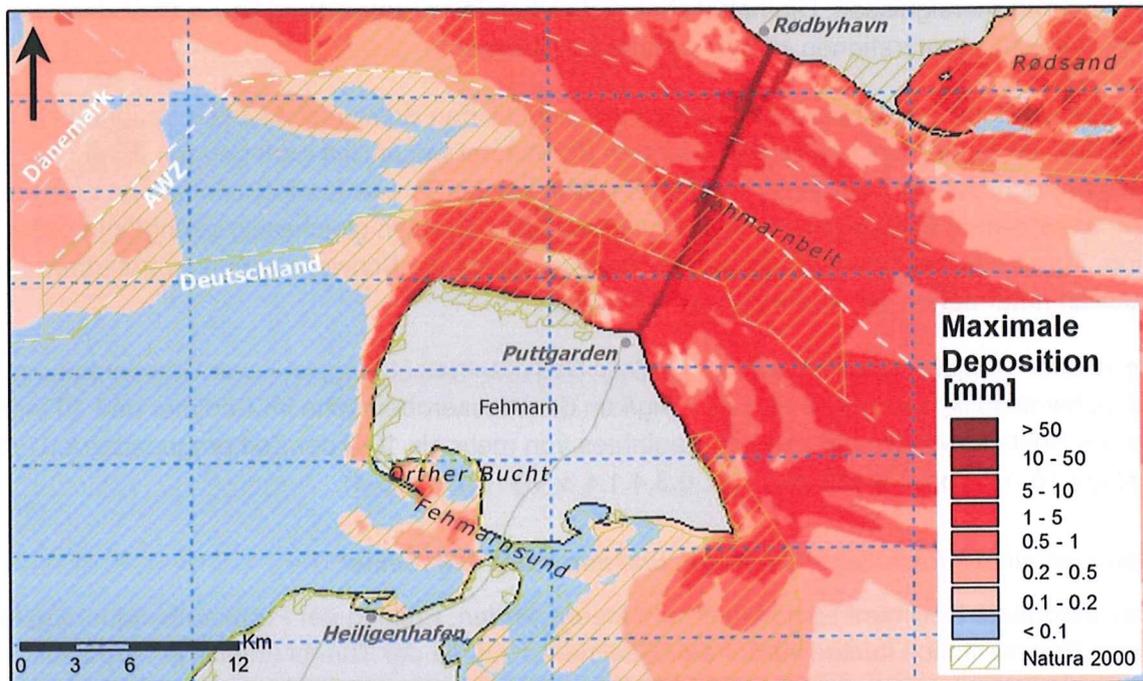


Abbildung 6-23 Maximale vorübergehende Ablagerungshöhe (in mm)

Bohrtunnel

Schwefstofffahnen und Schwefstoffkonzentrationen durch den Bohrtunnel

Die Dauer der geplanten Bauarbeiten beträgt sieben Jahre, der Baubeginn ist im Oktober des ersten Baujahres geplant. Insgesamt werden 11,65 Millionen m³ Sediment bewegt, wovon etwa 85.600 m³ freigesetzt werden, d.h. in den Wasserkörper übergehen. Ein Großteil der Arbeiten besteht aus Tunnelbohrarbeiten im Untergrund. Sedimentfreisetzung ist vor allem mit Baggararbeiten für Arbeitshäfen und der Einbringung von Baggergut in den Ablagerungsflächen verbunden, so dass eine Sedimentfreisetzung infolge Baggararbeiten hauptsächlich während der ersten 10 Monate und gegen Ende der Bauarbeiten eintreten wird. Die Bodenverbringungsfläche bei Puttgarden fällt im Vergleich zu Absenktunnel und Brücken-Lösung größer aus.

Die Menge der freigesetzten Sedimente ist von den Bodenarten und der gewählten Technik abhängig. Bei den Baggararbeiten für Arbeitshäfen und Bodenverbringung sollen Greifbagger, Löffelbagger und Laderaumsaugbagger in Kombination mit Schuten zum Einsatz kommen.

Die von den Baumaßnahmen betroffenen Meeresböden enthalten sowohl schluffiges als auch sandiges Material. Ca. 44 % des insgesamt verdrifteten Sediments zählt zur Sandfraktion.

Wie bei Absenktunnel und Brücke variiert die natürliche Schwefstoffkonzentration ebenso wie die Schwefstoffkonzentration infolge der verdrifteten Sedimente aufgrund von Resuspension



z.B. bei Sturmereignissen. Die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen liegen über den Schwebstoffkonzentrationen infolge verdrifteter Sedimente.

Im Vergleich mit dem Absenktunnel fallen die modellierten Schwebstoffkonzentrationen während der ersten beiden Baujahre für den Bohrtunnel wesentlich geringer aus. Eine Ausnahme bildet der Zeitraum im ersten Baujahr, wo die Schwebstoffkonzentrationen wegen der küstennahen Baggerungen mit bis zu 10 Baggeraktivitäten gleichzeitig geringfügig höher sind. Zum Ende der Bauarbeiten (letztes Baujahr) liegen die Schwebstoffkonzentrationen deutlich unter denen der ersten beiden Baujahre.

Im zweiten Baujahr, das Jahr mit der größten Sedimentfreisetzung, ist keine Überschreitung für Schwebstoffkonzentrationen von 2 mg/l an der Wasseroberfläche im Sommer und 10 mg/l an der Sohle im Winter des zweiten Baujahres von mehr als 10% der Zeit prognostiziert (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kap. 0.3.4.1.4.3, vgl. Tabelle 6-4).

Sedimentation infolge Sedimentfreisetzung durch den Bohrtunnel

Das verdriftete Sediment sedimentiert am Meeresboden. Entlang der Fehmarnbeltquerung tritt keine Sedimentation infolge verdrifteter Sedimente auf, da der Tunnel untertage hergestellt wird. Schwerpunkte der Sedimentation in deutschen Gewässern am Ende der Bauphase liegen in unmittelbarer Nähe zum Arbeitshafen und im Bereich der Orther Bucht.

Schräggabelbrücke

Schwebstofffahnen und Schwebstoffkonzentrationen durch die Schräggabelbrücke

Die Dauer der geplanten Baggerarbeiten für die Brücke beträgt drei Jahre. Die Bauarbeiten beginnen wie bei den Tunnel-Lösungen mit dem Arbeitshafen Puttgarden und der dazugehörigen Fahrrinne, wobei auf deutscher Seite hierfür keine Baggerarbeiten anfallen. Baubeginn ist im Januar des ersten Baujahres. Insgesamt werden etwa 88.000 m³ Sediment freigesetzt, d.h. sie gehen in den Wasserkörper über.

Die Menge der freigesetzten Sedimente ist von den Bodenarten und der gewählten Technik abhängig. Es sollen Löffelbagger und hydraulische Bagger (z. B. Schneidkopfsaugbagger und Laderaumsaugbagger) in Kombination mit Schuten zum Einsatz kommen. Die Baggerungen für die Brückenpfeiler erfolgen mit einem Schneidkopfsaugbagger. Bei den hydraulischen Baggern wie Schneidkopfsaugbagger und Laderaumsaugbagger werden die Sedimente am Schneidkopf in Sohlnähe und durch den Überlauf an der Wasseroberfläche freigesetzt. Beim Einsatz von Löffelbaggern werden Sedimente teilweise durch den Greifer am Boden aufgewühlt, teilweise aufgrund der Wasserströmung über die freien Oberflächen im Greifer in der Wassersäule und teilweise aufgrund der Entwässerung der Schute an der Oberfläche freigesetzt.

Hohe Schwebstoffkonzentrationen treten jedoch deutlich seltener auf als beim Absenktunnel, was sich in der wesentlich geringeren freigesetzten Sedimentmenge begründet. Zeitreihen der Modellierung an den küstennahen Stationen deuten darauf hin, dass es bis Ende des dritten Baujahres zu erhöhten Schwebstoffkonzentrationen kommen wird.



Die Ergebnisse der modellierten Zeitreihen von Schwebstoffkonzentrationen zeigen nur geringfügig erhöhte Werte. Selbst in der Nähe des Meeresbodens überschreiten die Schwebstoffkonzentrationen infolge verdrifteter Sedimente aus Baggerungen im ersten Baujahr (mit den größten Auswirkungen) selten einen Wert von 10 mg/l. Der Zeitraum von Schwellenwertüberschreitungen ist durch kurze Baggervorgänge an den Pfeilern und Pylonen im Allgemeinen gering.

Der Vergleich mit der gemessenen natürlichen Schwebstoffkonzentration zeigt, dass die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen im Allgemeinen höher liegen als die Schwebstoffkonzentrationen der beim Brückenbau freigesetzten Sedimente. Ebenso liegen alle Überschreitungszeiten für die natürlichen Schwebstoffkonzentrationen über den durch Baggararbeiten verursachten Zeiträumen von Schwellenwertüberschreitungen.

Sedimentation infolge Sedimentfreisetzung durch die Schrägkabelbrücke

Das verdriftete Sediment sedimentiert am Meeresboden. Direkt an der Trasse wird eine Sedimentationshöhe von bis zu 5 cm erreicht werden, wobei ein Großteil der Sedimentationshöhe von gröberen, weniger mobilen Anteilen der freigesetzten Sedimente stammt. Die Sandfraktion alleine bildet entlang der Brückentrasse und nahe der Pfeiler eine Sedimentationshöhe von bis zu ca. 1,5 cm. Die freigesetzte Sandfraktion wird sich innerhalb von 600 m Entfernung zur Trassenmittellinie ablagern.

Außerhalb des trassennahen Bereichs liegt die maximale Sedimentationshöhe unter 1 mm. Nur die feineren Fraktionen verdriften und verteilen sich über größere Distanzen. Die Ablagerungsgebiete am Ende der Bauphase unterscheiden sich nicht wesentlich vom Absenktunnel.

Es folgt ein Überblick über wesentliche Bewertungskriterien in Bezug auf Auswirkungen auf die benthische Flora und Fauna (Zusammenstellung der für die FFH-VP entscheidenden Aussagen aus UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.2/5.2.6.3, 5.3.6.1/5.3.6.2 (benthische Flora) und Kap. 5.2.7.2/5.2.7.3, 5.3.7.2/5.3.7.3 (benthische Fauna).

Schwellenwerte für Beeinträchtigungen der benthischen Flora und Fauna als biologische Bestandteile der FFH-Lebensraumtypen

Die Lebensraumtypen werden wesentlich durch ihre biologische Komponente bestimmt. Sessile benthische Arten haben eine engere Beziehung zu ihrem Habitat als vagile Arten wie z.B. Seevögel (Krause et al., 2008). Eine Erhöhung der Schwebstoffkonzentration sowie eine Ablagerung von Sedimenten über die natürlichen Bedingungen hinaus haben einen potenziellen Einfluss auf die benthische Flora und Fauna. Die Kriterien für die Bestimmung der Wirkintensität auf die Pflanzen- und Faunagemeinschaften bzw. die Festlegung von Beeinträchtigungsgraden sind abgeleitet aus der wissenschaftlichen Literatur und den Daten aus dem Modell zur Sedimentfreisetzung in die Wassersäule (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kapitel 0.3.4.1.4.3, sowie UVS Anlage 15 Band 3 Kapitel 5.2.6 und 5.2.7).

In der nachfolgenden Tabelle 6-4 sind die Schwellenwerte für eine Beeinträchtigung der benthischen Flora und Fauna zusammengestellt. Schwellenwert bedeutet, dass unterhalb der



genannten Werte (Zeitdauer, Schwebstoffkonzentrationen, Höhe der abgelagerten Sedimentschicht) nach dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Forschung (Literaturquellen siehe o. a. Kapitel der UVS) nicht mit nachteiligen Auswirkungen zu rechnen ist.

Tabelle 6-4 Schwellenwerte der Beeinträchtigung der benthischen Flora und Fauna

Biologische Komponente	Wirkfaktor	Schwellenwerte der Beeinträchtigung
Flora	Schwebstoffe	eine starre „Übersetzung“ der prozentualen Lichtreduktion in verschiedene Grade der Beeinträchtigung erfolgt nicht, weil die Lichtreduktion direkt im Modell Eingang findet und zusammen mit den Lichtansprüchen der Pflanzengemeinschaften (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.6.2) die Reduktion der Biomasse (Auswirkung) modelliert wird.
	Sedimentation	Sedimentationsschichten ≤ 2 mm mit einer Verweildauer von weniger als 10 Tagen liegen unterhalb des Schwellenwertes der Beeinträchtigung. Solche Sedimentationsschichten sind natürlicherweise in tieferen Gewässern vorhanden. Die Bodenschubspannung ist hoch genug, diese Sedimentation regelmäßig wieder aufzuwirbeln. Eine Verweildauer von maximal 10 Tagen ist kurz im Vergleich zur Länge der Fortpflanzungszeit der meisten Makroalgen.
Fauna	Schwebstoffe	Eine Wirkdauer unterhalb einer Woche hat (unabhängig von den zu erwartenden Konzentrationen) keine Wirkung auf die benthische Fauna, da in diesem Fall eine erhöhte Sterblichkeit sehr unwahrscheinlich (alle Arten können eine Woche ohne Nahrung überleben) und ein sofortiges Absterben nicht bekannt ist (Essink et al. 1989, Lisbjerg et al. 2002). Wachstumsraten können zwar beeinflusst werden, da Suspensionsfresser jedoch generell eine sehr hohe Wachstumsrate besitzen, kann die Biomasse schnell wieder aufgebaut werden, nachdem die Erhöhung der Schwebstoffkonzentration nachgelassen hat.
		Bei Schwebstoffkonzentrationen unterhalb von 10 mg/l sind die Auswirkungen vernachlässigbar, da diese im Bereich der natürlich vorkommenden Konzentrationen liegen und auch die empfindlichsten Arten (Manteltiere [Tunikaten]) hiervon nicht negativ beeinflusst werden.
		Eine Wirkdauer von einer Woche bis einem Monat kann Auswirkungen haben, wenn die Konzentration oberhalb von 100 mg/l liegt. Physiologische Untersuchungen zeigten eine reduzierte Wachstumsrate, die auf Hungerereignisse und Mehraufwand für die Säuberung des Filterapparates zurückzuführen sind. Eine erhöhte Sterblichkeit wird nicht erwartet (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.7.2)
	Sedimentation	Nur eine Sedimentation von 3 mm und darüber wird als eine beeinträchtigende Wirkung bewertet. Der Schwellenwert von 3 mm beruht auf Gibbs & Hewitt (2004) und ist als konservativer Wert anzusehen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.7.3), unabhängig von der Verweildauer der Sedimentschicht und der zugehörigen Sedimentationsrate. Die benthische Fauna kann solch niedrige Sedimentationswerte gut bewältigen und bleibt aufgrund ihrer grabenden (Infauna) und fliehenden Fähigkeiten (Epifauna, Weidegänger) und der Möglichkeit, bei der Nahrungsaufnahme von z.B. pelagischem Phytoplankton selektiv Partikel aufzunehmen (Filterierer), unbeeinflusst.

Benthische Flora – Schwebstoffe

Durch die freigesetzten bzw. wiederaufgewirbelten Sedimente erhöht sich die **Schwebstoffkonzentration** im Wasser und die Trübung nimmt zu. Das ins Wasser



eindringende Licht wird von Schwebstoffen in unterschiedlichem Maße absorbiert und gestreut (Lichtattenuation), wodurch sich die Lichtmenge, die den Meeresboden erreicht, verringert. Die benthische Flora ist hinsichtlich Primärproduktion und Aufbau von Biomasse von der eindringenden Lichtmenge abhängig. Die Lichtreduktion führt also zu einer reduzierten Primärproduktion und damit auch zu geringeren Biomassen.

Nachfolgend sollen die komplexen Zusammenhänge zwischen Lichtreduktion, verringerter Biomasseproduktion und dem daraus abgeleiteten Grad der Beeinträchtigung an einem Beispiel verdeutlicht werden.

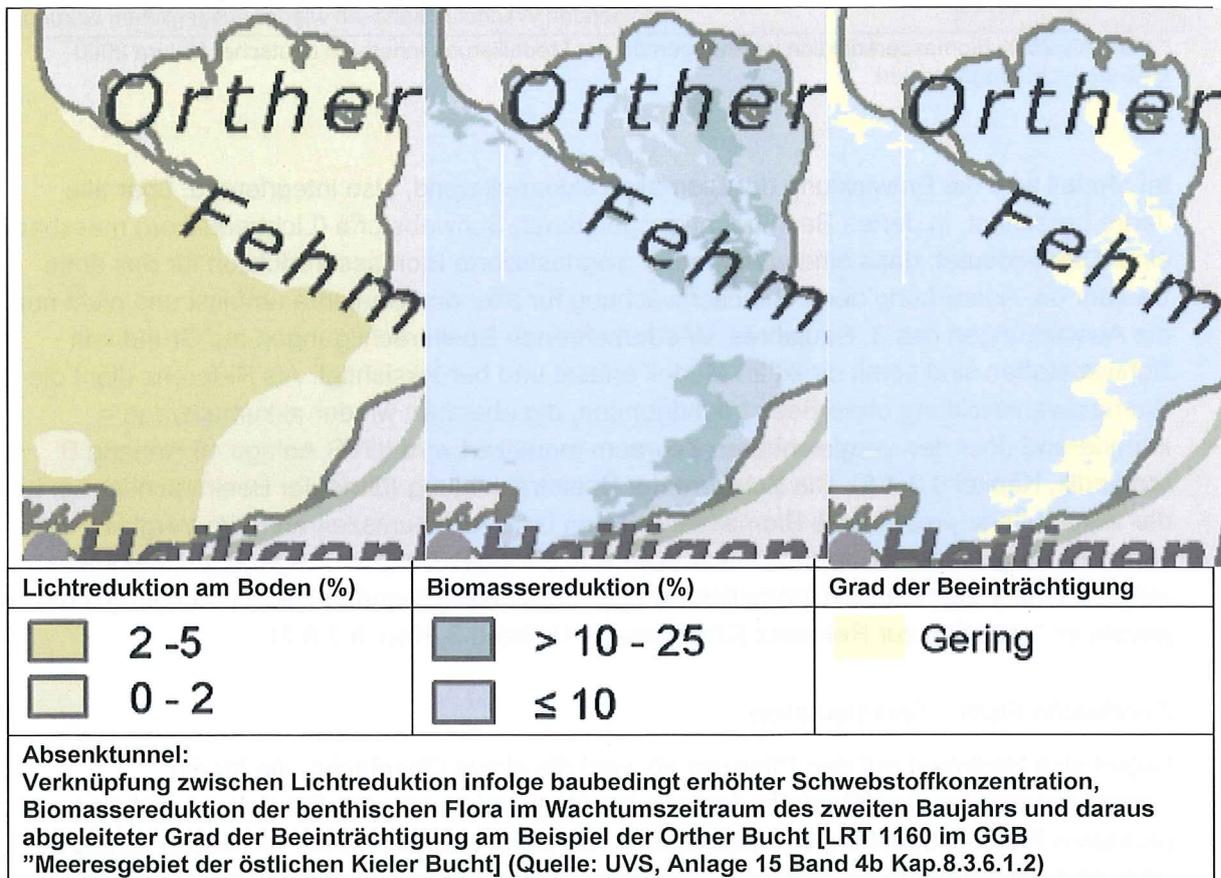


Abbildung 6-24 Zusammenhänge zwischen Lichtreduktion, Biomassereduktion und Grad der Beeinträchtigung

Zur Definition des unteren Schwellenwertes der Beeinträchtigung wurde die natürliche Biomassevariabilität zwischen einzelnen Jahren anhand von verschiedenen Zeitreihen aus dem Fehmarnbelt und dem Øresund bestimmt. Diese ergaben je nach Vegetationsform (Makroalgen bzw. Seegras) eine natürliche Biomassevariabilität von im Schnitt 10 bis 25 % (Maximum 36 %) zwischen einzelnen, klimatisch unterschiedlichen Jahren. Da sich die einzelnen Arten und damit auch Pflanzengemeinschaften hinsichtlich ihrer natürlichen Biomassevariabilität stark unterscheiden, die Datengrundlage aber nicht ausreicht, um unterschiedliche Schwellenwerte je nach Pflanzengemeinschaften festzulegen, wurde in einem konservativen Ansatz 10 % Biomassereduktion (also die untere Grenze der mittleren natürlichen gemessenen Biomassevariabilität) als unterer Schwellenwert für die



Beeinträchtigung durch Schwebstoffe definiert. Eine Biomassereduktion zwischen 10 und 25 % wird als geringe Beeinträchtigung der benthischen Flora für den Wirkfaktor erhöhte Schwebstoffkonzentration bewertet (Tabelle 6-5, UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.2).

Tabelle 6-5 Grad der Beeinträchtigung der benthischen Flora durch Schwebstoffe in Abhängigkeit von der modellierten Reduktion der Biomasse am Ende der Wachstumsperiode

Grad der Beeinträchtigung	Reduktion der Biomasse am Ende der Wachstumsperiode	Beeinträchtigungen durch Schwebstoffe
gering	≥ 10 – 25 %*	keine längerfristig spürbare Beeinträchtigung, kann in den folgenden Wachstumsphasen wieder ausgeglichen werden

* mehr als 25 % Biomassereduktion werden gemäß der Modellierung innerhalb deutscher Natura 2000-Gebiete nicht prognostiziert

Im Modell wird die Entwicklung der Biomasse akkumulierend, also integrierend, über alle Jahre berechnet, in denen Beeinträchtigungen durch Schwebstoffe (Lichtreduktion) messbar sind. Das bedeutet, dass eine vom Modell prognostizierte Biomassereduktion für das dritte Baujahr die Auswirkung der Lichtabschwächung für aller drei Baujahre umfasst und nicht nur die Auswirkungen des 3. Baujahres. Wiederkehrende Beeinträchtigungen auf Grund von Schwebstoffen sind somit direkt im Modell erfasst und berücksichtigt. Als Referenz dient die Biomasseentwicklung ohne Beeinträchtigungen, die ebenfalls wieder akkumulierend = integrierend über den vergleichbaren Zeitraum modelliert wird (UVS Anlage 15 Anhang B Methodik, Kapitel 0.3.4.5). Die Schwere der Beeinträchtigung (Grad der Beeinträchtigung) ist die akkumulierte prozentuale Biomassereduktion (im Wachstumszeitraum) im Vergleich zur Referenz im gleichen Zeitraum. Dieser Wert wird für jedes Baujahr ausgegeben, beinhaltet aufgrund der integrierenden Modellierung aber alle vorhergehenden Beeinträchtigungsphasen jeweils im Vergleich zur Referenz (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.2).

Benthische Flora – Sedimentation

Lagert sich Sediment auf den Pflanzen ab, wird die aktive Oberfläche, die für die Fotosynthese oder die Nährstoffaufnahme benötigt wird, verringert. Die Folgen sind eine geringere Primärproduktion, ein reduziertes Wachstum und, sofern der physische Stress zu groß wird, eine erhöhte Sterblichkeit. **Sedimentation** wirkt sich zudem hinderlich auf die Fortpflanzung von Makroalgen aus, deren Sporen Hartsubstrat zur Anheftung benötigen. Sedimentablagerungen aus Sand oder Schlack auf den Hartsubstraten reduzieren somit die erfolgreiche Festsetzung von Sporen sowie das Überleben und den Wuchs juveniler, kleiner Pflanzen. Die Fortpflanzung von Weichbodenvegetation wird dagegen nicht von Sedimentation negativ beeinflusst, da sie in ihrer Fortpflanzung an diese Verhältnisse angepasst ist. Auch die Nährstoffaufnahme von typischen Weichbodenpflanzen wie den höheren Pflanzen erfolgt in erster Linie über die Wurzeln und wird somit von der Sedimentation weit weniger beeinflusst als dies für Hartsubstratvegetation der Fall ist.

Die Wirkintensität hängt von der Höhe der abgelagerten Sedimentschicht, der Verweildauer des Sedimentes am Meeresboden und dem saisonalen Zeitpunkt der Sedimentation ab. Die



Höhe der Sedimentationsschicht, die für eine bestimmte Anzahl an Tagen bestehen bleibt, definiert somit die Wirkintensität (s. Tabelle 6-4 und Tabelle 6-6).

Die folgende Tabelle zeigt insbesondere die Skala der Beeinträchtigungen der benthischen Flora auf Hartsubstraten (Makroalgen als typische Besiedler des LRT Riffe) für den Wirkfaktor Sedimentation (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.3). In der zur Verfügung stehenden Literatur, in der die Auswirkungen von Sedimentation auf Makroalgen beschrieben sind, werden nur qualitative Aussagen getroffen. Auf Grund dieses Mangels an nutzbaren quantitativen Referenzen erfolgt die Skalierung der Wirkung weitgehend anhand qualitativer Parameter durch gutachterliche Experteneinschätzung (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.3). Hartboden- und Weichbodengemeinschaften reagieren unterschiedlich auf Sedimentation, deshalb gelten unterschiedliche Schwellenwerte. In den Schutzgebieten sind hauptsächlich Hartbodengemeinschaften verbreitet, weshalb diese hier schwerpunktmäßig betrachtet werden.

Tabelle 6-6 Grad der Beeinträchtigung der benthischen Flora durch Sedimentation (Hartbodengemeinschaften [Makroalgen])

Grad der Beeinträchtigung	Höhe der abgelagerten Sedimentationsschicht (Verweildauer mind. 10 Tage)	Beeinträchtigungen durch Sedimentation
sehr hoch	> 10,0 cm (Hartbodenvegetation) (> 20 cm für Weichbodenvegetation)	verursacht physischen Stress und dadurch bedingt auch erhöhte Sterblichkeit bei allen Hartbodenarten. Solche Sedimentationshöhen kommen natürlicherweise in den betrachteten FFH-Gebieten nicht vor.
hoch	> 5,0 – 10,0 cm (Hartbodenvegetation) (> 10 cm – 20 cm für Weichbodenvegetation)	kann physischen Stress bei Makroalgen mittlerer Größe hervorrufen. Nur sehr großwüchsige, robuste Algen werden durch solche Sedimentationshöhen nicht beeinflusst, die natürlicherweise nur während extremer Sturmereignisse im exponierten Flachwasser vorkommen können. Wenigstens einige Algenarten können deshalb Sedimentationshöhen von > 5,0 – 10,0 cm auch mehr als 10 Tage überstehen.
mittel	> 1,0 – 5,0 cm (Hartbodenvegetation) (> 5 cm – 10 cm für Weichbodenvegetation)	kann physischen Stress bei kleinwüchsigen, feinen Algen hervorrufen. Solche Sedimentationsschichten können natürlicherweise an exponierten, flachen Standorten vorkommen, sind jedoch untypisch für die tieferen Bereiche (> 10 m). Großwüchsige, mehrjährige Algen sind bis zu einem bestimmten Grad an Sedimentationshöhen von > 1,0 – 5,0 cm angepasst und können diese auch mehr als 10 Tage überstehen. Verringerter Fortpflanzungserfolg
gering	> 0,2 – 1,0 cm (Hartbodenvegetation) (> 1,0 cm – 5 cm für Weichbodenvegetation)	Makroalgen: geringerer Fortpflanzungserfolg, dies kann innerhalb der folgenden Fortpflanzungsperiode wieder regeneriert werden. Verursacht aber noch keinen ernsthaften physischen Stress in bereits etablierten Algenbeständen. Weichbodenpflanzen: kann kleinere Pflanzen bzw. Pflanzen, die mit Epiphyten stark überwachsen sind und somit eine größere Angriffsfläche für die sedimentierten Partikel bieten, beeinflussen. Großwüchsige höhere Pflanzen und Armluchteralgen können Ressourcen speichern und sind so fähig, auch mehr als 10 Tage mit reduzierter Fotosynthese zu überstehen.



Benthische Fauna – Schwebstoffe und mögliche Folgewirkungen auf Rastvögel

Suspensionsfressende Tiere wie Miesmuscheln, Herzmuscheln, Seepocken oder Tunikaten (Manteltiere) reagieren am empfindlichsten auf eine **Erhöhung der Schwebstoffkonzentration**, da sie auf Nahrung aus dem Wasser angewiesen sind, das durch einen Filtermechanismus aus dem Wasser gefischt wird. Bei zu hohen Konzentrationen an Schwebstoffen ist die Nahrung im Wasser (z.B. Phytoplankton) im Verhältnis zu unverdaulichen Schwebstoffen zu niedrig, der Filterapparat kann durch die Schwebstofffracht überladen werden und es muss mehr Energie aufgewandt werden, um die Nahrung von den übrigen Schwebstoffen zu trennen. Dies führt zu einer Herabsetzung der Lebensfunktionen (Vitalität, z.B. geringeres Wachstum oder Reduktion der Biomasse). Tiere mit anderen Mechanismen der Nahrungsaufnahme sind weniger empfindlich, solange die Wasserqualität nicht leidet und genügend Sauerstoff vorhanden ist. Eine erhöhte Sterblichkeitsrate kann die Folge sein, wenn die Schwebstoffkonzentrationen sehr hoch sind und lange andauern. Bei mobilen Tieren kann es zu Fluchtreaktionen kommen.

Das dominierende Element der *Mytilus*-Gemeinschaft, die Miesmuschel *Mytilus edulis*, ist relativ intolerant gegenüber Schwebstoffen. Sie zeigt bei einer dauerhaften Exposition und Konzentrationswerten über 30 mg /l eine reduzierte Wachstumsrate. Die Sterblichkeitsrate wird dadurch jedoch nicht beeinflusst. Da sie als strukturierendes Element innerhalb der Gemeinschaft eine sehr wichtige Rolle innehat, wirkt sich eine Beeinträchtigung ihrer Lebensfähigkeit nicht nur auf die Muschel selbst, sondern auf die ganze Fauna-Gemeinschaft aus (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.7.2).

Eine separate Modellierung bietet Detail-Aussagen zu den Auswirkungen der erhöhten Schwebstoffkonzentration auf die Miesmuschelbestände (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.7.1.2 und 8.3.11.1.3). Die Biomasse der Miesmuscheln geht nicht durch eine erhöhte Sterblichkeit verloren, sondern durch eine schlechtere Nahrungssituation der einzelnen Muscheln. Demnach werden lokal Biomasse-Abnahmen um bis zu 10 % prognostiziert. Für benthivore Meeresenten wie Eider-, Eis- und Trauerente, aber auch Tauchenten wie die Bergente, die während der Winterrast zeitweise auch offene, küstennahe Meeresbereiche nutzen, sind Miesmuscheln eine wichtige oder sogar die wichtigste Nahrungsgrundlage. Zur Bewertung der Beeinträchtigungen der Meeresenten wird zugrunde gelegt, dass die Abundanz der überwinterten Rastvögel genauso abnimmt wie die Miesmuschelabundanz, sobald die Abnahme des Miesmuschelbestands mehr als 5 % beträgt (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.11.1.3). Diese Wirkung ist beschränkt auf den ersten Winter der Bauphase für die Variante des Absenktunnels.

Die folgende Tabelle zeigt die Skalierung der Wirkungen von gering bis sehr hoch und die damit verbundenen Beeinträchtigungen der benthischen Fauna durch die Wirkfaktoren Schwebstoffe und Sedimentation.



Tabelle 6-7 Grad der Beeinträchtigung der benthischen Fauna durch Schwebstoffe in Abhängigkeit von Schwebstoffkonzentration und Dauer der Einwirkung und Übersicht der Auswirkungen durch Schwebstoffe und/oder Sedimentation

Schwebstoff-Konzentration	Dauer (ununterbrochenes Ereignis)		
	≥ 100 Tage	30–99 Tage	7–29 Tage
≥ 100 mg/l	sehr hoch	hoch	mittel
50–99 mg/l	hoch	mittel	gering
25–49 mg/l	mittel	gering	gering
10–24 mg/l	gering	gering	gering

Grad der Beeinträchtigung	Beeinträchtigungen durch Schwebstoffe und/oder Sedimentation
sehr hoch	hohe Sterblichkeitsrate, Verlust der biologischen Funktion der Faunagemeinschaften
hoch	erhöhte Sterblichkeitsrate, Reduktion der Wachstumsraten oder Biomasse
mittel	keine erhöhte Sterblichkeitsrate, Änderung der Lebensfunktionen und Verringerung der Nahrungsverfügbarkeit
gering	keine erhöhte Sterblichkeitsrate, geringe Änderungen der Lebensfunktionen sind möglich

Benthische Fauna – Sedimentation

Die Wirkungen der **Sedimentation** auf die benthische Fauna hängen von der Struktur der Faunagemeinschaft und ihres Habitats, der Sedimentationsrate, der Höhe der Sedimentschicht und der Dauer des Sedimentationsereignisses ab. Die möglichen Auswirkungen gehen von einer Herabsetzung der Lebensfunktionen (Nahrungsmangel, erhöhter Energieaufwand z.B. durch Entfernen des Sediments aus Wohnröhren oder das Herausfiltern mit den Organen zur Nahrungsaufnahme) bis hin zum Absterben der gesamten Gemeinschaft (Begraben der Tiere). Innerhalb dieser Spanne können Änderungen der biologischen Funktion der Faunagemeinschaften auftreten, z.B. durch Abwandern mobiler Arten oder einen erhöhten Fraßdruck auf Arten, die an die Sedimentoberfläche kommen, um ihre Sauerstoffversorgung zu verbessern (etwa röhrenbewohnende Borstenwürmer). Sedimentationsereignisse von feinen Tonpartikeln können auf eine reine Sandbodengemeinschaft stärkere Auswirkungen haben als auf Gemeinschaften, die bereits an feine Partikel angepasst sind. Fest anhaftende, sessile Organismen haben einen Nachteil gegenüber mobilen Organismen. Grundsätzlich ist es wichtig, die vorhandene natürliche Sedimentation zu berücksichtigen.

Die Wirkintensität für die zusätzliche baubedingte Sedimentation wurde anhand von wissenschaftlichen Literaturdaten und Experteneinschätzung aus der Verknüpfung von Sedimentationshöhe und -dauer mit der Empfindlichkeit der Faunagemeinschaften abgeleitet (Abbildung 6-25, aus UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.7.3; dort auch Quellenangaben zur Herleitung der Werte).

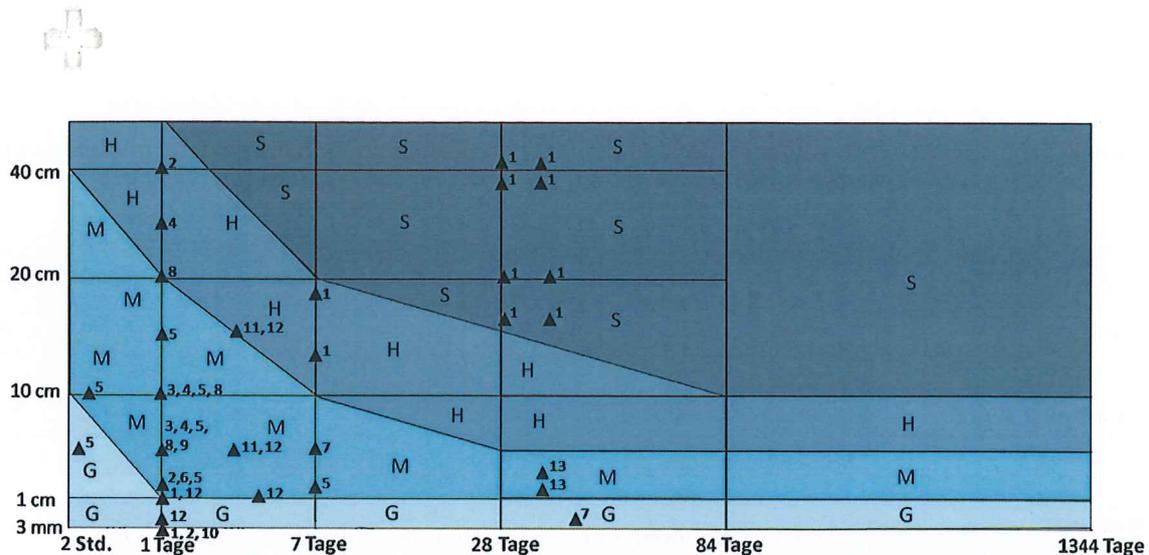


Abbildung 6-25 Wirkintensität der Sedimentation mit Dauer auf der x-Achse und Höhe der Sedimentationsschicht auf der y-Achse

Erläuterung: G gering
M mittel
H hoch
S sehr hoch

Ausgehend von einer bestimmten freigesetzten Sedimentmenge haben Sedimentationsereignisse mit einer kurzen Dauer zwischen Stunden und Tagen eine entsprechend hohe Sedimentationsrate. Diese Art der Ereignisse sind im linken Teil von Abbildung 6-25 erfasst. Die dort angegebenen Sedimentationshöhen sind bei kurzer Dauer der entscheidende Faktor für die Wirkung. Je länger die Dauer des Sedimentationsereignisses ist (Wochen bis Monate), desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Sedimentationsschicht durch eine niedrige Sedimentationsrate zustande kommt. Das Sediment verweilt für eine längere Zeit, die Fauna reagiert auf das bereits abgelagerte Material und beginnt sich von dieser Beeinträchtigung zu erholen oder sich auf die neuen Verhältnisse anzupassen. Daher steigt die Wirkintensität nicht mehr mit einer längeren Dauer des Ereignisses. Je stärker das Ereignis ist, desto später setzt dieser Effekt ein.

Nur eine Sedimentation von 3 mm und darüber wird als eine beeinträchtigende Wirkung bewertet (vgl. Tabelle 6-4 und Abbildung 6-25).

Als Sekundäreffekt der Auswirkungen auf die benthische Flora und Fauna sind Einflüsse auf das Nahrungsangebot für Teile der Fauna (z. B. am Meeresgrund lebende Fischarten, Vögel, Meeressäuger) möglich.

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Eine Erhöhung der Schwebstoffkonzentration und der Sedimentation sind in einem Ausmaß vorhanden, dass eine differenzierte Bewertung der Auswirkungen aller Varianten erforderlich macht (s. den SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen, Anlage 19 Teil B II bis B V).



Wirkfaktor Mobilisierung von Schadstoffen und Nährstoffen (einschließlich Sauerstoffzehrung und verringerte Primärproduktion von Pflanzen)

Schadstoffmobilisierung infolge Sedimentfreisetzung

Durch die Sedimentfreisetzung können Schadstoffe wie Schwermetalle oder schwer abbaubare organische Schadstoffe (POPs), die im Sediment angereichert wurden, wieder in der Wassersäule in Lösung gehen.

Die davon ausgehende Gefährdung ist abhängig von dem Anteil der Schwermetalle und schwer abbaubaren organischen Schadstoffen entlang der Trasse der Festen Fehmarnbeltquerung, der Sedimentart und -menge.

Messungen von Schadstoffen in Sedimentproben, die im Trassenbereich entnommenen wurden, ergaben für Schwermetalle bei Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Nickel (Ni) und Zink (Zn) Werte oberhalb der Nachweisgrenze, sowie für organische Schadstoffe bei Tributylzinn (TBT), Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) (Tabelle 6-8, UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.3, sowie UVS Anlage 15 Band 3 Kap. 5.2.2.5.3, 5.2.6.4, 5.2.7.4). Insgesamt liegen die Konzentrationen aller Stoffe sehr niedrig. Richtwerte und Qualitätsstandards für Schwermetalle und POPs (Tabelle 6-9) werden nicht überschritten.

Tabelle 6-8 Zusammenstellung der Analysewerte

Parameter	0 – 30 cm	30 – 100 cm
	Intervall	Intervall
Kohlenstoff/Organisches Material		
C (% TS)	0,04-1,55	
LOI (% TS)	0,32-6,92	0,49-7,89
OD (mg O ₂ /ml - 5 Std.)	0,022-0,301	0,061-0,217
OD (mg O ₂ /ml - 22 Std.)	0,021-0,31	0,067-0,35
Nährstoffe		
N (mg/kg TS)	246-959	280-911
P (mg/kg TS)	153-540	192-584
Rel N (% of N)		
Rel P (% of P)		
Schwermetalle		
As (mg/kg TS)	<5	<5
Cd (mg/kg TS)	<0,05-0,34	<0,05-0,16
Cr (mg/kg TS)	1,7-45	1,7-39
Cu (mg/kg TS)	0,6-20	0,6-21
Pb (mg/kg TS)	2-28	2-25
Hg (mg/kg TS)	<0,01-0,03	<0,01-0,02
Ni (mg/kg TS)	1-31	<1-28
Zn (mg/kg TS)	4,4-61	4,5-57
Persistente Organische Schadstoffe		



Parameter	0 – 30 cm	30 – 100 cm
	Intervall	Intervall
PCB (µg/kg TS)	0,15-74 ¹⁾	
DDT (µg/kg TS)	0-1,1	
HCB (µg/kg TS)	0,03-0,1	
PAK (mg/kg TS)	0,17-0,64 ²⁾	
TBT (µg SN/kg TS)	nd-2,2	
DBT (µg SN/kg TS)	<0,4-1,2	
MBT (µg SN/kg TS)	nd-<0,6	

1) Summe aus 7 PCB's; 2) Summe aus 16 PAK's TS = Trockengewicht

Tabelle 6-9 Richtwerte für die Sedimentqualität

Erläuterung: fett markierte Werte für die Bewertung der Sedimentqualität zugrunde gelegt
n. a. keine Kriterien festgelegt
Schwermetalle in Fraktionen <20 µm, POPs in Fraktionen < 63 µm, Gesamt-N, Gesamt-P in Bodenproben
* Summe aus 16 Komponenten
** Summe aus 9 Komponenten

Quellen: Richtwerte für die Bewertung von Schad- und Nährstoffen in Baggergut, Anon. (2009)
gültig für die deutsche Ostsee (R1, R2)
OSPAR Werte für die Bewertung im Quality Status Report 2010 OSPAR (2009a)
Dänische EPA Werte (L Ac = Lower Action level, H Ac = Higher Action level) BLST (2008)
ERL Werte (Effect Range-Low) der US EPA (Environmental Protection Agency) Buchman (2008)

Schadstoffe	ERL	OSPAR	Dänische EPA		Deutsche Richtwerte #	
			L Ac	H Ac	R1	R2
Arsen (As) (mg/kg)	8,2	25	20	60	20	60
Cadmium (Cd) -	1,2	0,37	0,4	2,5	2	6
Chrom (Cr) -	81	81	50	270	90	270
Kupfer (Cu) -	34	27	20	90	70	210
Blei (Pb) -	46,7	38	40	200	100	300
Quecksilber (Hg) -	0,15	0,07	0,25	1	0,4	1,2
Nickel (Ni) -	20,9	36	30	60	70	210
Zink (Zn) -	150	122	130	500	250	750
PAK Summe -	4*	0.25	3**	30**	3*	9*
DDT Summe (µg/kg)	1,58	n.a.	n.a.	n.a.	22	66
PCB Summe -	23	1.09	20	200	40	120
HCB	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2	6
TBT -	n.a.	0	7	200	20	300
Gesamt-P im Feststoff (mg/kg)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	500	



Schadstoffe	ERL	OSPAR	Dänische EPA		Deutsche Richtwerte #
Gesamt-N im Feststoff (mg/kg)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1500

Durch das Lösen in der Wassersäule gelangen die Substanzen wieder in den Stoffkreislauf und können somit von den Organismen aufgenommen werden. Da toxische Substanzen in der Regel schwer abbaubar sind, reichern sie sich in den Organismen an und können sich negativ auf deren Metabolismus oder Fortpflanzung auswirken.

Auf Grund der niedrigen Konzentrationen im Sediment wird die Auswirkung der Schadstoffe auf die Wasserqualität als vernachlässigbar bewertet (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.2.5.3). Auch für die benthische Flora und Fauna werden keine Auswirkungen prognostiziert (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.4 und 5.2.7.4).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Auf Grund der geringen Konzentration im Sediment sind keine messbaren Schadstoffkonzentrationen im Wasser zu erwarten. Somit sind auch Auswirkungen auf die benthische Flora und Fauna auszuschließen und eine Bewertung der Auswirkungen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht notwendig.

Nährstoffmobilisierung infolge Sedimentfreisetzung

Wie Schadstoffe können auch Nährstoffe im Sediment gebunden sein und bei der Sedimentfreisetzung wieder in Lösung gehen. Nährstoffe (vor allem Stickstoff [N] und Phosphor [P]) sind essenzielle Grundstoffe, die Primärproduktion, Wachstum und damit den Aufbau von pflanzlicher Biomasse steuern.

Ein Ansteigen der Nährstoffkonzentration kann zu veränderten Dominanz- und Artenstrukturen innerhalb der benthischen Pflanzengemeinschaften führen. Die Auswirkungen entsprechen denen der Eutrophierung, also dem Verlust langsam wachsender, mehrjähriger Makroalgen und Seegräser und eine zunehmende Dominanz an schnell wachsenden blattförmigen bzw. fädigen Algen, die als Opportunisten davon profitieren.

Das Ergebnis der Berechnung der Menge an Nährstoffen, die der Vegetation natürlicherweise täglich im Fehmarnbelt zur Verfügung steht, wird mit der durch die Sedimentfreisetzung aus allen Baggerarbeiten, gemittelt pro Tag, zusätzlich ins Wasser gelangenden berechneten Nährstoffmenge von 0,5 kg/Tag für Stickstoff und 2,0 kg/Tag für Phosphor verglichen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.2.5.4 und 5.2.6.5). Demnach wird im ungünstigsten Fall lediglich eine maximale Steigerung um 0,4 % für Stickstoff und 1,5 % für Phosphor prognostiziert.

Auf Grund dieser niedrigen Steigerungsraten für Stickstoff und Phosphor sind keine Auswirkungen auf die benthische Flora zu erwarten (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.6.5). Der zusätzlich freigesetzte Stickstoff und Phosphor ist im Vergleich zur natürlichen Stickstoff- und Phosphor-Verfügbarkeit zu gering, um die Zusammensetzung oder die relative Häufigkeit von Arten zu verändern.



Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Auf Grund der geringen Konzentration im Sediment und der geringen Steigerungsrate der Nährstoffkonzentration im Wasser ist eine Wirkung auf die benthische Flora auszuschließen und eine Bewertung der Auswirkungen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht notwendig.

Reduktion des in der Wassersäule gelösten Sauerstoffs

Durch die erhöhte Schwebstoffkonzentration in der Wassersäule kann u. U. der gelöste Sauerstoff reduziert werden. Die Reduktion der Sauerstoffkonzentration im sohlnahen Bereich wird durch zwei Mechanismen hervorgerufen, die beide eng mit den Baggerungen verknüpft sind. Die **Freisetzung von sauerstoffzehrenden Substanzen** (z.B. Schwefelwasserstoff [H₂S]) wird lokal („lokal“ bedeutet, diese Stoffe reagieren (oxidieren) schnell, die Zone der Sauerstoffreduktion ist limitiert und erreicht nicht die nur indirekt vom Projekt betroffenen Schutzgebiete) den Sauerstoff in der Wassersäule reduzieren, während die **Abnahme der benthischen Sauerstoffproduktion** durch die reduzierte Sichttiefe (Lichtdurchlässigkeit) die Sauerstoffproduktion in einem größeren Bereich und über einen längeren Zeitraum reduziert.

Im **Bestand** variiert der gelöste Sauerstoffgehalt an der Sohle im Sommer und dem frühen Herbst zwischen über 8 mg/l in Flachwasserbereichen bis zu 2 mg/l im Tiefwasserbereich der Mecklenburger Bucht (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.2.1). Die physikalischen Kräfte und insbesondere die Advektion sauerstoffreichen Wassers und der Grad der vertikalen Durchmischung im Sommer und Herbst stellen die wichtigsten Einflussgrößen für den Sauerstoff in der bodennahen Wasserschicht dar.

Für die benthische Fauna im flacheren Wasser (oberhalb der Pyknokline) sind folgende Werte der Sauerstoffkonzentration von Bedeutung (UVS Anlage 15 Anhang B, Kap. 0.3.3.2.3):

- 4 mg O₂/l erlaubt den meisten Arten in Habitaten, die regelmäßig hypoxischen Verhältnissen ausgesetzt sind, überlebensfähige Populationen aufrecht zu erhalten.
- Eine Grenzkonzentration von 2,5 mg O₂/l wird bei kurzen Expositionen 90 % der Fischarten vor tödlichen Folgen schützen.

Es wird angenommen, dass die benthischen Lebewesen, die unterhalb der Pyknokline leben, verhältnismäßig tolerant gegenüber hypoxischen Verhältnissen und geringen Abnahmen der Sauerstoffkonzentration im Wasser sind, weil dort regelmäßig (hypoxische) Perioden mit niedrigem Sauerstoffgehalt vorkommen. Unterhalb der Pyknokline wird eine Abnahme der sohlnahen Sauerstoffkonzentration um 0,15 bis 0,3 mg/l als geringe Beeinträchtigung der Wasserqualität bewertet.

Das LLUR (2012, 2011, 2010) bezeichnet Konzentrationen unter 4 mg/l als Sauerstoffmangel und Konzentrationen unter 2 mg/l als Sauerstoffschwund. Konzentrationen von 2 bis 4 mg/l werden als mangelhaft, Konzentrationen von 1 bis 2 mg/l als ungenügend und unter 1 mg/l als schlecht bewertet. „Sinkt der Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser unter 2 Milligramm pro Liter ab, wird es für Fische und den am oder im Meeresboden lebenden Tieren zunehmend lebensbedrohlich“ (LLUR 2012: 4).



Kritische Zustände können insbesondere dann entstehen, wenn in sohnahen Schichten sowohl die Strömungsgeschwindigkeit als auch der Sauerstoffgehalt niedrig sind. Oberhalb der Pyknocline (Dichtesprung) hingegen sind die Strömungsgeschwindigkeiten groß und zusätzliche Sauerstoffzehrungsprozesse werden durch den Sauerstoffeintrag aus der Atmosphäre rascher ausgeglichen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.2.5.2).

Alljährlich tritt eine etwa vier Monate andauernde Schichtung auf: wärmeres, salzarmes Oberflächenwasser liegt über kälterem, salzreichem Tiefenwasser. Dadurch bildet sich in 12 bis 17 Meter Wassertiefe die so genannte thermohaline Sprungschicht aus, die den vertikalen Sauerstofftransport in das Tiefenwasser verhindert LLUR (2012: 5). Nach Darr & Zettler (2009) liegt die Sprungschicht bei 20 Meter Wassertiefe, BfN (2008) gibt für das GGB „Fehmarnbelt“ zwischen 15 und 20 m Wassertiefe an. Regelmäßige Sauerstoff-Messungen von Stationen auch im Trassenbereich werden vom LLUR und vom IOW durchgeführt. Die vom IOW regelmäßig beprobte Monitoringstation Fehmarnbelt (OMPMPN1) ist Bestandteil des internationalen Umweltüberwachungsprogramms der Helsinki-Kommission (HELCOM). Dort wird u. a. der Zustand des Makrozoobenthos überwacht, die Wassertiefe an der Station beträgt 27 m. Die Station liegt im GGB „Fehmarnbelt“ unweit der Trasse der Festen Fehmarnbeltquerung (UVS Anlage 15 Anhang A, Kap. 0.1.2.2.2.2, Abb. 0-12).

Sauerstoffmangelereignisse (< 4 mg/l über mehrere Wochen) sind dort u.a. durch die Langzeitmessungen des IOW dokumentiert, diese treten im Tiefenwasser des Fehmarnbelts unterhalb der Sprungschicht immer wieder auf, so z. B. 2002, 2005, 2008 oder 2010. Im Spätsommer/Herbst kam es in mehreren Jahren (so auch 2010, aber nicht 2011 und 2012) zu Sauerstoffmangelereignissen, während im Winterhalbjahr windiges Wetter Sauerstoffzufuhr zum Meeresboden bewirkt. Dies wird auch durch die eigenen Untersuchungen in den Monaten Juni, August, September und Oktober 2010 untermauert (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.3.2). Die Hauptmessstation MS02 liegt trassennah auf der Grenze zwischen dem Küstenmeer SH und der AWZ am Rande des GGB „Fehmarnbelt“ (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.2, Abb. 3-4). Die Wassertiefe beträgt dort 28,8 m.

Die Zone mit Sauerstoffmangelzeiten erstreckt sich über eine Tiefenzone, in der keine Vegetation vorhanden ist (unterhalb der 20 m-Tiefenlinie), so dass schon aufgrund der Bestandssituation kein nennenswerter projektbedingter Einfluss zu erwarten ist. Unterhalb der 20 m Tiefengrenze können nur noch Einzelpflanzen gedeihen (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.6.3.7). Es zeigt sich, dass die Sauerstoffmangelzone auf den Bereich der AWZ bzw. des GGB „Fehmarnbelt“ mit Wassertiefen > 25 m beschränkt ist, in der keine Vegetation mehr existiert und nur die Arctica-Gemeinschaft vorkommen kann, die in der Lage ist, sich nach bereichsweisem Absterben der benthischen Fauna in der Folgezeit wieder zu regenerieren (UVS Anlage 15 Band 2a, Kap. 3.2.3.2, Abb. 3-63 und 3-64; vgl. die Jahresberichte des IOW zur biologischen Zustandseinschätzung der Ostsee in den „Meereswissenschaftlichen Berichten“).

Es ist daher auszuschließen, dass sich die LRT Riffe und insbesondere Sandbänke (die per Definition hauptsächlich oberhalb der 20 m-Tiefenlinie liegen) mit Zonen zeitweise kritischer Sauerstoffwerte überlagern. Die maximale Verringerung der Primärproduktion liegt bei 2-3 %. Die größte Verringerung der Sauerstoffkonzentration tritt in Flachwasserbereichen und oberhalb der Sprungschicht auf, wo die Sauerstoffkonzentration nahe der Sättigung ist und



nicht unter 5 mg/l fällt. Alle diese Veränderungen haben vor dem Hintergrund der natürlichen Schwankungen und aufgrund ihrer geringen Größe und der räumlichen Begrenzung keinen Einfluss auf die benthische Fauna (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.7.8).

Sauerstoffzehrung kann nur kritisch wirken, wenn bereits ungünstige Umweltbedingungen an der Sohle mit geringer Sauerstoffkonzentration und geringer Strömungsgeschwindigkeit vorliegen. Während der Nassbaggerungen können sauerstoffzehrende Substanzen (z.B. H_2S , organisches Material), die bislang in den Sedimenten gebunden waren, freigesetzt werden und so zur Reduktion des gelösten Sauerstoffs in der Wassersäule führen. Für Laborversuche wurden 18 Sedimentproben von der Sohloberfläche und unter der Sohloberfläche entlang der Trasse entnommen und in einem Aufwirbelungsversuch die tägliche Zehrungsrate u. a. für einen Arbeitsbereich in 18 m Wassertiefe bestimmt. Der Rückgang der Sauerstoffkonzentration im Tiefenwasser aufgrund von Redoxreaktionen mit Reduktionsmitteln, die während der Nassbaggerungen aus Sediment freigesetzt werden, beträgt im ungünstigsten Fall bei äußerst konservativen Annahmen höchstens 0,25 mg O_2/l . Unter konservativen Annahmen sind hierbei niedrige Strömungsgeschwindigkeit, eine maximale Sauerstoffzehrung, eine Sedimentfreisetzung ausschließlich im Tiefenwasser zu verstehen, zusätzlich unter Annahme der Baggerarbeiten im Sommer, wenn der Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser gering ist. Erfolgt die Freisetzung unter diesen konservativen Annahmen hingegen in der gesamten Wassersäule, beläuft sich der Rückgang des Sauerstoffgehalts auf 0,25 mg O_2/l . Die Sauerstoffzehrung infolge Sedimentfreisetzung reduziert den Sauerstoffgehalt demnach nur geringfügig und lokal begrenzt, so dass die Auswirkung der Sauerstoffzehrung auf die Wasserqualität als vernachlässigbar zu bewerten ist. (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.2.5.2).

In Bereichen mit einer im Ist-Zustand bereits niedrigen Sauerstoffkonzentration (dies sind im Wesentlichen sohnnahe Bereiche unterhalb der Pyknokline) findet nur eine sehr geringe Sauerstoffzehrung durch freigesetzte Sedimente statt (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.2.1).

Eine Beeinträchtigung planktischer Organismen (insbesondere des Phytoplankton) durch baubedingt freigesetzte Schwebstoffe wird in deutschen Gewässern ausgeschlossen (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.5.1.1). Ein Einfluss auf die Sauerstoffkonzentration in der Wassersäule ist daher ebenfalls auszuschließen.

Nach den in der UVS Anlage 15 Anhang B, Kap. 0.3.3.2.3 dargestellten Kriterien führt die Feste Fehmarnbeltquerung nicht zu einer Beeinträchtigung der Wasserqualität durch freigesetzte Schwebstoffe (UVS Anlage 15 Band 4b, Kap. 8.3.2.1). Diese generelle Aussage gilt auch für die Schutzgebiete in deutschen Gewässern.

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Eine Reduktion des gelösten Sauerstoffs in der Wassersäule ist weder durch die Freisetzung sauerstoffzehrender Stoffe aus den durch Baggerarbeiten frei werdenden Sedimenten noch durch die Abnahme der benthischen Sauerstoffproduktion gegeben. Die Menge an sauerstoffzehrenden Stoffen in den Sedimenten ist so gering, dass bei ihrer Freisetzung lediglich im unmittelbaren sohnnahen Bereich der Trasse lokal eine Sauerstoffreduktion um 0,01 mg O_2/l auftreten kann (Mittelwert außerhalb der Sommerperiode, siehe UVS Anlage 15 Band 3, Kapitel 5.2.2.5.2). Eine



Auswirkung auf die entfernt liegenden Lebensraumtypen und damit eine Beeinträchtigung der dort vorkommenden benthischen Gemeinschaften insbesondere des GGB "Fehmarnbelt" ist somit auszuschließen.

Mäßige bis hohe Beeinträchtigungen der benthischen Flora durch Sedimentation und/oder Schwebstoffe, die eine Abnahme der benthischen Sauerstoffproduktion zur Folge haben könnten, werden ausschließlich für den Flachwasserbereich (Rødsand Lagune, Küste Lolland und Ostküste Fehmarn) prognostiziert. Sie liegen also in einem Bereich oberhalb der Pyknokline, in dem typischerweise Sauerstoffsättigung bzw. -übersättigung vorliegt. Für die LRT-Flächen des GGB "Fehmarnbelt" werden geringe Beeinträchtigungen der benthischen Flora auf kleiner Fläche (~ 80 ha) prognostiziert. Diese Beeinträchtigungen liegen innerhalb der natürlichen Biomassevariabilität zwischen klimatisch unterschiedlichen Jahren (10–25 % Biomassereduktion, UVS Anlage 15 Band 3, Kapitel 5.2.6.2) und der Bereich liegt oberhalb von 20 m und damit oberhalb der Pyknokline, so dass auch in diesem Fall eine Beeinträchtigung der vorkommenden benthischen Gemeinschaften auf Grund der oben geschilderten Empfindlichkeiten auszuschließen ist. Eine Bewertung der Auswirkungen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist somit nicht notwendig.

6.2.1.3. Baubedingte Barrierewirkung

Die Bauarbeiten werden im Meeresbereich der Trasse sowie zwischen diesem und den Arbeitshäfen und den Flächen für die Bodenverbringung verschiedene Schiffsaktivitäten erfordern. Der Baustellenverkehr und weitere Bauaktivitäten bildet ein Hindernis für mobile Arten wie Seevögel und Meeressäuger, sowohl durch die physische Präsenz von Schiffen und Baugeräten als auch durch Begleiterscheinungen wie z.B. Lärm- oder Lichtemissionen.

Eine Barrierewirkung für Meeressäuger ist vor allem infolge der Störung durch den Lärm von Arbeitsschiffen und -geräten anzunehmen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.10.3).

Die Schiffsaktivitäten und anderen Bauaktivitäten werden für eine Vielzahl von Wasservögeln, die als empfindlich gelten, Barrierewirkungen verursachen, da der gesamte Schiffsverkehr zu einer Reduzierung der störungsfreien Flugkorridore führt (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.7).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Baubedingte, potenziell als Barriere wirkende Störreize sind in einem Ausmaß vorhanden, dass eine differenzierte Bewertung der Auswirkungen aller Varianten nötig ist (s. den SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen, Anlage 19 Teil B II bis B V).

6.2.1.4. Baubedingtes Kollisionsrisiko

Die Bauarbeiten werden im Meeresbereich der Trasse sowie zwischen diesem und den Arbeitshäfen und den Flächen für die Bodenverbringung verschiedene Schiffsaktivitäten erfordern. Der Baustellenverkehr stellt eine Gefährdung von mobilen Arten wie insbesondere Seevögeln dar.



Es kann zu Kollisionen von Vögeln mit Arbeitsschiffen, Kränen, anderen Arbeitsplattformen und Transport- und Sicherheitsschiffen kommen. Bei Tageslicht sind Kollisionen sehr unwahrscheinlich. Größere Bauschiffe bewegen sich nur relativ langsam oder gar nicht. Vögel können diese Schiffe problemlos erkennen und umfliegen. Nachts und bei schlechter Sicht kann die Beleuchtung der Schiffe Vögel anlocken, was zu Kollisionen führen kann (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.8, 5.3.11.8).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Der Baustellenverkehr findet nicht in einem BSG statt, Vogelarten, die maßgeblich sind für die Erhaltungsziele eines solchen Schutzgebietes sind daher nicht unmittelbar betroffen. Die Vogelarten werden in der UVS (Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.11.8) gegenüber baubedingten Kollisionen als gering empfindlich eingestuft, die Wirkintensität ist demnach gering. Erhebliche Auswirkungen auf Vögel in den Schutzgebieten sind daher auszuschließen und eine differenzierte Bewertung baubedingter Kollisionen zu den Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht erforderlich.

6.2.1.5. Baubedingte visuelle und sensorische Störung

Visuelle und sensorische Störung umfasst nachfolgend betrachtete Wirkfaktoren wie insbesondere Lärm- und Lichtemissionen, die als „Störung“ im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit in ihrer Wirkung auf Meeressäuger (insbesondere Schweinswal) und Vögel von Bedeutung sind.

Baubedingte Lärmemissionen

Während der Bauarbeiten entstehen Lärmemissionen durch Baggerarbeiten (Tunnelgraben, Arbeitshäfen, Brückenfundamente), durch Rammarbeiten von Spundwänden in den Arbeitshäfen sowie durch den Verkehr der Bauschiffe. Rammarbeiten führen außerdem zu Erschütterungen des Meeresbodens.

Im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit sind die Auswirkungen auf Meeressäuger (insbesondere Schweinswal) von Bedeutung.

In der folgenden Tabelle sind die Schwellenwerte für Beeinträchtigungen von Meeressäugern (Schweinswal, Seehund) durch den Wirkfaktor Unterwasserlärm zusammengestellt (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.10.1 und 5.3.10.1).



Tabelle 6-10 Beeinträchtigung der Meeressäuger durch Lärm – Überblick über die Wirkungen und Auswirkungen

Erläuterung: SEL = Schallereignispegel (*Sound Exposure Level*)
TTS = vorübergehende Hörschwellenverschiebung / Hörverlust
PTS = permanente Hörschwellenverschiebung / Hörverlust

Projektwirkung	Bewertungskriterien und Auswirkungsprognose	Wirkzone (UVS, Anl. 15 Bd. 3, Kap. 5.2.10.1)
Lärm und Erschütterungen	Schweinswale: Die empfangenen Schallpegel sind hoch genug, um zu Verletzungen oder PTS zu führen. SEL überschreitet 198 dB re 1 µPa ² s (Southall et al. 2007). Robben: Die empfangenen Schallpegel sind hoch genug, um zu Verletzungen oder PTS zu führen. SEL überschreitet 186 dB re 1 re 1 µPa ² s (Robben) (Southall et al. 2007).	1, sehr hoch
	Schweinswale: Die empfangenen Schallpegel sind hoch genug, um zu TTS zu führen. SEL überschreitet 183 dB re 1 µPa ² s. Robben: Die empfangenen Schallpegel sind hoch genug, um zu TTS zu führen. SEL überschreitet 171 dB re 1 µPa ² s (Southall et al. 2007). Alle Arten: Die Schallpegel überschreiten in einem Abstand von 750 m zur Quelle 160 dB_{SEL} oder 190 dB_{peak}* .	2, hoch (sehr hoch)
	Die Schallpegel sind hoch genug, um zu Verhaltensstörungen zu führen. Der empfangene SEL überschreitet 150 dB re 1 µPa ² s (Schweinswale und Robben) (Brandt et al. 2011).	3, mittel
	Die Schallpegel sind so hoch, dass einige marginale Verhaltensreaktionen zu erwarten sind. Der empfangene SEL überschreitet 144 dB re 1 µPa ² s (Schweinswale und Robben) (Brandt et al. 2011).	4, gering

* Das Umweltbundesamt schlägt für das Einrammen von Pfählen in der AWZ einen Schwellenwert von 160 dB SEL bzw. 190 dB_{peak} in einem Abstand von 750 m zur Quelle vor, um Verletzungsgefahren für alle Meeressäugerarten zu vermeiden. Gemäß den Anforderungen der deutschen Behörden wird der Schwellenwert als Bewertungskriterium verwendet. Lärmpegel oberhalb des Werts werden als sehr hohe Beeinträchtigung bewertet.

Die Kriterien für eine hohe Wirkintensität durch Unterwasserlärm beschreiben sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Hörfähigkeit und basieren auf den Expositionskriterien für PTS und TTS, die von einem Team von internationalen Experten veröffentlicht wurden (siehe Southall et al. 2007). Die Kriterien für eine „mittlere“ Empfindlichkeit wurden auf der Basis von Reaktionen von Schweinswalen auf das Einrammen von Pfählen abgeleitet (Brandt et al. 2011, Diederichs et al. 2010) und weisen auf einen Bereich hin, in dem eine Verhaltensreaktion und ein Meideverhalten eintreten. Die Reaktion der Tiere hält länger an als die Dauer der Lärmemission. Das Kriterium für „gering“ entspricht der Hälfte der Schallexposition der Kategorie „mittel“ und definiert den Bereich, in dem kurzfristige Reaktionen der Schweinswale zu erwarten sind. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Kriterien ausschließlich für niederfrequenten Lärm durch Rammarbeiten oder Schifffahrt gelten.

Für die Verträglichkeitsprüfung sind Lärmemissionen, die zu einer Störung bzw. Vertreibung von Meeressäugern und solche, die zu einer Verletzung führen können, zu berücksichtigen. Nach den obigen Kriterien wird eine Störung ab einem Schallpegel von 144 dB SEL erwartet. Von einer Verletzungsgefahr wird entsprechend des angegebenen



Schwellenwerts ausgegangen, wenn ein Schallpegel von mehr als 160 dB SEL (bzw. 190 dB peak) in 750 m Entfernung überschritten wird (UBA 2011).

Lärmquellen sind in einem Ausmaß vorhanden, dass eine differenzierte Bewertung der Auswirkungen aller Varianten auf Meeressäuger erforderlich macht, wenn eine Überlagerung von Schutzgebiet und Wirkzonen besteht (s. den SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen, Anlage 19 Teil B II bis B V).

Lichtemissionen durch den Baustellenbetrieb

Meeressäugetieren dient der Sehsinn nicht primär für die Wahrnehmung von Objekten, die weiter als ein paar Meter entfernt sind. Künstliches Licht würde nur die oberen Meter der Wassersäule durchdringen. Daher ist davon auszugehen, dass Lichtemissionen durch den Baustellenbetrieb für Schweinswale keine störende Wirkung haben.

Fazit Lärm- und Lichtemissionen

Die Schiffsaktivitäten und anderen Bauaktivitäten werden für eine Vielzahl von Wasservögeln, die als empfindlich gelten, Störungen verursachen. Die Störung wird verursacht durch die Anwesenheit von Schiffen und deren Lärm- und Lichtemissionen.

Ein 3 km Wirkraum beiderseits der Trasse wird im worst case-Szenario als baubedingter Störbereich für Brut- und Rastvögel zugrunde gelegt (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.6).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Baubedingte Störung durch Lärm- und Lichtemissionen ist in einem Ausmaß vorhanden, dass eine differenzierte Bewertung der Auswirkungen aller Varianten erforderlich macht (s. Anlage 19 Teil B II bis B V der Natura 2000-Unterlagen).

Baubedingte Schadstoffemissionen

Emissionsquellen während des Baus sind u. a.:

- Baumaschinen (insbesondere diverse Bagger wie Greifbagger, Schaufelbagger und Laderaumsaugbagger)
- Materialtransport (Schiffs-, Straßen-, und Schienenverkehr).

Diese Emissionsquellen haben aufgrund ihrer zeitlich befristeten Wirkung im Vergleich zu den verkehrsbedingten Quellen (Kap. 6.2.3.3) und im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit eine untergeordnete Bedeutung.

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Eine Bewertung der Auswirkungen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht notwendig.

6.2.2. Anlagebedingte Wirkfaktoren

Die anlagebedingten Auswirkungen umfassen dauerhafte Wirkungen, die auf das Bauwerk und die damit verbundenen Standortveränderungen zurückzuführen sind. Ein außerhalb eines



Schutzgebietes geplantes Projekt kann anlagebedingt nur unter besonderen Voraussetzungen zu erheblichen Beeinträchtigungen führen, wenn es z.B. die Wanderstrecken von wandernden Tierarten deutlich behindert.

Die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme erstreckt sich über den marinen und den terrestrischen Bereich. Die Flächeninanspruchnahme an Land entsteht durch die neu anzulegenden Verkehrsstrassen (Eisenbahn, Autobahn, Zufahrtswege, Rampen), landseitige Versorgungseinrichtungen und das Portalgebäude.

Die Flächeninanspruchnahme im Meeresbereich resultiert im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit vor allem aus der Anlage der Schrägkabelbrücke (Fundamente für Pylonen und Brückenpfeiler).

6.2.2.1. Flächenverlust des Meeresbodens durch Überbauung und unter Wasser liegende Bauwerkteile

Der Wirkraum des Vorhabens umfasst für die anlagebedingten Flächenverluste den Bereich des Baukörpers. Hier kommt es durch die Überbauung von Flächen zum dauerhaften Verlust von Meeresboden- und Lebensraumstrukturen.

Ein Teilaspekt der Überbauung ist die Versiegelung, insbesondere durch Brückenfundamente. Im Fall des Absenktunnels ist das Einbringen der Tunnelelemente nicht als anlagebedingter Wirkfaktor zu werten, weil im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit von einer Regeneration des Meeresbodens auszugehen ist, so dass keine dauerhaften Wirkungen eintreten (vgl. Kap. 6.2.1.1).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Voraussetzung für eine Wirkung ist, dass ein Natura 2000-Gebiet direkt in Anspruch genommen wird. Wirkungen in anderen Schutzgebieten sind nicht möglich und eine differenzierte Bewertung von Flächenverlust durch die Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist in solchen Fällen nicht erforderlich.

6.2.2.2. Veränderung von Strömung und Sedimentdrift

Solche Wirkungen sind nur mit unter Wasser liegenden Bauteilen der Brückenlösung verbunden und setzen voraus, dass ein Schutzgebiet (GGB) direkt gequert wird oder sich in relativer Nähe befindet.

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Obwohl solche Veränderungen nur in einem geringen Umkreis um ein Bauwerk möglich sind, ist eine Bewertung der Auswirkungen der Brückenlösung im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) erforderlich.



6.2.2.3. Barrierewirkung durch Bauwerksteile

Im marinen Bereich sind solche Wirkungen nur mit der Brückenlösung verbunden, während Tunnellösungen nur an Land, d.h. außerhalb der Tunnelstrecken Auswirkungen haben können.

Im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit ist die Barrierewirkung als Auswirkung auf Meeressäuger (insbesondere Schweinswal) und auf Vogelarten von Bedeutung, die maßgeblich sind für die Erhaltungsziele von BSG.

Schweinswale könnten eine Brücke, die ein Schutzgebiet (GGB) quert, als störendes Bauwerk empfinden, so dass sie evtl. nicht unter der Brücke hindurchschwimmen. Bei der Bewertung der Empfindlichkeit von Schweinswalen gegenüber Brücken als potenzielle Barriere muss die Wahrnehmung eines Brückenbauwerks im Wasserkörper durch Schweinswale betrachtet werden. Bei Brückenvarianten liegen die verbindenden Elemente zwischen Pfeilern bzw. Pylonen oberhalb des Wasserkörpers. Da die Abstände zwischen den einzelnen Pfeilern und Pylonen der Brückenvariante zwischen 200 und 724 m liegen, werden Schweinswale wahrscheinlich das Gesamtbauwerk „Feste Fehmarnbeltquerung“ als einzelne Bauten in Form von Pfeilern/Pylonen wahrnehmen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.10.3).

Einige Studien wurden speziell für das Projekt der Festen Fehmarnbeltquerung durchgeführt, um einen potenziellen Barriereeffekt durch die existierende Brücke über den Großen Belt zu untersuchen (UVS Anlage 15 Band 2b, Kap. 3.10.3.8). Alle Untersuchungen ergaben keine Hinweise auf eine mögliche anlagebedingte Barrierewirkung für Meeressäuger durch Unterwasserbauten.

Eine Brücke führt zu Barrierewirkungen empfindlicher Vogelarten im Umfeld der Anlage. Barrierewirkungen äußern sich nicht als vollständige Abriegelung eines Gebiets, sondern führen bei den meisten Vögeln zu Ausweichreaktionen (Umweg oder Überquerung in größerer Höhe), die zusätzlicher Energie bedürfen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.7).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Anlagebedingte Barrierewirkungen sind für Vögel in einem Ausmaß vorhanden, dass eine differenzierte Bewertung der Auswirkungen der Brückenlösung nötig ist (in Verbindung mit dem Kollisionsrisiko, s. den SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen, Anlage 19 Teil B II bis B V).

6.2.2.4. Kollisionsrisiko mit den Bauwerken

Im marinen Bereich sind solche Wirkungen nur mit der Brückenlösung verbunden, während Tunnellösungen nur an Land, d.h. außerhalb der Tunnelstrecken Auswirkungen haben können.

Im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit sind die Auswirkungen auf Vogelarten von Bedeutung, die maßgeblich sind für die Erhaltungsziele von BSG.

Die Brücke stellt für Vögel als Struktur, die von der Meeresoberfläche bis in den Luftraum reicht, ein Kollisionsrisiko dar. Für die Mehrheit der Wasservogelarten liegen wenige Hinweise darauf vor, dass sie bei Tag mit Brückenstrukturen kollidieren würden. Da die meisten



Wasservogelarten tagaktiv sind, wenn sie in der Fehmarnbeltregion überwintern oder brüten, ist im Allgemeinen eine geringe Empfindlichkeit gegenüber dieser Projektwirkung zu erwarten. Eine mittlere Empfindlichkeit für Kollisionen ist lediglich bei Arten anzunehmen, die nachtaktiv sind – z. B. Enten der Gattung *Aythya* (Tafel-, Reiher- und Bergente) – und potenziell von der Brückenbeleuchtung oder Signalfeuern angezogen werden oder zufällig mit der Brücke kollidieren können. Die Empfindlichkeit anderer Arten, die aufgrund ihres in Relation zu ihrer Körpergröße hohen Gewichts (und damit Traglast der Flügel) und ihrer deswegen hohen Fluggeschwindigkeit einem erhöhten Risiko für Kollisionen mit Strukturen unterliegen (z. B. Enten, Seetaucher, Alke) wurde als gering eingestuft, da die zu erwartende starke Barrierewirkung es bei diesen Arten unwahrscheinlich macht, dass die rastenden, nahrungssuchenden oder überwinternden Vögel nah an die Strukturen heranfliegen, und so sind Kollisionen bei Tag ebenfalls unwahrscheinlich (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.11.8).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Das anlagebedingte Kollisionsrisiko ist für Vögel in einem Ausmaß vorhanden, dass eine differenzierte Bewertung der Auswirkungen der Brückenlösung im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) nötig ist.

6.2.2.5. Anlagebedingte visuelle und sensorische Störung

Im marinen Bereich sind solche Wirkungen nur mit der Brückenlösung verbunden, während Tunnellösungen nur an Land, d.h. außerhalb der Tunnelstrecken Auswirkungen haben können.

Im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit sind Anlagen (Bauwerke) potenziell als „Störung“ von Vogelarten von Bedeutung, die maßgeblich sind für die Erhaltungsziele von BSG.

Das Brückenbauwerk wird zu Störungen empfindlicher Vogelarten im Umfeld der Anlage führen (Meidungsreaktionen empfindlicher rastender Wasservögel). Die Ausdehnung der Störwirkung des Brückenbauwerks wird im worst case-Szenario mit 2 km um das Bauwerk angenommen (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.6).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Da keine BSG innerhalb des 2 km Wirkraums liegen, sind relevante Auswirkungen auf Vögel in den Schutzgebieten auszuschließen und eine Bewertung anlagebedingter Störwirkungen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht erforderlich.

6.2.3. Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Als betriebsbedingte Wirkungen auf die Arten der FFH-RL und ihre Lebensräume sind insbesondere die indirekten Auswirkungen aus dem prognostizierten erhöhten Verkehr mit den damit verbundenen Emissionen zu nennen. Die aufgeführten Wirkfaktoren wirken dauerhaft während der Betriebszeit der Festen Fehmarnbeltquerung.

Die Auswirkungen resultieren aus dem Bahn- und Straßenverkehr. Besonders der Kfz-Betrieb ist mit Emissionen verbunden (insbesondere im Bereich der beiden Tunnelportale).



Neben dem Transitverkehr ist darüber hinaus mit Versorgungsbetrieb im Bereich der landseitigen Infrastrukturelemente zu rechnen. Ebenso sind regelmäßig Wartungsarbeiten erforderlich. Während der Wintermonate müssen die Rampen zur Wahrung der Verkehrssicherheit geräumt werden. Hierbei kommen Auftausalze zum Einsatz.

6.2.3.1. Kollisionsrisiko mit dem Straßen- und Schienenverkehr

Im marinen Bereich sind solche Wirkungen nur mit der Brückenlösung verbunden, während Tunnellösungen nur an Land, d.h. außerhalb der Tunnelstrecken Auswirkungen haben können.

Im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit sind die Auswirkungen auf Vogelarten von Bedeutung, die maßgeblich sind für die Erhaltungsziele von BSG.

Neben dem anlagebedingten Kollisionsrisiko mit der Brücke (s. o.) können Vögel betriebsbedingt mit Zügen und Fahrzeugen auf der Brücke kollidieren. Ein 2,5 m hoher Windschutz aus perforiertem Metall ist zur teilweisen Abschirmung der vierspurigen Straße von der Seite geplant. Der Windschutz kann zu einer Reduzierung der Kollisionen mit dem Verkehr führen, da die Vögel gezwungen werden die Fahrbahn in größerer Höhe zu überqueren. Kollisionen mit Fahrzeugen sind erheblich seltener zu erwarten als Kollisionen mit der Brückenstruktur (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.8 und 5.3.11.8).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Das betriebsbedingte Kollisionsrisiko ist für Vögel in einem so geringen Ausmaß vorhanden, dass eine Bewertung dieser betriebsbedingten Auswirkungen der Brückenlösung im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) in die Bewertung des anlagebedingten Kollisionsrisikos zu integrieren ist (s. Kap. 6.2.2.4).

6.2.3.2. Betriebsbedingte visuelle und sensorische Störung

Visuelle und sensorische Störung umfasst die nachfolgend betrachteten Wirkfaktoren wie Lärm- und Lichtemissionen, die als Störung im Hinblick auf die FFH-Verträglichkeit in ihrer Wirkung auf Meeressäuger (insbesondere Schweinswal) und Vögel von Bedeutung sein können.

Im marinen Bereich sind visuelle Störreize nur mit der Brückenlösung verbunden, während Tunnellösungen nur an Land, d.h. außerhalb der Tunnelstrecken Auswirkungen haben können.

Betriebsbedingte Lärmemissionen

An der Brücke über den Großen Belt sowie am Øresund Tunnel wurden Studien im Rahmen der Untersuchungen für die Feste Fehmarnbeltquerung durchgeführt, die das Ziel hatten, mögliche Auswirkungen wie Barriereeekte und Erschütterungen auf Meeressäugetiere zu quantifizieren (UVS Anlage 15 Band 2b, Kap. 3.10.3.8).



Während der Straßenverkehr ausschließlich auf Brücken über den Großen Belt geführt wird, queren Züge den östlichen Teil des Großen Belts in einem 8.000 m langen Bohrtunnel. Unterhalb und nahe der Brücke bzw. des Tunnels wurde Unterwasserlärm mittels rauscharmer Hydrophone gemessen. Der aufgenommene Lärm wurde in erster Linie durch die Schifffahrt verursacht. Unter Wasser wurde kein Lärm erfasst, der vom Verkehr über die Brücke bzw. durch den Tunnel erzeugt wurde. Bei den Vibrationsmessungen wurden keine vom Tunnel verursachten Erschütterungen festgestellt.

Keine der Aufzeichnungen von Unterwasserlärm, die direkt über und in einem Abstand von 400 m zum Øresund Tunnel durchgeführt wurden, enthielt hörbare Signale, die eindeutig auf Straßenverkehrslärm im Tunnel zurückgeführt werden konnten. Dasselbe gilt für Erschütterungsmessungen. Die Untersuchungen ergaben jedoch, dass eine typische Zugdurchfahrt etwa 10 s dauert und direkt über dem Tunnel einen Anstieg des Schallpegels von etwa 140 dB verursacht. Güterzüge verursachen einen vergleichbaren Pegelanstieg, der etwa 20 s dauert. Schallpegelmessungen in einem Abstand von 400 m zum Tunnel ergaben Pegel von etwa 120 dB bei Zugdurchfahrten. Aufgrund des Schiffslärms konnte in einem Abstand zum Tunnel nur ein Teil der Zugdurchfahrten eindeutig identifiziert werden. Straßenverkehr als Quelle von Erschütterungen und Lärm konnte nicht einmal direkt über dem Tunnel erfasst werden.

Fazit: Es ergaben sich keine Hinweise, dass Schweinswale aufgrund von Unterwasserlärm eine Querung unter der Großen Belt Brücke hindurch vermieden. Die Ergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass eventuelle von Brücke oder Tunnel ausgehende Barrierewirkungen auf Schweinswale nicht durch Unterwasserlärm verursacht werden können.

Betriebsbedingte Lichtemissionen

Während der Betriebsphase entstehen Lichtemissionen durch die Beleuchtung des Querungsbauwerks (Brücke) bzw. der Rampen der angegliederten Einrichtungen und Gebäude sowie durch die Schweinwerfer der Kraftfahrzeuge und Züge.

Meeressäugetieren dient der Sehsinn nicht primär für die Wahrnehmung von Objekten, die weiter als ein paar Meter entfernt sind. Künstliches Licht der Brückenbeleuchtung zum Beleuchten der Umgebung der Brücke würde nur die oberen Meter der Wassersäule durchdringen. Daher ist davon auszugehen, dass Schweinswale die Beleuchtung der Brücke nicht wahrnehmen können (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.3.10.3).

Fazit betriebsbedingte Störung

Lichtemissionen sind grundsätzlich als wesentliche Störwirkung für Meeressäuger auszuschließen. Lärmemissionen sind aufgrund der durchgeführten Untersuchungen als wesentlicher Wirkfaktor für Meeressäuger auszuschließen (UVS Anlage 15 Band 2b, Kap. 3.10.3.8).

Lärm- und Lichtemissionen der Autos und Züge und die Beleuchtung der Brücke werden zu Störungen empfindlicher Vogelarten im Umfeld der Anlage führen (Meidungsreaktionen empfindlicher rastender Wasservögel). Als Wirkraum der betriebsbedingten Störwirkungen auf



Vögel durch den Betrieb der Brücke werden im worst case-Szenario 2 km beiderseits des Bauwerks zugrunde gelegt (UVS Anlage 15 Band 3, Kap. 5.2.11.6).

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Relevante Auswirkungen auf Meeressäuger sind auszuschließen. Da keine BSG innerhalb der 2 km Wirkzone liegen, sind relevante Auswirkungen auf Vögel in den Schutzgebieten auszuschließen und eine differenzierte Bewertung betriebsbedingter Störwirkungen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht erforderlich.

6.2.3.3. Betriebsbedingte Schadstoffemissionen

Emissionsquelle während des Betriebs ist vor allem der Verkehr auf der Festen Fehmarnbeltquerung.

Die wichtigsten durch den Verkehr verursachten Luftschadstoffe sind Stickstoffoxide (NO_x), Stickstoffdioxid (NO₂), Benzol (C₆H₆) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}). Schwefeldioxid (SO₂) wird größtenteils durch den Schiffsverkehr verursacht.

Critical Loads

Critical Loads (CL) sind Belastungsgrenzen, bei deren Einhaltung signifikant schädliche Effekte von Luftschadstoffdepositionen langfristig ausgeschlossen werden können. Werden bestimmte Werte einer projektbedingten Zusatzbelastung eingehalten, sind immissionsbedingte Veränderungen der Struktur und der Funktionen von natürlichen Ökosystemen auszuschließen.

Zur Abschätzung der Auswirkungen zusätzlicher Stickstoffeinträge ist zunächst die Vorbelastung (= Hintergrundbelastung) zu ermitteln. Die lokale Vorbelastung kann auf einem vom UBA zur Verfügung gestellten Kartendienst abgefragt werden. Da die messtechnische Erfassung äußerst aufwändig ist, bietet dieser hoch aufgelöste nationale Datensatz, der auf einer Kombination von Mess- und Modellwerten beruht, eine gangbare Alternative, er wird auch zur Beurteilung der Auswirkungen projektbedingter Stickstoffdeposition (N) auf FFH-Gebiete vorgehalten. Die abgefragten Werte an Stickstoffdeposition liegen bei 11 kg/ha/Jahr für die Landnutzungsklasse „Dünen, Felsfluren“ und bis zu 14 kg/ha/Jahr für die Landnutzungsklasse „semi-natürliche Vegetation“ (Werte ermittelt im Bereich „Grüner Brink“ im GGB DE 1532-391 „Küstenstreifen West- und Nordfehmarn“ auf http://gis.uba.de/website/depo_gk3/index.htm, zuletzt abgerufen am 28.02.2013) und für die Landnutzungsklasse „Laubwald“ bei 15 kg/ha/Jahr (Wert ermittelt für den Bereich des LRT 9180 im GGB DE 1533-301 „Staberhuk“ bei Katharinenhof).

Zur Bewertung der Stickstoffdepositionen in den FFH-Gebieten ist in der Luftschadstoffuntersuchung (vgl. Anlage 23 der Planfeststellungsunterlagen, Kap. 8.3 und Karte A7) die Zusatzbelastung durch die Feste Fehmarnbeltquerung für den Absenktunnel berechnet. Die Stickstoffdeposition ist als Jahresfracht in g/ha/Jahr angegeben. Die höchsten Stickstoffeinträge sind für den Vegetationstyp mit der höchsten Depositionsgeschwindigkeit zu erwarten. Dies gilt für den Vegetationstyp „Laubwälder“, für den die Berechnungen erfolgten.



Dieser Vegetationstyp ist zwar nur mit einem sehr geringen Anteil für das FFH-Gebiet „Staberhuk“ gemeldet (LRT 9180*), die Berechnungen entsprechen jedoch dem „worst case“.

Die im Rahmen der Luftschadstoffuntersuchung (vgl. Anlage 23 der Planfeststellungsunterlagen) berechneten Werte der Stickstoffdeposition für das Jahr 2025 ergeben eine Zusatzbelastung in einer Größe von bis zu 0,050kg/ha/Jahr für den der FBQ am nächsten liegenden Bereich des GGB DE 1532-391 „Küstenstreifen West- und Nordfehmarn“ am „Grünen Brink“.

Das Forschungsvorhaben zur Erstellung eines praxisbezogenen Leitfadens „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ [02.301] der Bundesanstalt für Straßenwesen ist noch nicht abgeschlossen und kann daher hier noch nicht berücksichtigt werden. Der Leitfadentwurf wird zur Zeit im AK 2.12.2 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) abgestimmt. Das Forschungsvorhaben „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ [84.0102/2009/] der Bundesanstalt für Straßenwesen ist jedoch abgeschlossen und ein Kurzbericht ist verfügbar. „Als unteres Abschneidekriterium für die Zusatzbelastung wird ein Depositionswert von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ gesetzt. Die zusätzliche Menge an vorhabensbedingten Stickstoffeinträgen ist bis zu dieser Schwelle weder durch Messungen empirisch nachweisbar noch wirkungsseitig relevant und damit nach den Maßstäben der praktischen Vernunft und der Verhältnismäßigkeit irrelevant. Das Abschneidekriterium soll für jedes einzelne Vorhaben gelten“ (Balla et al. 2013, S. 6, 7). Da die berechnete Zusatzbelastung durch die Feste Fehmarnbeltquerung deutlich unter diesem Wert liegt, sind somit nachweisbare Wirkungen ausgeschlossen, die Prüfung abgeschlossen.

„Repräsentative Beispielrechnungen im FE-Vorhaben für Gelände mit Neigungen kleiner 1 % und für ausgewählte Verkehrssituationen zeigen, dass relevante Stickstoffeinträge $> 0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bis maximal etwa 800 m Entfernung vom Straßenrand auftreten“ (Balla et al. 2013, S. 3). Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung gelangten bereits Uhl et al. (2011, S. 6), wonach auch im ungünstigen Fall nur noch mit vernachlässigbar geringen Zuwächsen der Stickstoffbelastung zu rechnen ist, wenn eine Straßentrasse weiter als 1000 m vom FFH-Gebiet entfernt liegt.

Da das untere Abschneidekriterium für die Zusatzbelastung von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ deutlich unterschritten wird, erübrigt sich eine weitere Betrachtung.

Diese Ergebnisse sind auf den Bohrtunnel übertragbar, weil die Lage der Tunnelportale bei beiden Tunnellösungen vergleichbar ist, sowie auf die Brücken-Lösung, weil der prognostizierte Verkehr identisch ist.

Schlussfolgerung aus der Analyse der Wirkungen: Da der Abstand der betrachteten Natura 2000-Gebiete im Fall des GGB DE 1532-391 „Küstenstreifen West- und Nordfehmarn“ über 2.000 m beträgt und im Fall des GGB DE 1533-301 „Staberhuk“ über 6 km, sind relevante Auswirkungen auf Lebensraumtypen in den Schutzgebieten auszuschließen und eine Bewertung der betriebsbedingten Stickstoffemissionen der Varianten im SPEZIELLEN TEIL der Natura 2000-Unterlagen (Anlage 19 Teil B II bis B V) ist nicht erforderlich.



6.2.4. Einschätzung der Relevanz von Wirkfaktoren anderer Pläne und Projekte

„Vorhaben können ggf. erst im Zusammenwirken mit anderen Plänen oder Projekten zu erheblichen Beeinträchtigungen eines Natura 2000-Gebietes in seinen für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteilen führen. Nachdem die durch das geprüfte Vorhaben beeinträchtigten Erhaltungsziele festgestellt wurden, werden in einem zweiten Schritt die Wirkprozesse identifiziert, die von anderen Plänen und Projekten ausgehen und dieselben Erhaltungsziele beeinträchtigen können“ (EBA 2010, S. 43).

Die Auswirkungen der anderen Pläne und Projekte und damit das Ausmaß der Summationswirkung müssen verlässlich absehbar sein. „An der gebotenen Gewissheit fehlt es, wenn bei Erlass des Planfeststellungsbeschlusses noch nicht absehbar ist, ob und wann das weitere Projekt realisiert werden wird“ (BVERWG 2011, Beschluss 9 B 44.11 vom 09.12.2011, Rd.-Nr. 3).

Projekte sind daher grundsätzlich nur zu berücksichtigen, wenn sie von einer Behörde zugelassen oder durchgeführt bzw. – im Falle der Anzeige – zur Kenntnis genommen werden. Dem steht der Fall der planerischen Verfestigung gleich, der vorliegt, wenn ein Projekt im Zulassungsverfahren entsprechend weit gediehen ist, z.B. das Anhörungsverfahren nach § 17a Abs. FStrG i. V. m. § 73 VwVfG oder nach §§ 8 ff. der 9. BImSchV eingeleitet ist.

Pläne sind grundsätzlich erst dann relevant, wenn sie rechtsverbindlich, d. h. in Kraft getreten sind. Sie sind ausnahmsweise relevant, wenn sie wenigstens beschlossen wurden, ohne dass eine etwa noch einzuholende Genehmigung oder die Bekanntmachung vorliegt. Dem steht gleich, dass ein Bebauungsplan die Planreife nach § 33 BauGB erreicht hat (BMVBW 2004: 49).

„Als planungsrechtlich verfestigt gelten Projekte, sobald die öffentliche Bekanntmachung und die Auslegung der Antragsunterlagen sowie der Unterlagen nach § 6 UVPG (in der Regel in Form einer Umweltverträglichkeitsstudie) gemäß § 9 Absatz 1b UVPG erfolgt sind. Das Vorhaben muss außerdem im Zeitpunkt der Beurteilung der planungsrechtlichen Verfestigung unter materiellen Gesichtspunkten als grundsätzlich genehmigungsfähig bewertet werden.“ (Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone vom 10.12.2009, http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung_in_der_AWZ/Dokumente_05_01_2010/Anlage_Ostsee.pdf, S. 18).

Das geprüfte Projekt ist der Absenktunnel (UVS Anlage 15 Band 5, Kap. 12.8.5).

6.2.4.1. Begründung für die Auswahl der berücksichtigten Pläne und Projekte

Es erfolgte eine Informationsabfrage bei deutschen Planungs- und Umweltbehörden 2012 und erneut 2013 mit folgendem Rücklauf (Tabelle 6-11).

Tabelle 6-11 Informationsabfrage bei deutschen Planungs- und Umweltbehörden

Nr.	Behörde	Stellungnahme vom	Stellungnahme vom
1	Bergamt Stralsund	02.08.2012	01.07.2013
2	Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein, Abt. IV 2	24.07.2012	–
3	Kreis Ostholstein	23.07.2012	–
4	Kreis Plön	04.07.2012	–
5	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie der Länder Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen und Niedersachsen	01.08.2012	–
6	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein	06.08.2012	–
7	Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN SH)	27.07.2012	17.07.2013
8	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig Holstein (MELUR SH)	20.07.2012	18.07.2013
9	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern	17.07.2012	–
10	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie (MWAVT SH)	08.08.2012	19.07.2013
11	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt Außenstelle Nord (WSD)	–	19.07.2013
12	Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern (ME MV)	–	27.06.2013
13	Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein Betriebssitz Kiel (LBV SH)	–	17.07.2013
14	Staatskanzlei SH, Abteilung Landesplanung	–	01.07.2013
15	LLUR SH (zuständig für Genehmigungen nach BImSchG)	–	12.08.2013

Vorausgesetzt, es wurden von den angefragten Planungs- und Umweltbehörden Projekte/Pläne benannt, erfolgte eine Auswertung der Stellungnahmen dahingehend, ob die benannten Projekte/Pläne hinreichend planerisch verfestigt und damit zu berücksichtigen sind (Tabelle 6-12 und Tabelle 6-13). Die Entfernungsangaben zu den Projekten im Küstenbereich wurden im digitalen Umweltatlas des MELUR SH gemessen (<http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>; abgerufen 22.03.2013).

Projekte im Meeresbereich

Als relevante Projekte kommen im marinen Bereich aufgrund der Reichweite und Intensität ihrer Wirkungen ausschließlich Offshore-Windparks (OWP) in Frage. Folgende OWP wurden ermittelt (Abbildung 6-26):

- Beltsee (deutsche AWZ)
- Beta Baltic (Küstenmeer SH)
- GEOFRéE (Küstenmeer SH)



- EnBW Baltic 2 (deutsche AWZ)
- Kriegers Flak II (schwedische AWZ)
- Arcadis Ost 1 (Küstenmeer MV)
- Wikinger (deutsche AWZ)
- Arkona-Becken Südost (deutsche AWZ)

Drei weitere OWP sind bereits in Betrieb.

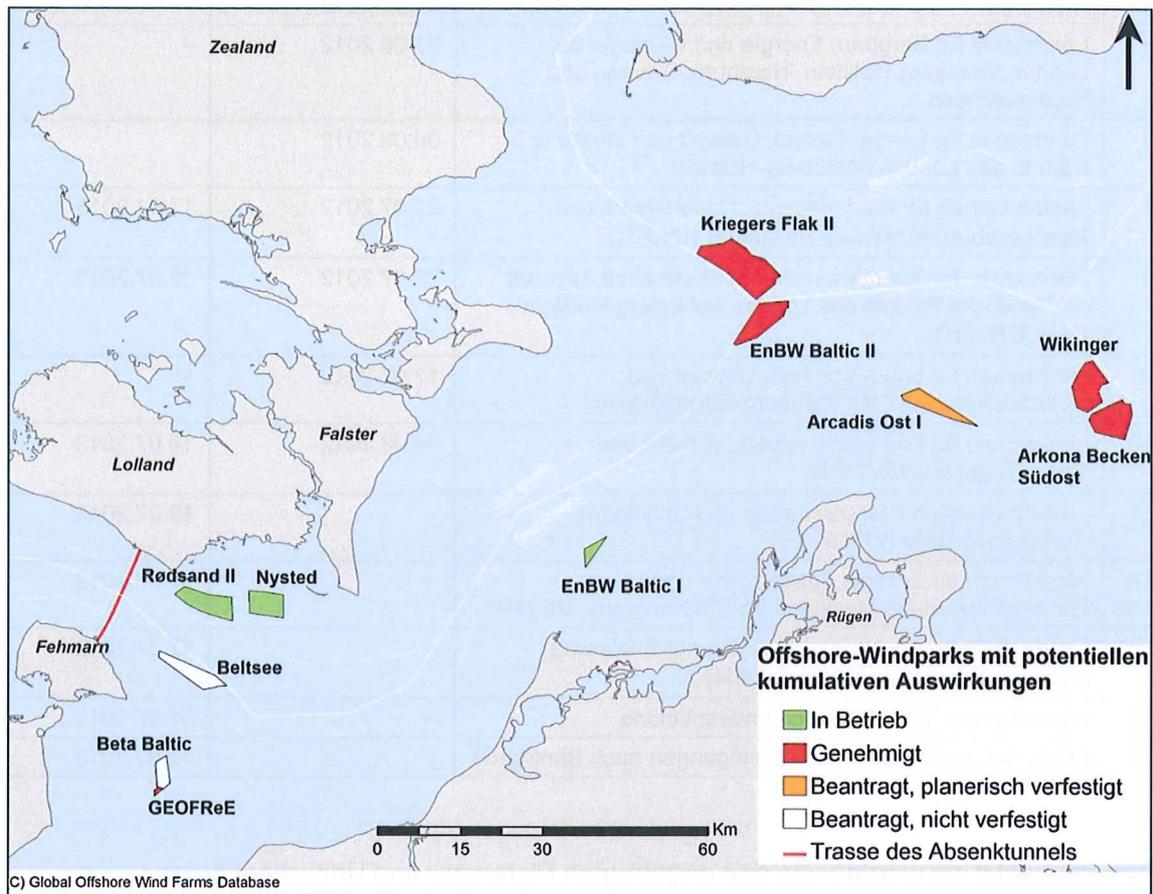


Abbildung 6-26 Lage von Offshore-Windparks

In der nachfolgenden Tabelle sind weitere Angaben zum Projektstatus zusammengestellt.

Tabelle 6-12 Auswertung zu Offshore-Windparks

Projekte/ Pläne Lage zu Natura 2000-Schutzgebieten	Vorliegen einer Genehmigung	hinreichend verfestigte Planung	Angaben zum möglichen Baubeginn (soweit absehbar)
Nysted			in Betrieb, seit 2003
Rødsand II			in Betrieb, seit Oktober 2010
GEOFRoE; 5 WEA > 30 km südöstlich der FBQ und ca. 6 km östlich BSG "Ostsee östlich Wagrien"	genehmigt (befristet bis 31.12.2013)*	ja	unbekannt*
Windpark Beta Baltic (ehemals Sky2000); 50 WEA ca. 3,5 km süd-östlich BSG "Ostsee östlich Wagrien"	–	Antrag 2008 gestellt** nein*	Baubeginn unbekannt*
Beltsee	–	Antrag 2008 gestellt nein***	
EnBW Baltic 1 ca. 83 km zu den BSG und GGB	–	–	in Betrieb, seit Mai 2011
EnBW Baltic 2 > 100 km zu den BSG und GGB	genehmigt	ja	Baubeginn August 2013
Kriegers Flak II > 100 km zu den BSG und GGB	genehmigt	ja	unbekannt
Arcadis Ost 1	–	ja	unbekannt
Wikinger > 150 km zu den BSG und GGB	genehmigt	ja	Baubeginn voraussichtlich 2015
Arkona-Becken Südost > 150 km zu den BSG und GGB	genehmigt	ja	unbekannt

* Mitteilung des LLUR SH vom 12.08.2013: Für die bis zum 31.12.2013 befristete Genehmigung für den OWP GEOFRoE liegt kein Antrag auf Verlängerung vor. Das Verfahren Beta Baltic ruht zur Zeit. Es liegen keine genehmigungsfähigen Antragsunterlagen vor. Eine Bekanntmachung ist daher z. Zt. ausgeschlossen.

** Stellungnahme MELUR vom 20.07.2012

*** Mitteilung des BSH vom 19.09.2013: Es liegen keine genehmigungsfähigen Antragsunterlagen vor (Vorhaben liegt im Vorbehaltsgebiet Schifffahrt)

Die in der deutschen AWZ geplanten OWP EnBW Baltic 2, Wikinger und Arkona-Becken Südost sind mit jeweils 80 OWEA genehmigt (bereits seit 2005, 2007 bzw. 2006). Mit dem Bau von EnBW Baltic 2 ist begonnen worden (Pressemitteilung von EnBW vom 16.08.2013, Baubeginn für Wikinger ist voraussichtlich 2015).

Neben diesen Projekten im Meeresbereich wird der durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH) in Aufstellung befindliche Entwurf zum Bundesfachplan Offshore für die AWZ der Ostsee (BFO) berücksichtigt. Das BSH hat den BFO unter Berücksichtigung der Ergebnisse eines durchgeführten Konsultationsverfahrens und des Scoping-Termins



überarbeitet und eine Strategische Umweltprüfung (SUP) durchgeführt. Zum überarbeiteten Entwurf des BFO sowie zum Entwurf des Umweltberichts (jeweils Stand August 2013) hat ein Anhörungstermin stattgefunden, des Weiteren haben die Entwürfe zur Einsichtnahme öffentlich ausgelegen. Bis zum 14. Oktober 2013 besteht die Möglichkeit, sich beim BSH zu äußern (http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/BFO/Bundesfachplan_Ostsee.jsp, abgerufen am 19.09.2013).

Projekte im Küstenbereich

Tabelle 6-13 Auswertung der Informationsabfrage bei deutschen Planungs- und Umweltbehörden

Befragte Stelle	Projekte/ Pläne Lage zu Natura 2000-Schutzgebieten	voraussichtliche Bauphase/ Planungsstand	hinreichend verfestigte Planung	Berücksichtigung
LKN SH	Buhnenbau im Bereich des Südstrandes Meeschendorf, 3 Stk. (Felsblöcke) Vorhabenträger: Stadt Fehmarn, Tourismusservice BSG "Ostsee östlich Wagrien"	Genehmigung vom LKN Februar 2013 erteilt	ja	ja
LKN SH	Unterdükerung der Kieler Förde mit Düker ø 2000mm; von Heikendorf nach Friedrichsort Vorhabenträger: Abwasserzweckverband Ostufer Kieler Förde süd-westlich BSG " Östliche Kieler Bucht"	Genehmigung 2010/11 erteilt (MELUR, LKN) Bau 2013/14 geplant (Auftragsvergabe ist erfolgt)	ja	ja
LKN SH	Verstärkung des Schüttsteindeckwerks am Landesschutzdeich Puttgarden nordwestlich der Hafentmole Puttgarden durch Nachpacken und Profilierung	Erste Überlegungen, keine konkrete Planung	nein	nein
LKN SH	Neubau eines Schöpfwerks am Landesschutzdeich Burg-Wulfen als Erstatz für Schöpfwerk Burgstaaken; genaue Lage noch nicht endgültig festgelegt, aber vermutlich südwestlich vom Klärwerk der Stadt Burg bei Kkm-F 64,00 Vorhabenträger: Wasser- und Bodenverband Fehmarn Nord-Ost BSG "Ostsee östlich Wagrien"	2013-2014	nein (da Lage noch nicht feststehend)	nein
LKN SH	Hochwasserschutz Nördliche Seeneriederung Fehmarn Bau von rückverlegten Flügeldeichen Westermarkelsdorf – Wenkendorf und westlich Puttgarden, Reaktivierung altes Siel in Altenteil für eine Zuwässerung (Naturschutzmaßnahme)	Scoping Ende 2012	nein	nein

Befragte Stelle	Projekte/ Pläne Lage zu Natura 2000-Schutzgebieten	voraussichtliche Bauphase/ Planungsstand	hinreichend verfestigte Planung	Berücksichtigung
	BSG "Östl. Kieler Bucht"			
LKN SH	Deichverstärkung vor der Oldenburger-Graben-Niederung; Dahme - Rosenfelde BSG "Ostsee östlich Wagrien"	Bauabnahme Sommer 2013	ja	ja
LKN SH, MELUR SH	Verbesserung des Hochwasserschutzes, Regionaldeich Fehmarnsundniederung GGB 1532-321 "Sundwiesen Fehmarn" BSG "Ostsee östlich Wagrien"	Scoping Okt. 2011	nein	nein
MELUR SH	Ausbau des Sportboothafens Burgstaaken im Bereich des Burger Binnensees (B-Plan Nr. 72 der Stadt Fehmarn, OT Burg) BSG "Ostsee östlich Wagrien"	Satzungsbeschluss 2013, in Kraft treten in Kürze	ja	ja
MELUR SH	Sand- und Steinüberdeckung des Wracks Lindormen (auf 50 x 50 m Fläche), nahe an der FBQ-Trasse Vorhabenträger: Archäologisches Landesamt SH	Antrag vom 30.05.2013; Umsetzung vor Baubeginn FBQ	ja	nein**
MWAVT SH	vierspüriger Ausbau der B 207 Heiligenhafen Ost - Puttgarden BSG "Östliche Kieler Bucht" und BSG "Ostsee östlich Wagrien", GGB „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“	Fertigstellung gemäß Staatsvertrag bis spätestens 2021	ja	ja Hinterlandanbindung zur FBQ
MWAVT SH	zweigleisiger Ausbau der Bahnstrecke Lübeck - Puttgarden (mit Elektrifizierung) BSG "Östliche Kieler Bucht" und BSG "Ostsee östlich Wagrien", GGB „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“	ROV am 09.01.2013 eröffnet; Elektrifizierung gemäß Staatsvertrag spätestens bis 2021, Ausbau spätestens bis 2028)	ja	ja Hinterlandanbindung zur FBQ
Stadt Fehmarn	B-Plan für Windpark Ostermarkelsdorf	Aufstellungsbeschluss 10/2012	nein*	nein
WSD	Verlängerung der westlichen Steinschüttmole an der Yacht- und Bootswerft Martin in der Gemarkung Avendorf (Fehmarn) BSG "Ostsee östlich Wagrien"	Genehmigung 2013	ja	nein**
WSD	Installation eines zusätzlichen Radarmastes auf dem Leuchtturm Staberhuk, Errichtung eines neuen Radar- und Leuchtturmes neben dem	keine Angabe		nein**



Befragte Stelle	Projekte/ Pläne Lage zu Natura 2000-Schutzgebieten	voraussichtliche Bauphase/ Planungsstand	hinreichend verfestigte Planung	Berücksichtigung
	Leuchtturm Westermarkelsdorf GGB „Staberhuk“, BSG "Östliche Kieler Bucht"			
WSD	Unterhaltungsbaggerungen Zufahrt/Fahrwasser Heiligenhafen BSG "Östliche Kieler Bucht", GGB „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“	regelmäßige Baggerungen aufgrund Planfeststellungsbeschluss	ja	nein**
WSD	Verbringung von Nassbaggergut aus der Verbreiterung der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals nördlich der Natura 2000-Gebiete in der Eckernförder Bucht BSG "Östliche Kieler Bucht"	laufendes Planfeststellungsverfahren	ja	nein***
WSD	Ausbau der Fahrrinne zum Hafen Wismar, Hafenausbauplanungen	noch nicht abzusehen	nein	nein***

* da Planreife nach § 33 BauGB in absehbarer Zeit nicht erreichbar

** mangels Vorhabensumfang, -größe

*** mangels Nähe zu Schutzgebieten, auf die sich die Feste Fehmarnbeltquerung auswirken kann

6.2.4.2. Beschreibung der Pläne und Projekte mit potenziellen kumulativen Beeinträchtigungen

Projekte und Pläne im Meeresbereich

2 dänische Windparks sind in der Nähe der Festen Fehmarnbeltquerung in Betrieb: Nysted ([Rødsand 1] 72 OWEA mit ungefähr 160 MW) und Rødsand 2 (90 OWEA mit ungefähr 200 MW, Abbildung 6-26). Die Parks befinden sich vor der Küste Lollands, südlich der Rødsand-Lagune und erstrecken sich über ein Gesamtgebiet von ungefähr 75 km². Der Windpark Rødsand 2 als nächstgelegene Anlage liegt über 10 km von der Trasse des Absenktunnels entfernt. Der Windpark Nysted wurde 2003 in Betrieb genommen, d.h. noch bevor das GGB „Fehmarnbelt“ als Natura 2000-Gebiet vorgeschlagen wurde. Die Inbetriebnahme des Windparks Rødsand 2 erfolgte im Oktober 2010. Beide OWP können u. U. als Vorbelastung wirksam sein, sofern überhaupt eine Wirkung auf die betrachteten Schutzgebiete zu verzeichnen ist (dies kann nur in einer gebietsbezogenen Analyse geprüft werden).

In den deutschen Gewässern der Mecklenburger Bucht innerhalb der 12 sm-Zone (Küstenmeer SH) liegt für GEOFR_E seit dem 08.01.2007 eine Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von fünf Windkraftanlagen vor (Staatliches Umweltamt Kiel 2007, vgl. CONTIS-Informationssystem des BSH, BSH 2011). Die Genehmigung ist bis 31.12.2013 gültig. Eine Genehmigung für die Netzanbindung mittels einer 20,2 km langen Seetrasse bis zum landseitigen Einspeisepunkt in Göhl (Ostholstein) mit Anlandepunkt Rosenfelde liegt

ebenfalls vor. Laut Genehmigungsbescheid liegt der geplante OWP rund 6 km vom BSG "Ostsee östlich Wagrien" entfernt.

Der Bundesfachplan Offshore (BFO) für die AWZ der Ostsee 2013 beinhaltet im wesentlichen die raumbedeutenden Festlegungen zur Identifizierung von Offshore-Anlagen, die in räumlichem Zusammenhang stehen und für Sammelanbindungen geeignet sind, sowie in Standort-, Trassen- und Korridorplanung für Netzanschlussysteme. Der Anwendungsbereich dieses Plans zielt auf die räumliche Festlegung der Offshore-Anlagen ab, die für Sammelanbindungen geeignet sind, sowie die räumliche Festlegung der Trassen für Seekabelsysteme und Standorte für Umspannplattformen in der deutschen AWZ der Ostsee. Rechtlich verbindlich wird der BFO nach derzeit geltender Rechtslage durch die Sicherung im Rahmen einer – aktualisierten – AWZ Ostsee ROV.

Es handelt sich bei dem BFO um einen SUP-pflichtigen Plan, der daher auch im Sinne des FFH-Rechts eingestuft ist, so dass eine FFH-Verträglichkeitsprüfung für die im Plan vorgesehenen Seekabeltrassen und Umspann- bzw. Sammelplattformen durchgeführt worden ist (Entwurf Umweltbericht, Stand August 2013):

"Im Rahmen des Bundesfachplans Offshore werden einzelne Seekabeltrassen und Umspannplattformen in räumlicher Nähe zu den FFH-Gebieten „Westliche Rönnebank“ und „Adlergrund“ sowie des EU-Vogelschutzgebietes „Pommersche Bucht“ geplant. Bei der Verträglichkeitsprüfung werden darüber hinaus auch Fernwirkungen der innerhalb der AWZ getroffenen Festlegungen auf die Schutzgebiete in der angrenzenden 12-Seemeilenzone und in den angrenzenden Gewässern der Nachbarstaaten berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die Prüfung und Berücksichtigung funktionaler Beziehungen zwischen den einzelnen Schutzgebieten bzw. die Kohärenz des NATURA 2000-Netzes, da sich der Lebensraum mancher Zielarten (z.B. Vögel, marine Säuger) aufgrund ihres großen Aktionsradius über mehrere Schutzgebiete erstrecken kann.

Im Einzelnen finden das FFH-Gebiet „Adlergrund og Rønne Banke“ in der dänischen AWZ sowie das EU-Vogelschutzgebiet „Westliche Pommersche Bucht“ im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern Berücksichtigung."

Projekte im Küstenbereich

Das Projekt Bau von drei Bühnen im Bereich des Südstrandes Meeschendorf (mit Felsblöcken) grenzt an das BSG "Ostsee östlich Wagrien" an. Der Strand- und Küstenbereich liegt jedoch nicht innerhalb des Schutzgebiets (vgl. DTK25-V, Blatt-Nr. 1633-491c, im Download unter www.natura2000.schleswig-holstein.de; abgerufen 08.01.2013). In den Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) vom 16.10.2012 ist eine FFH-Vorprüfung integriert. Die geplante Bühnenlänge beträgt demnach zwischen 34 und 54 m, wovon bis zu 42 m auf den Meeresbereich entfallen. Es werden ein Bagger sowie Traktoren mit Muldenkipper eingesetzt, ggf. auch ein Lader. Der Flachwasserbereich zwischen den Bühnen muss wahrscheinlich für die Baumaßnahme befahren werden.

Das Projekt Unterdükerung der Kieler Förde von Heikendorf nach Friedrichsort liegt rund 4 km südwestlich des BSG "Östliche Kieler Bucht". Die Unterquerung der Kieler Förde soll in



geschlossener Bauweise nach dem Rohrvortriebverfahren realisiert werden. Hierbei wird ein Tunnel auf einer Länge von 1.450 m mit einem Innendurchmesser von ca. 1,8 m unter der Förde vorgetrieben, in den anschließend die beiden zu verlegenden Schmutzwasserdruckrohrleitungen eingezogen werden. Die Anschlüsse an das Unterquerungsbauwerk auf beiden Uferseiten im Bereich der Böschungen werden in offener Bauweise hergestellt (http://ausschreibungen-deutschland.de/89613_Vergabe_von_Ingenieurleistungen_nach_denLeistungsphasen_5-9_des__42_HOAI_fuer_die_Verlegung_2012_Schoenkirchen; abgerufen 22.03.2013).

Das Projekt Deichverstärkung Oldenburger-Grabenniederung Dahme - Rosenfelde grenzt an das BSG "Ostsee östlich Wagrien" an. Der Strand- und Küstenbereich liegt jedoch nicht innerhalb des Schutzgebiets (vgl. DTK25-V, Blatt-Nr. 1633-491h und 1633-491i). Die Bauarbeiten sind abgeschlossen.

Der Entwurf des B-Plans Nr. 72 der Stadt Fehmarn, OT Burg – Sportboothafen Burgstaaken – im Bereich des Burger Binnensees sieht eine Erweiterung des Sportboothafens mit weiteren ca. 350 Liegeplätzen, neuen Steganlagen sowie Ferienwohnen auf dem Wasser, Gewerbe- und Promenadenbereiche vor.

Die Hinterlandanbindung für die Feste Fehmarnbeltquerung wird gemäß dem Staatsvertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Dänemark vom 03.09.2008 bis zur Eröffnung der Festen Fehmarnbeltquerung folgende Maßnahmen zur Hinterlandanbindung umfassen:

- Vierstreifiger Ausbau der Bundesstraße B 207 zwischen Heiligenhafen und Puttgarden. Die Fehmarnsundbrücke bleibt zweistreifig.
- Die eingleisige Schienenstrecke zwischen Lübeck und Puttgarden wird bis zur Eröffnung der Querung elektrifiziert und für Geschwindigkeiten bis zu 160 km/h ausgebaut.
- Spätestens sieben Jahre nach Eröffnung der Fehmarnbeltquerung soll der Ausbau zwischen Lübeck und Puttgarden zu einer zweigleisigen Strecke abgeschlossen sein. Die Fehmarnsundbrücke bleibt unverändert.

(http://www.bmvbs.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/Verkehrspolitik/EuropaeischeVerkehrspolitik/Fehmarnbeltquerung/fehmarbeltquerung_node.html, abgerufen 28.02.2013).

Die Hinterlandanbindung zur FBQ (zweigleisiger Ausbau der Bahnstrecke mit Elektrifizierung zwischen Lübeck und Puttgarden, vierstreifiger Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden) erstreckt sich weitgehend landeinwärts fern der zu prüfenden BSG. Der einzige Berührungspunkt mit den beiden Vogelschutzgebieten und mit dem GGB DE 1631-392 „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“ (Westseite) bzw. dem GGB DE 1632-392 „Küstenlandschaft vor Großenbrode und vorgelagerte Meeresbereiche“ (Ostseite) ist die Fehmarnsundbrücke. Die Fehmarnsundbrücke verbleibt in ihrem heutigen eingleisigen Zustand (s.o., nach Angabe des BMVBS sowie DB Netz AG [2012:18]). Die Straßenverbindung auf der bestehenden Fehmarnsundbrücke soll ebenfalls in ihrem heutigen zweistreifigen Zustand bleiben.

6.2.4.3. Ermittlung und Bewertung der kumulativen Beeinträchtigungen

Projekte im Meeresbereich

Projektbedingte Wirkprozesse, die zu Beeinträchtigungen aufgrund des Absenktunnels führen und sich bis in größere Entfernungen vom Entstehungsort auswirken können und daher in diesem Zusammenhang relevant sind, sind folgende:

- baubedingter Unterwasserlärm (Vertreibung von Meeressäugern)
- baubedingte Sedimentverdriftung (Beeinträchtigung der benthischen Flora und Fauna)
- Verluste von Rastvogelhabitaten infolge baubedingter Sedimentverdriftung

Wirkprozess Unterwasserlärm

Unterwasserlärm durch Rammungen der Fundamente ist der Wirkprozess beim Bau eines OWP mit der größten Reichweite. Rammungen können Schweinswale (und andere Meeressäuger) bis zu einem Radius von 20 km beeinträchtigen (Brandt et al. 2011, UVS Anlage 15 Band 2b, Kap. 3.10.3.9), jedoch nur für eine kurze Zeitspanne (insbesondere bei einem kleinen OWP wie GEOFR_E mit nur fünf genehmigten Anlagen). Um den UBA-Wert zur Vermeidung von Verletzungen von Schweinswalen einzuhalten, sind i.d.R. schallmindernde Maßnahmen erforderlich, die diesen Radius verringern. Der OWP GEOFR_E ist das Projekt mit der größten räumlichen Nähe zur Festen Fehmarnbeltquerung. Der Standort des genehmigten Windparks liegt mehr als 30 km von der Festen Fehmarnbeltquerung entfernt. Kumulative Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete durch den Bau des OWP GEOFR_E sind nicht möglich, wenn die geringste Entfernung zwischen GGB und Windpark mehr als 20 km beträgt. Innerhalb eines Radius von 20 km liegen folgende GGB (Staatliches Umweltamt Kiel 2007, OECOS 2002):

- GGB DE 1533-301 „Staberhuk“
- GGB DE 1632-392 „Küstenlandschaft vor Großenbrode und vorgelagerte Meeresbereiche“
- GGB DE 1733-301 „Sagas-Bank“.

Für diese Schutzgebiete erfolgt daher eine Einschätzung der Relevanz der potenziell kumulativen Wirkung durch Unterwasserlärm in der FFH-VVP.

Alle weiteren OWP, die in noch weitaus größerer Entfernung vorgesehen sind als GEOFR_E (EnBW Baltic 2, Kriegers Flak II, Wikinger, Arkona-Becken Südost, Abbildung 6-26) sind nicht geeignet, Kumulationseffekte zu entfalten. Eine Überlagerung des Wirkraums der Festen Fehmarnbeltquerung mit den Wirkräumen der relevanten OWP mit der Folge additiver oder synergistischer Wirkungen ist auszuschließen.

Darüber hinaus sind Kumulationseffekte nur bei zeitgleich stattfindenden Bauarbeiten möglich. Der mögliche Baustart von OWP ist eine Investitionsentscheidung, die von vielen Aspekten abhängt und u.a. für den OWP GEOFR_E nicht konkret absehbar ist.



Wirkprozess erhöhte Schwebstoffkonzentrationen und Sedimentation aufgrund Sedimentverdriftung

Die am weitesten reichende projektbedingte Beeinträchtigung entsteht durch erhöhte Schwebstoffkonzentrationen und durch die Ablagerung von baubedingt aufgewirbelten Sedimenten, die auch in Natura 2000-Gebiete verdriftet werden und dort z.T. so hoch sind, dass Beeinträchtigungen der benthischen Flora und Fauna prognostiziert werden (d.h. Indiz für eine Beeinträchtigung der LRT, in denen diese Pflanzen- und Tierarten verbreitet sind). Die baubedingte Verdriftung von Sedimenten ist auch eine Wirkung von OWP, die jedoch selbst bei Verwendung von Schwerkraftfundamenten (wie bei den im Flachwasser errichteten OWP Nysted und Rødsand II) nur eine begrenzte Reichweite hat und kein GGB erreichen kann. Beim Bau der geplanten OWP wird wahrscheinlich wegen der relativ großen Wassertiefen und der schwierigen Baugrundverhältnisse mit Schlickauflagen eine Jacket-, und/oder Monopilegründung zur Anwendung kommen (wie bei EnBW Baltic 2 konkret vorgesehen), bei der die Pfähle gerammt werden, während Schwerkraftfundamente den Aushub von Baugruben mit entsprechend größerer Sedimentfreisetzung voraussetzen.

Eine Überlagerung des Wirkraums der Festen Fehmarnbeltquerung mit den Wirkräumen der relevanten OWP mit der Folge additiver oder synergistischer Wirkungen ist generell auszuschließen. Der OWP GEOFR_E liegt laut Genehmigungsbescheid rund 6 km vom BSG "Ostsee östlich Wagrien" entfernt. Aufgrund dieser Entfernung ist eine Verdriftung von Sediment in das BSG hinein auszuschließen. Modellsimulationen für die Gründungsalternative Monopile (5 m Durchmesser) ergaben eine maximale Ausbreitung verdrifteter Sedimente von 2-3 km (OECOS 2002, S. 142). „Kumulative Effekte sind im Zusammenhang mit der Netzanbindung und den vorhandenen Nutzungen/Beeinträchtigungen (Fischerei, Schifffahrt, Freizeitnutzung) – aufgrund der geringen oder keinen Auswirkungen des Vorhabens auf das EU-Vogelschutzgebiet – ausgeschlossen“ (Staatliches Umweltamt Kiel, 2007, S. 58).

Die Netzanbindung des OWP GEOFR_E quert das BSG DE 1633-491 „Ostsee östlich Wagrien“, verläuft hingegen südlich des GGB DE 1733-301 „Sagas-Bank“. Das dafür notwendige Kabel wird üblicherweise mit einem Trencher (Fräse) eingespült, eingefräst oder eingepflügt. Die dabei freigesetzte Sedimentmenge ist bei einer maximalen Grabentiefe von 1,5 m und einer maximalen Grabenbreite von 0,35 m sehr begrenzt. Die Sedimentverdriftung/Reichweite der entstehenden Trübungsfahnen ist infolgedessen ebenfalls räumlich begrenzt und erreicht nicht das angrenzende GGB (Abstand ca. 500 m) mit den als Nahrungsgrund für Meerestenten bedeutsamen Flachgründen. Die Dauer einer möglichen Einwirkung ist gleichfalls gering, so dass eine Überlagerung mit dem Wirkraum der Sedimentverdriftung beim Bau der Festen Fehmarnbeltquerung auszuschließen ist. Aufgrund der Querung des Vogelschutzgebiets ist jedoch eine weitere Prüfung in der FFH-VS für das BSG erforderlich.

Wirkprozess baubedingte Verluste von Rastvogelhabitaten

Verluste von Rastvogelhabitaten können als Folgewirkung der Sedimentverdriftung beim Bau des Absenktunnels entstehen, wenn Teile der benthischen Fauna, insbesondere Muscheln und hier speziell die Miesmuschel, vorübergehend so in ihrer Biomasse zurückgehen, dass die Nahrungsgrundlage von Meeres- und Tauchenten signifikant abnimmt. Außerdem kann

eine verstärkte Wassertrübung die Nahrungssuche von Wasservogelarten erschweren. Ein Einfluss zusammenwirkender Projekte ist daher anzunehmen, wenn Rastvorkommen von Meeres- und Tauchenten in den BSG in größerem Umfang (ggf. auch durch andere Wirkprozesse) gestört werden. Dies ist jedoch durch keines der zu berücksichtigenden Projekte der Fall. OWP haben nur lokale Auswirkungen auf Rastvögel und haben (als einzelnes Projekt) keinen erkennbaren Einfluss auf ziehende Wasservögel wie die hier maßgeblichen Meeres- und Tauchenten.

Pläne im Meeresbereich

Die Rahmen der Aufstellung des BFO durchgeführte Verträglichkeitsprüfung kommt zu dem Ergebnis: „Auf Grundlage der oben erfolgten Bewertung kann auf der Ebene dieser abstrakteren SUP festgehalten werden, dass die Durchführung des BFO unter strenger Einhaltung der im Rahmen der konkreten Zulassungsverfahren anzuordnenden Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, für die der BFO grundsätzliche textliche Festlegungen trifft, nach derzeitigem Stand keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutz- und Erhaltungsziele der NATURA2000-Gebiete in der AWZ der Ostsee zu erwarten sind.“ (Entwurf Umweltbericht, Stand August 2013). Im Hinblick auf die Funktion des Schutzgebietsnetzes ergeben sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine Hinweise, dass die Kohärenz von NATURA 2000-Gebieten durch die Festlegungen des BFO erheblich beeinträchtigt werden könnte. Die Cluster liegen alle nordwestlich der Schutzgebiete SPA „Pommersche Bucht“, der FFH-Gebiete „Adlergrund“, „Westliche Rönnebank“ und „Pommersche Bucht mit Oderbank“ sowie der Schutzgebiete im Küstenmeer. Damit ergibt sich durch die Windparkcluster weder für aquatische Organismen noch für die Avifauna eine Barrierewirkung, die den Austausch oder die Vernetzung zwischen den Schutzgebieten beeinträchtigen könnte.

Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse für die Feste Fehmarnbeltquerung ist daher festzustellen, dass sich keine erheblichen kumulativen Auswirkungen mit dem BFO ergeben können.

Projekte im Küstenbereich

In der nachfolgenden Tabelle ist zusammengestellt, ob durch die zu berücksichtigenden Projekte im Küstenbereich kumulative Wirkungen möglich sind. Die Prüfung ergibt, dass mit Ausnahme der Erweiterung des Sportboothafens Burgstaaken (B-Plan Nr. 72 der Stadt Fehmarn), durch die z. T. Flächen des BSG „Ostsee östlich Wagrien“ in Anspruch genommen werden, und des Bühnenbaus Meeschendorf durch diese weiteren Projekte ein Zusammenwirken mit den Wirkungen des Absenktunnels ausgeschlossen ist. Die weiteren Projekte liegen außerhalb der Schutzgebiete und im Fall des Dükers Heikendorf-Friedrichsort so weit von den Vogelschutzgebieten entfernt (ca. 4 km), dass Auswirkungen auf maßgebliche Vogelarten wie insbesondere baubedingte Störungen grundsätzlich nicht möglich sind. Hinzu kommt die zeitliche Dimension. Die Deichverstärkung Dahme-Rosenfelde z. B. ist lange abgeschlossen, bevor Wirkungen der Feste Fehmarnbeltquerung eintreten können. Ein Zusammenwirken ist räumlich und/oder zeitlich nicht möglich.



Tabelle 6-14 Ermittlung und Bewertung der kumulativen Beeinträchtigungen

Projekte/ Pläne Lage zu Natura 2000-Schutzgebieten	Bewertung der kumulativen Beeinträchtigungen
<p>Buhnenbau im Bereich des Südstrandes Meeschendorf, 3 Stk. (mit Felsblöcken) Vorhabenträger: Stadt Fehmarn, Tourismusservice BSG "Ostsee östlich Wagrien"</p>	<p>Die geplante Buhnenlänge beträgt zwischen 34 und 54 m, wovon bis zu 42 m auf den Meeresbereich entfallen (LBP, S. 13 bis 15). Damit sind anlagebedingte Beeinträchtigungen im Schutzgebiet auszuschließen (LBP, S. 44: „Die Gebietsgrenze verläuft in 50 m Abstand zur Uferlinie“).</p> <p>Infolge des Baulärms ist davon auszugehen, dass Wasservögel einen Umkreis von 100 m um die Baustelle vollständig meiden werden. Damit wird ein Bereich von etwa 3 ha (300 m x 100 m) Flachwasserzone über mehrere Wochen gestört und fällt, je nach Zeitpunkt der Realisierung, zur Nahrungssuche oder als Ruheraum aus. Diese Beeinträchtigung ist jedoch zeitlich begrenzt und findet außerhalb bzw. am Rande der Winterrastzeiten (Oktober-März) statt. Die baubedingte Sedimentverdriftung wirkt sich über die Nahrungstiere indirekt auf Vögel aus. Aufgrund der geringen betroffenen Fläche und dem Bauzeitenfenster ist nicht mit messbaren Beeinträchtigungen zu rechnen (LBP, S. 51).</p>
<p>Unterdükerung der Kieler Förde mit Düker ø 2000mm; von Heikendorf nach Friedrichsort rund 4 km süd-westlich BSG "Östliche Kieler Bucht"</p>	<p>Auswirkungen auf die für das Vogelschutzgebiet maßgeblichen Vogelarten (durch baubedingte Störung) sind aufgrund der Lage des Projekts außerhalb des BSG und wegen der weitgehend untertägigen Bauarbeiten ausgeschlossen.</p>
<p>Deichverstärkung Oldenburger-Grabenniederung; Dahme - Rosenfelde nahe am BSG "Ostsee östlich Wagrien"</p>	<p>Relevante Auswirkungen auf die für das Vogelschutzgebiet maßgeblichen Vogelarten (durch baubedingte Störung) sind aufgrund der Lage (Bauarbeiten im Landbereich oberhalb des Strands) ausgeschlossen. Aufgrund der Fertigstellung 2013 ist eine zeitliche Überlagerung mit den Bauarbeiten zur FBQ nicht gegeben.</p>
<p>Ausbau des Sportboothafens Burgstaaken im Bereich des Burger Binnensees (B-Plan Nr. 72 der Stadt Fehmarn, OT Burg) BSG "Ostsee östlich Wagrien"</p>	<p>Es handelt es sich um eine Erweiterung des Sportboothafens Burgstaaken um weitere ca. 350 Liegeplätze. Die Erweiterung der Kapazität wird voraussichtlich zu einer Zunahme des Freizeitbootverkehrs führen und Störungen von Wasservogelarten (insbesondere Brutvögel) verursachen. Es ist davon auszugehen, dass außerhalb der Saison, in der Zeit vom 15. Oktober bis 15. April (Winterhalbjahr), nur wenige bis gar keine Aktivitäten auf den Wasserflächen stattfinden (vgl. Begründung zur F-Planänderung Nr. 58 der Stadt Fehmarn vom 10.05.2006). Überwinternde Rastvögel sind daher voraussichtlich kaum betroffen. Eine weitere Prüfung ist in der FFH-VS für das BSG erforderlich.</p>

Projekte/ Pläne Lage zu Natura 2000-Schutzgebieten	Bewertung der kumulativen Beeinträchtigungen
vierspuriger Ausbau der B 207 Heiligenhafen Ost - Puttgarden BSG "Östliche Kieler Bucht" und BSG "Ostsee östlich Wagrien", GGB „Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht“	Auswirkungen auf die für das Vogelschutzgebiet maßgeblichen Vogelarten (Störung, Habitatverlust) sowie auf LRT (durch Sedimentverdriftung) und Meeressäuger (Störung), die maßgebliche Bestandteile des GGB bilden, sind ausgeschlossen, da im Bereich der Sundbrücke kein Ausbau erfolgt.
zweigleisiger Ausbau der Bahnstrecke Lübeck - Puttgarden (mit Elektrifizierung) BSG "Östliche Kieler Bucht" und BSG "Ostsee östlich Wagrien", GGB „Küstenlandschaft vor Großenbrode und vorgelagerte Meeresbereiche“	Auswirkungen auf die für das Vogelschutzgebiet maßgeblichen Vogelarten (Störung, Habitatverlust) sowie auf LRT (durch Sedimentverdriftung) und Meeressäuger (Störung), die maßgebliche Bestandteile des GGB bilden, sind ausgeschlossen, da im Bereich der Sundbrücke kein Ausbau erfolgt.