

Anlage 1 Anhang 1

Stand: 30.06.2025

**Feste Fehmarnbeltquerung**  
Planänderung zur Vergrößerung des  
minimalen Arbeitsbereichs im FFH-  
Gebiet „Fehmarnbelt“ während der  
Absenkarbeiten

**Anhang 1**  
**Schallmodellierung**  
**ausgewählter Szenarien**

# Feste Fehmarnbeltquerung

Planänderung zur Vergrößerung des minimalen Arbeitsbereichs  
im FFH-Gebiet „Fehmarnbelt“ während der Absenkarbeiten

## Anlage 1, Anhang 1 Schallmodellierung ausgewählter Szenarien

Aufgestellt:



**DEGES**

im Auftrag der Autobahn  
GmbH des Bundes



Kopenhagen, 30.06.2025  
Femern A/S

Berlin, 30.06.2025  
DEGES Deutsche Einheit  
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

gez. Claus Dynesen

gez. Kirsten von Grumbkow

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

Erstellt durch

TGP Konsortium

Verantwortlicher Projektleiter: Peter Hermanns

Datum: 30.06.2025

gez. Peter Hermanns

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

sowie

FEMO-Konsortium

Verantwortliche Projektleiterin: Sanne Lina Niemann

Datum: 30.06.2025

gez. Sanne Lina Niemann

**DHI A/S  
Agern Allé 5  
2970 Hørsholm  
Dänemark**

mit

WSP Danmark A/S  
Linnés Allé 2  
2630 Taastrup  
Dänemark

BioConsult SH GmbH & Co.  
KG  
Schobüller Straße 36  
25813 Husum  
Deutschland

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Szenario Nr. 1 für Schallimmissionen während der Absenkphase.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Szenario Nr. 2 für Schallimmissionen während der Absenkphase.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Szenario Nr. 3 für Schallimmissionen während der Absenkphase.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Szenario Nr. 4 für Schallimmissionen während der Absenkphase.....</b>	<b>15</b>
<b>1.5. Szenario Nr. 5 für Schallimmissionen während der Absenkphase.....</b>	<b>17</b>
<b>2. BARRIEREWIRKUNG INNERHALB DES FFH-GEBIETS „FEHMARNBELT“ .....</b>	<b>19</b>
<b>3. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>19</b>

## Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1- 1** Übersicht über Szenario Nr. 1 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die prognostizierte Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar. .... 11
- Abbildung 1- 2** Übersicht über Szenario Nr. 2 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar. .... 13
- Abbildung 1- 3** Übersicht über Szenario Nr. 3 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar. .... 15
- Abbildung 1- 4** Übersicht über Szenario Nr. 4 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die resultierenden prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar. .... 17
- Abbildung 1- 5** Übersicht über Szenario Nr. 5 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die resultierenden prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar. .... 18

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 1. ....	10
Tabelle 1-2 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 2. ....	12
Tabelle 1-3 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 3. ....	14
Tabelle 1-4 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 4. ....	16
Tabelle 1-5 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 5. ....	18
Tabelle 2-1 Ungefähre Breite der Tunneltrasse innerhalb des FFH-Gebietes "Fehmarnbelt", die in den modellierten Szenarien, unter Berücksichtigung eines minimalen Arbeitsbereichs von 1.1100 m, von Projektschall mit > 140 dB betroffen ist. Das FFH-Gebiet hat entlang der Trasse eine Breite von ca. 4.300 m. ....	19

## Abkürzungsverzeichnis

AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
dB	Dezibel
d.h.	das heißt
FFH	Fauna-Flora-Habitat (Richtlinie der EU)
IP	Absenkponton (aus dem Englischen <i>Immersion Pontoon</i> )
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
m	Meter
max.	maximal
MPP	Mehrzweckponton (aus dem Englischen <i>Multipurpose Pontoon</i> )
Nr.	Nummer
PLP	Schutzschicht-Ponton (aus dem Englischen <i>Protection Layer Pontoon</i> )
s.	siehe
SP	Ponton zum Einbau der Haltefüllung und Wiederverfüllung (aus dem Englischen <i>Spreader Pontoon</i> )
T-Route	Hauptschifffahrtsroute in der Ostsee
TSDH	Laderaumsaugbagger (aus dem Englischen <i>Trailing Suction Hopper Dredger</i> )
u.U.	unter Umständen
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

## 1. Einleitung

Gemäß Planfeststellungsbeschluss ist die Einhaltung folgender zwei Lärmindikatoren zum Schutz des Schweinswales zu gewährleisten:

1. Indikator 1: Es dürfen zu keiner Zeit mehr als 20 % des Querschnitts des Fehmarnbelts zwischen Puttgarden und Rødbyhavn mit mehr als 144 dB durch stationäre Projektarbeiten beschallt werden (Anlage 12 der Planfeststellungsunterlagen, Anhang IA, Maßnahmenblatt 8.4 M/V<sub>Ar</sub> sowie Planfeststellungsbeschluss, Teil B III, Kap. 3.4.2).
2. Indikator 2: Zwischen Anfang Juni und Ende September darf nicht mehr als 1 % der Fläche des FFH-Gebiets „Fehmarnbelt“ (280 km<sup>2</sup>) mit mehr als 140 dB durch das Vorhaben beschallt werden (Ziffer 2.2.4 Nr. 19 des Planfeststellungsbeschlusses).

In Abstimmung mit der Planfeststellungsbehörde sowie den zuständigen Naturschutzbehörden wurde die Umsetzung der Überwachung dieser Vorgaben im Detailkonzept Unterwasserschall konkretisiert: Die baubedingten Schallimmissionen werden fortlaufend in 15-Minuten-Schritten modelliert und die Ergebnisse durch regelmäßige Messungen überprüft. Eine Modellierung ist notwendig, da eine reine Messung der räumlichen Ausdehnung der baubedingten Schallimmissionen aufgrund vielfältiger weiterer Schallquellen (z.B. durch den Schiffsverkehr im Fehmarnbelt) nicht möglich ist. Hierzu wird das sogenannte Quonops-Modell verwendet, welches im Rahmen der Detailkonzepte Unterwasserschall für den Aushub des Tunnelgrabens bzw. die Absenkphase mit den zuständigen Fachbehörden abgestimmt wurde (vgl. Anlage 1 dieser Planänderung, Kap. 2.4 und Detailkonzepte Unterwasserschall).

Im Vergleich zu dem Modell in der UVS (Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen, Anhang B Methodik, S. 930 ff.; und Anlage 22.5, Anhang 2 zum Schallschutzkonzept zum Unterwasserlärm) wurde das Verfahren zur Überwachung der baubedingten Schallimmissionen angepasst, um mit einem dynamischen Überwachungsmodell, dem Quonops-Modell, die baubedingten Dauerschallimmissionen und den Hintergrundschall (inkl. projektfremde Schiffe) fortlaufend realitätsnah und separat in Echtzeit abzubilden (vgl. Anlage 1 dieser Planänderung, Kap. 2.4). Das Quonops-Modell berechnet anhand von Umweltdaten und Quellpegeln der Schiffe die Ausbreitung der Schallimmissionen (s. bspw. Abb. 1-1) und die durch den modellierten Projektschall verursachten 140- bzw. 144-dB-Isophonen (Kurven gleichen Schalldruckpegels) und daraus wiederum die Einhaltung beider Indikatoren.

Basierend auf den nun vorliegenden Informationen zu den Absenkarbeiten (Aktivitäten sowie eingesetzte Baugeräte) und deren Abläufe/Abfolgen (siehe Erläuterungsbericht, Anlage 1 dieser Planänderung, Kap. 2.2) wurden für fünf repräsentative Szenarien mit dem Quonops-Modell die baubedingten Unterwasserschallimmissionen modelliert, um zu prüfen, ob die Auflagen der Planfeststellung auch mit der beantragten Planänderung weiterhin eingehalten werden können, d.h. ob mit einer Vergrößerung der Arbeitsbereiche innerhalb des FFH-Gebietes „Fehmarnbelt“ die Grenzwerte von Indikator 1 und Indikator 2 eingehalten werden können. Die Szenarien umfassen alle für die Absenkphase relevanten Arbeiten, wie die Grabenreinigung, die Verlegung des Kiesbetts, das Absenken der Tunnelelemente, die Wiederverfüllung und das Einbringen der Schutzschicht. Dabei wurden verschiedene

Kombinationen von potenziell gleichzeitig stattfindenden Arbeiten, ein minimaler Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung und ein nominaler Arbeitsbereich von 2.315 m Breite, sowie ein freifahrender Laderaumsaugbagger berücksichtigt, welcher das lauteste zu erwartende Schiff ist. Für den minimalen Arbeitsbereich wurden dabei alle bauphysikalisch derzeit infrage kommenden Konstellationen zweier Arbeitsschritte gleichzeitig betrachtet, so dass die Repräsentativität für die tatsächlichen Bauarbeiten gewährleistet ist. Die Entladung des Laderaumsaugbaggers an einer Spülleitung wurde nicht in die Szenarien aufgenommen, da diese Aktivität in Küstennähe stattfindet und der davon ausgehende Schall (> 140 dB) nicht bis ins FFH-Gebiet „Fehmarnbelt“ reicht. Es wurde neben der Prüfung der Einhaltung der Indikatoren prognostiziert wieviel Prozent des Querschnitts des Fehmarnbelts mit mehr als 144 dB durch stationäre Projektarbeiten beschallt werden (Indikator 1) bzw. wieviel Prozent der Fläche des FFH-Gebiets „Fehmarnbelt“ mit mehr als 140 dB beschallt werden (Indikator 2).

Die Lage der Arbeitsbereiche und die Positionen der Bauschiffe innerhalb der Arbeitsbereiche sowie die Position des freifahrenden Laderaumsaugbaggers basieren auf der aktuellen Ausführungsplanung des Bauunternehmens. Für die Modellierung wurden die Schiffe dabei zentral entlang der Tunneltrasse und mit einem möglichst großen Abstand zueinander angeordnet, damit sich deren 140-dB- bzw. 144-dB-Lärmisophonen möglichst nicht überlagern, sondern möglichst alle Schiffe die Indikatoren beeinflussen. In der Realität können die Schiffe näher zusammen bzw. anders positioniert sein. Auch die Position des jeweiligen Arbeitsbereichs wird abhängig vom jeweiligen Arbeitsabschnitt entlang der Tunneltrasse wandern. Die genaue Position (d.h. Breitengrad und Längengrad) der Schiffe innerhalb des minimalen Arbeitsbereichs variiert für die Szenarien, da die Schiffe jeweils über den verfügbaren Platz verteilt wurden. Vorsorglich wurden die Szenarien zudem in tieferen Gebieten simuliert, in denen die Schallausbreitung generell höher ist.

Die verwendeten Quellpegel der Schiffe sind in Tabelle 1-1 bis Tabelle 1-5 dargestellt. Die Quellpegel wurden entweder durch den Bauunternehmer übermittelt oder von bereits vorhandenen Messungen im Fehmarnbelt übernommen (vermessen durch Waterproof B.V. und Itap GmbH).

Zusätzlich zu der Erstellung der Schallkarten und der Berechnung der beiden Indikatoren (Kap. 1.1 bis Kap. 1.5) wurden die modellierten Schallimmissionen der Projektschiffe mit mehr als 140 dB entlang der Tunneltrasse (Querschnitt zwischen Lolland und Fehmarn) verwendet, um eine potenzielle Barrierewirkung innerhalb des FFH-Gebietes „Fehmarnbelt“ zu berechnen (s. Kapitel 2).

### **1.1. Szenario Nr. 1 für Schallimmissionen während der Absenkphase**

Szenario 1 berücksichtigt folgende Tätigkeiten (aufgeteilt in die verschiedenen Arbeitsbereiche innerhalb und außerhalb des FFH-Gebiets):

1. **Arbeitsbereich 1 (außerhalb):** Absenken eines Tunnelelementes und Einbringen der Schutzschicht,

2. **Arbeitsbereich 2 (innerhalb):** Verlegung des Kiesbetts als Fundament und Wiederverfüllung durch einen „Spreader Pontoon“ (SP, aus dem Englischen, Ponton zum Einbau der Haltefüllung und Wiederverfüllung) und Laderaumsaugbagger.

Eine schematische Beschreibung des Szenarios und der verwendeten Quellpegel befindet sich in Tabelle 1-1.

**Tabelle 1-1 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 1.**

(SP= Spreader Pontoon, IP= Immersion Pontoon, MPP= Multipurpose Pontoon, TSHD= Laderaumsaugbagger; Verwendete Quellpegel gemäß: <sup>a</sup> = Bauunternehmen, <sup>b</sup> = Itap GmbH, <sup>c</sup> = Waterproof B.V.)

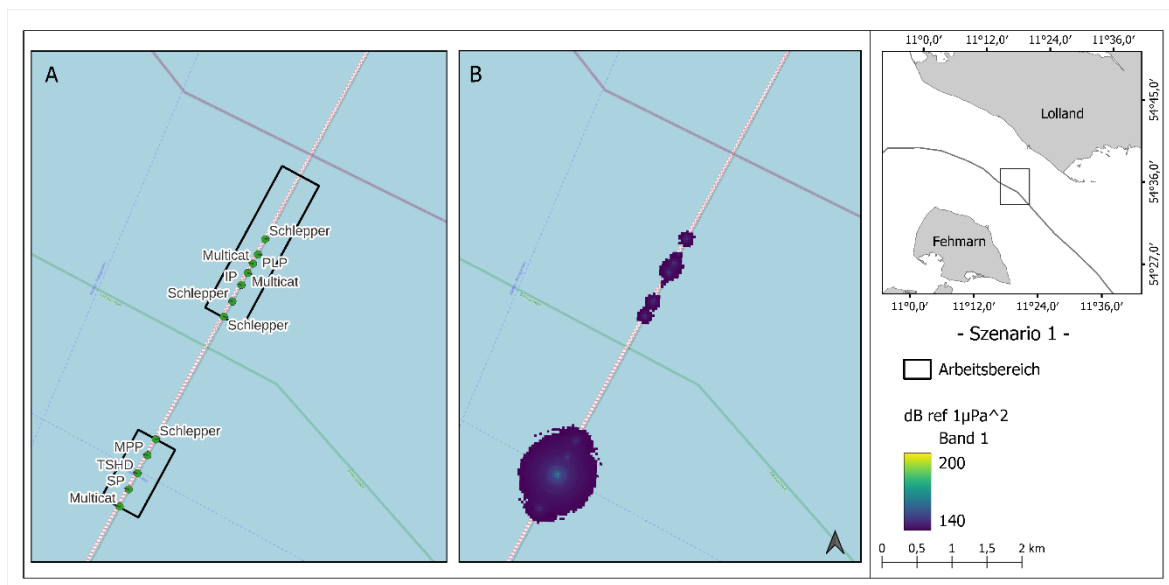
Arbeitsbereich	Position	Schiff	Aktivität	Quellpegel (dB)
Arbeitsbereich 1	Außerhalb FFH-Gebiet	1x IP	Absenkung Tunnelement	167,0 <sup>a</sup>
		1x PLP	Einbringen Schutzschicht	167,0 <sup>a</sup>
		3x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
		2x Multicat	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Arbeitsbereich 2	Innerhalb FFH-Gebiet	1x SP	Wiederverfüllung	167,0 <sup>a</sup>
		1x TSHD	Wiederverfüllung	188,8 <sup>b</sup>
		1x MPP	Einbringung Kiesbett	177,0 <sup>a</sup>
		1x Multicat	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
		1x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>

Basierend auf den Berechnungen des Quonops-Modells für die Schallimmissionen im Projektgebiet ergibt sich für Szenario 1 für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite ein Wert von 8,51 % für Indikator 1.

Das Szenario erfüllt damit unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe das Kriterium von Indikator 1.

Die Werte für Indikator 2 liegen für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite bei 0,37 %. Das Szenario erfüllt unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe auch das Kriterium von Indikator 2.

Die zugehörige modellierte Karte zur Ausbreitung des Unterwasserschalls befindet sich in Abbildung 1- 1.



**Abbildung 1-1** Übersicht über Szenario Nr. 1 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die prognostizierte Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar.

## 1.2. Szenario Nr. 2 für Schallimmissionen während der Absenkphase

Szenario 2 berücksichtigt folgende Tätigkeiten (aufgeteilt in die verschiedenen Arbeitsbereiche innerhalb und außerhalb des FFH-Gebiets):

1. **Arbeitsbereich 1 (außerhalb):** Einbringen des Kiesbetts,
2. **Arbeitsbereich 2 (innerhalb):** Wiederverfüllung und Einbringen der Schutzschicht

Eine schematische Beschreibung des Szenarios und der verwendeten Quellpegel befindet sich in Tabelle 1-2.

**Tabelle 1-2 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 2.**

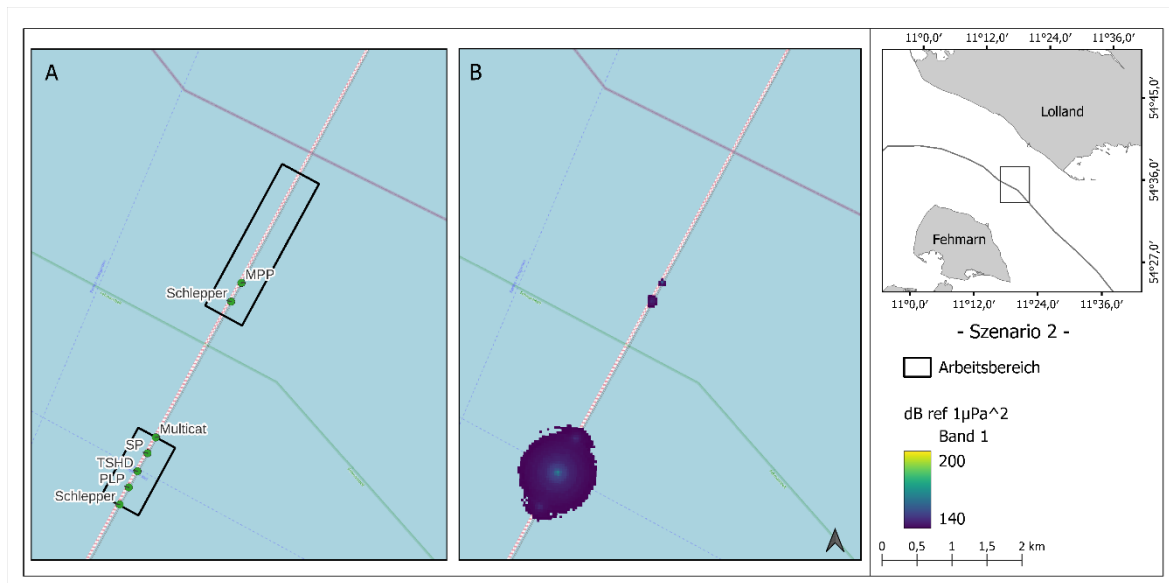
(PLP= Protection Layer Pontoon, MPP= Multipurpose Pontoon, SP= Spreader Pontoon, TSHD= Laderaumsaugbagger; Verwendete Quellpegel gemäß: <sup>a</sup> = Bauunternehmen, <sup>b</sup> = Itap GmbH, <sup>c</sup> = WaterProof B.V.)

Arbeitsbereich	Position	Schiff	Aktivität	Quellpegel (dB)
Arbeitsbereich 1	Außerhalb FFH-Gebiet	1x MPP	Einbringen Kiesbett	177,0 <sup>a</sup>
		1x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Arbeitsbereich 2	Innerhalb FFH-Gebiet	1x SP	Wiederverfüllung	167,0 <sup>a</sup>
		1 x TSHD	Wiederverfüllung	188,8 <sup>b</sup>
		1x PLP	Einbringen Schutzschicht	167,0 <sup>a</sup>
		1x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
		1x Multicat	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>

Basierend auf den Berechnungen des Quonops-Modells für die Schallimmissionen im Projektgebiet ergibt sich in Szenario 2 für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite ein Wert von 5,41 % für Indikator 1. Das Szenario erfüllt damit unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe das Kriterium von Indikator 1.

Die Werte für Indikator 2 liegen für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite bei 0,36 %. Das Szenario erfüllt unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe ebenso das Kriterium von Indikator 2.

Die zugehörige modellierte Karte zur Ausbreitung des Unterwasserschalls befindet sich in Abbildung 1- 2.



**Abbildung 1- 2** Übersicht über Szenario Nr. 2 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar.

### 1.3. Szenario Nr. 3 für Schallimmissionen während der Absenkphase

Szenario 3 berücksichtigt folgende Tätigkeiten (aufgeteilt in die verschiedenen Arbeitsbereiche innerhalb und außerhalb des FFH-Gebiets):

1. **Arbeitsbereich 1 (außerhalb):** Absenken eines Tunnelelementes,
2. **Arbeitsbereich 2 (innerhalb):** Einbringen der Filterschicht, Einbringen der Schutzschicht,
3. **Freifahrendes Bauschiff (innerhalb):** Reinigung des Tunnelgrabens durch einen Laderaumsaugbagger.

Eine schematische Beschreibung des Szenarios und der verwendeten Quellpegel befindet sich in Tabelle 1-3.

**Tabelle 1-3 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 3.**

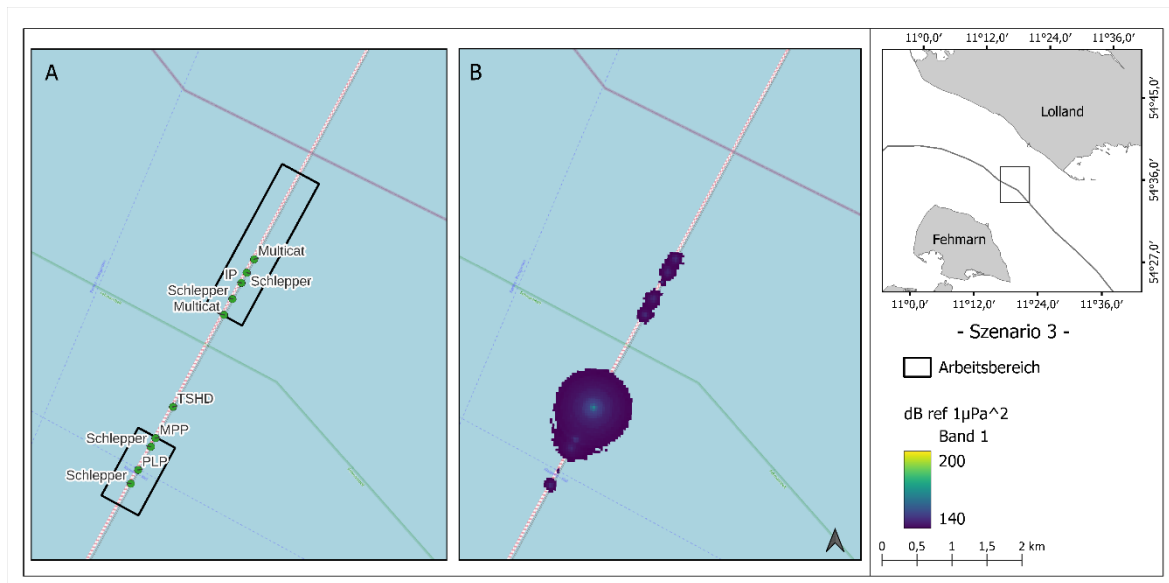
(IP= Immersion Pontoon, PLP= Protection Layer Pontoon, MPP= Multipurpose Pontoon, TSHD= Laderaumsaugbagger; Verwendete Quellpegel gemäß: <sup>a</sup> = Bauunternehmen, <sup>b</sup> = Itap GmbH, <sup>c</sup> = WaterProof B.V.)

Arbeitsbereich	Position	Schiff	Aktivität	Quellpegel (dB)
Arbeitsbereich 1	Außerhalb FFH-Gebiet	1x IP	Absenkung Tunnelement	167,0 <sup>a</sup>
		2x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
		2x Multicat	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Arbeitsbereich 2	Innerhalb FFH-Gebiet	1x PLP	Einbringen Schutzschicht	167,0 <sup>a</sup>
		1x MPP	Einbringen Filterschicht	177,0 <sup>a</sup>
		2x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Freifahrend	Innerhalb FFH-Gebiet	1x TSHD	Grabenreinigung	188,8 <sup>b</sup>

Basierend auf den Berechnungen des Quonops-Modells für die Schallimmissionen im Projektgebiet ergibt sich in Szenario 3 für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite ein Wert von 7,88 % für Indikator 1. Das Szenario erfüllt damit unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe das Kriterium von Indikator 1.

Die Werte für Indikator 2 liegen für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite bei 0,38 %. Das Szenario erfüllt unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe ebenso das Kriterium von Indikator 2.

Die zugehörige modellierte Karte zur Ausbreitung des Unterwasserschalls befindet sich in Abbildung 1- 3.



**Abbildung 1-3** Übersicht über Szenario Nr. 3 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar.

#### 1.4. Szenario Nr. 4 für Schallimmissionen während der Absenkphase

Szenario 4 berücksichtigt folgende Tätigkeiten (aufgeteilt in die verschiedenen Arbeitsbereiche innerhalb und außerhalb des FFH-Gebiets):

1. **Arbeitsbereich 1 (außerhalb):** Absenken eines Tunnelelementes,
2. **Arbeitsbereich 2 (innerhalb):** Einbringen der Schutzschicht,
3. **Freifahrendes Bauschiff (innerhalb):** Reinigung des Tunnelgrabens durch einen Laderaumsaugbagger.

Eine schematische Beschreibung des Szenarios und der verwendeten Quellpegel befindet sich in Tabelle 1-4.

**Tabelle 1-4 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 4.**

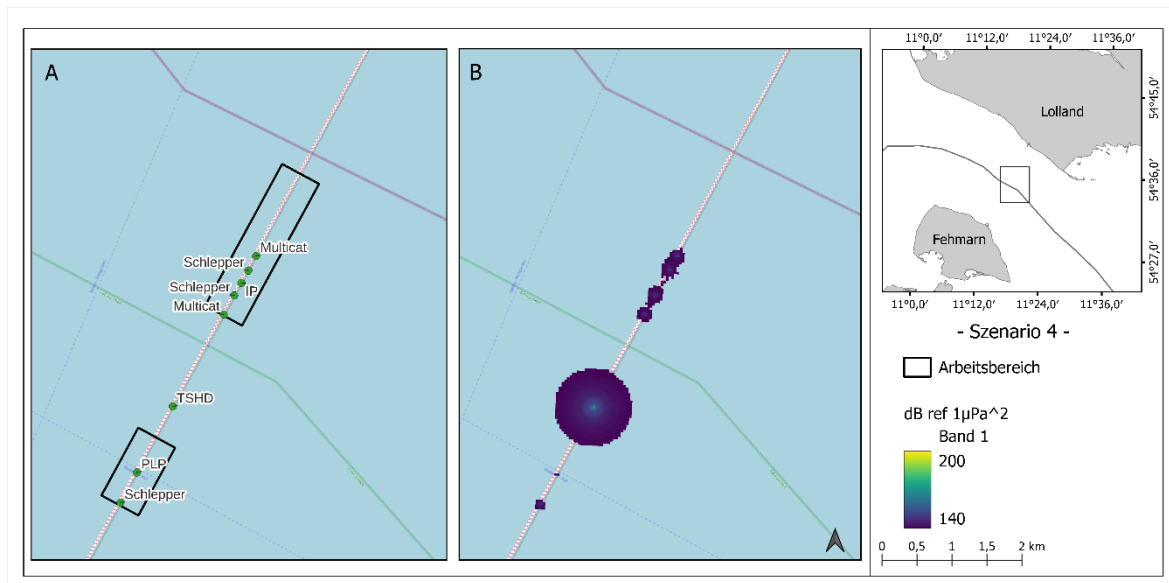
(IP= Immersion Pontoon, PLP= Protection Layer Pontoon, MPP= Multipurpose Pontoon, TSHD= Laderaumsaugbagger; Verwendete Quellpegel gemäß: <sup>a</sup> = Bauunternehmen, <sup>b</sup> = Itap GmbH, <sup>c</sup> = WaterProof B.V.)

Arbeitsbereich	Position	Schiff	Aktivität	Quellpegel (dB)
Arbeitsbereich 1	Außerhalb FFH-Gebiet	1x IP	Absenkung Tunnelement	167,0 <sup>a</sup>
		2x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
		2x Multicat	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Arbeitsbereich 2	Innerhalb FFH-Gebiet	1x PLP	Einbringen Schutzschicht	167,0 <sup>a</sup>
		1x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Freifahrend	Innerhalb FFH-Gebiet	1x TSHD	Grabenreinigung	188,8 <sup>b</sup>

Basierend auf den Berechnungen des Quonops-Modells für die Schallimmissionen im Projektgebiet ergibt sich in Szenario 4 für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite ein Wert von 6,20 % für Indikator 1. Das Szenario erfüllt damit unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe das Kriterium von Indikator 1.

Die Werte für Indikator 2 liegen für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite bei 0,33 %. Das Szenario erfüllt unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe ebenso das Kriterium von Indikator 2.

Die zugehörige modellierte Karte zur Ausbreitung des Unterwasserschalls befindet sich in Abbildung 1- 4.



**Abbildung 1- 4** Übersicht über Szenario Nr. 4 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die resultierenden prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar.

### 1.5. Szenario Nr. 5 für Schallimmissionen während der Absenkphase

Szenario 5 berücksichtigt folgende Tätigkeiten (aufgeteilt in die verschiedenen Arbeitsbereiche innerhalb und außerhalb des FFH-Gebiets):

1. **Arbeitsbereich 1 (außerhalb):** Verlegung des Kiesbetts als Fundament,
2. **Arbeitsbereich 2 (innerhalb):** Einbringen der Schutzschicht,
3. **Freifahrendes Bauschiff (innerhalb):** Reinigung des Tunnelgrabens durch einen Laderaumsaugbagger.

Eine schematische Beschreibung des Szenarios und der verwendeten Quellpegel befindet sich in Tabelle 1-5.

**Tabelle 1-5 Übersicht der Bauschiffe, inkl. ihrer Position und Quellpegel, für Szenario Nr. 5.**

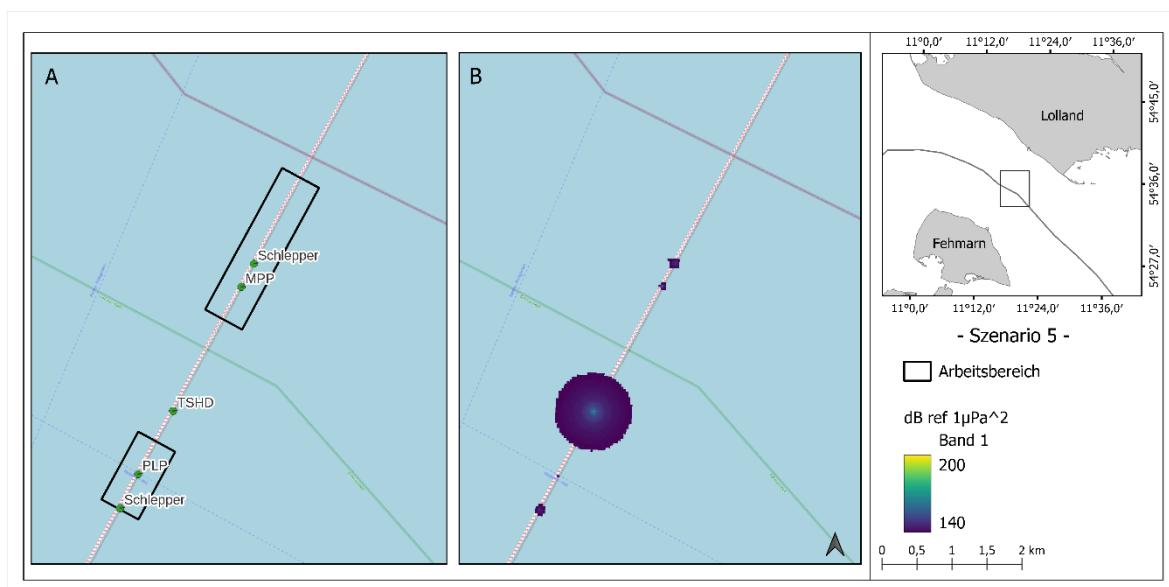
(PLP= Protection Layer Pontoon, MPP= Multipurpose Pontoon, TSHD= Laderaumsaugbagger;  
Verwendete Quellpegel gemäß: <sup>a</sup> = Bauunternehmen, <sup>b</sup> = Itap GmbH, <sup>c</sup> = WaterProof B.V.)

Arbeitsbereich	Position	Schiff	Aktivität	Quellpegel (dB)
Arbeitsbereich 1	Außerhalb FFH-Gebiet	1x MPP	Einbringen Kiesbett	177,0 <sup>a</sup>
		1x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Arbeitsbereich 2	Innerhalb FFH-Gebiet	1x PLP	Einbringen Schutzschicht	167,0 <sup>a</sup>
		1x Schlepper	Unterstützende Arbeiten	175,7 <sup>c</sup>
Freifahrend	Innerhalb FFH-Gebiet	1x TSHD	Grabenreinigung	188,8 <sup>b</sup>

Basierend auf den Berechnungen des Quonops-Modells für die Schallimmissionen im Projektgebiet ergibt sich in Szenario 5 für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite ein Wert von 4,87 % für Indikator 1. Das Szenario erfüllt damit unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe das Kriterium von Indikator 1.

Die Werte für Indikator 2 liegen für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite bei 0,32 %. Das Szenario erfüllt unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe ebenso das Kriterium von Indikator 2.

Die zugehörige modellierte Karte zur Ausbreitung des Unterwasserschalls befindet sich in Abbildung 1- 5.



**Abbildung 1- 5** Übersicht über Szenario Nr. 5 mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite in Nord-Süd Ausdehnung. Die Positionen der Bauschiffe (A; grüne Punkte) und die resultierenden

prognostizierten Schallimmissionen (B) sind dargestellt. Es werden nur Werte ab 140 dB gezeigt. Anmerkung: Die Hintergrundkarte zeigt die geplante Tunnelstrecke (rot-weiße Linie) basierend auf OpenStreetMap und ist nicht änderbar.

## 2. Barrierewirkung innerhalb des FFH-Gebiets „Fehmarnbelt“

Zur Berechnung einer potenziellen Barrierewirkung wurden die modellierten Schallimmissionen (> 140 dB) der Projektschiffe innerhalb des FFH-Gebiets „Fehmarnbelt“ entlang der Tunneltrasse zwischen Lolland und Fehmarn (d.h. entlang des Querschnitts) herangezogen.

Das FFH-Gebiet „Fehmarnbelt“ weist im Trassenbereich eine Breite (Nord-Süd-Richtung) von ca. 4.300 m auf. Unter Berücksichtigung der hier vorliegenden Szenarien werden im Falle eines minimalen Arbeitsbereichs von 1.100 m Breite ca. 1.370 m bis 1.573 m der FFH-Gebietsbreite mit mehr als 140 dB beschallt, was einem Anteil von 32–37 % der Breite des FFH-Gebiets entspricht (Tabelle 2-1).

Es verbleiben daher dauerhaft größere Teile (ca. 63–68 %) des FFH-Gebiets im Bereich der Tunneltrasse für die Schweinswale durchwanderbar und es entsteht hier keine geschlossene Barriere. Zudem ist die berechnete Barrierewirkung nur temporär und betrifft nicht den kompletten Bauzeitraum.

**Tabelle 2-1** Ungefähre Breite der Tunneltrasse innerhalb des FFH-Gebietes „Fehmarnbelt“, die in den modellierten Szenarien, unter Berücksichtigung eines minimalen Arbeitsbereichs von 1.1100 m, von Projektschall mit > 140 dB betroffen ist. Das FFH-Gebiet hat entlang der Trasse eine Breite von ca. 4.300 m.

Szenario Nr.	Breite (m)	Anteil FFH-Gebietsbreite (%)
1	1.458,60	33,92
2	1.496,08	34,79
3	1.573,40	36,59
4	1.370,14	31,86
5	1.459,61	33,94

## 3. Zusammenfassung

Die hier modellierten Szenarien sind repräsentativ für die Absenkphase, da sie den aktuellen Planungsstand der Absenkarbeiten, inkl. eines vergrößerten minimalen Arbeitsbereichs von 1.100 m im FFH-Gebiet, sowie alle relevanten Arbeiten, einschließlich eines Laderaumsaugbaggers (als das lauteste zu erwartende Schiff) berücksichtigen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Indikatoren unter den getroffenen Annahmen (der Arbeitsabläufe

sowie der eingesetzten Arbeitsgeräte und deren Quellpegel) für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite eingehalten werden können.

Die Werte für Indikator 1 liegen zwischen 4,87 % und 8,51 %. Alle Szenarien erfüllen unter Berücksichtigung der angewandten Quellpegel und Positionen der Schiffe das Kriterium von Indikator 1. Für Indikator 2 liegen die Ergebnisse der Szenarien zwischen 0,32 % und 0,38 %. Somit erfüllen sie ebenfalls das Kriterium von Indikator 2.

Dies zeigt, dass die Lärmausbreitung durch die geplanten Aktivitäten und anwesenden Schiffe bedingt ist und die Größe des minimalen Arbeitsbereichs nicht ausschlaggebend für die Einhaltung der Indikatoren ist.

Eine potenzielle Barrierewirkung durch Schallimmissionen > 140 dB innerhalb des FFH-Gebietes „Fehmarnbelt“ wird anhand der Szenarien ausgeschlossen. Für einen minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite werden ca. 32–37 % der FFH-Gebietsbreite (im Bereich der Tunneltrasse) mit mehr als 140 dB beschallt.

Es entsteht daher keine geschlossene Barriere über die gesamte Ausdehnung des FFH-Gebietes. Vielmehr verbleiben dauerhaft größere Teile (ca. 63–68 %) des Gebiets für die Schweinswale durchwanderbar. Zudem ist die berechnete Barrierewirkung nur temporär und betrifft nicht den kompletten Bauzeitraum.

Zusammenfassend wird anhand der vorliegenden Szenarien und deren Prognosen zum projektbezogenen Unterwasserschall (innerhalb des FFH-Gebiets und entlang des Fehmarnbelt-Querschnitts) geschlossen, dass auch mit einem minimalen Arbeitsbereich von 1.100 m Breite (in Nord-Süd Ausdehnung) die Auflagen zum Indikator 1 und Indikator 2 eingehalten werden und keine geschlossene Barriere innerhalb des FFH-Gebiets „Fehmarnbelt“ entsteht.