



Anlage 22.5

Stand: 03.06.2016

Feste Fehmarnbeltquerung
Planfeststellung

Schallschutzkonzept
zum Unterwasserlärm

**Diese Unterlage ist eine vollständig neue Anlage der
Planfeststellungsunterlagen, 03.06.2016**

Feste Fehmarnbeltquerung Planfeststellung

Schallschutzkonzept zum Unterwasserlärm

Diese Unterlage ist eine vollständig neue Anlage
der Planfeststellungsunterlagen, 03.06.2016

Aufgestellt:

Femern
Sund ≈ Bælt

Landesbetrieb
Straßenbau und Verkehr
Schleswig-Holstein
Niederlassung Lübeck



Kopenhagen, 03.06.2016
Femern A/S

Lübeck, 03.06.2016
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 2/13

Inhaltsverzeichnis

1. VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG.....	5
2. BIOLOGISCHER HINTERGRUND UND RECHTLICHE VORGABEN	6
3. RAMMUNG DER SPUNDWÄNDE IM TEMPORÄREN ARBEITSHAFEN PUTTGARDEN	8
3.1. Vergrämung von Schweinswalen aus dem Nahbereich	8
3.2. Überwachung der Schallimmissionen	9
4. RAMMUNG DER SPUNDWÄNDE IM TEMPORÄREN ARBEITSHAFEN BEI RØDBYHAVN (NACHRICHTLICH).....	11
4.1 VERGRÄMUNG VON SCHWEINSWALEN UND ÜBERWACHUNG DER SCHALLIMMISSIONEN IN DÄNEMARK (NACHRICHTLICH)	11
5. SCHALLIMMISSIONEN DURCH BAGGER UND ARBEITSSCHIFFE	12
6. LITERATUR.....	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1 Lage der Pinger und der Messstation für Unterwasserschall am temporären Arbeitshafen Puttgarden	10
---	----

Anlagen zum Schallschutzkonzept

Anlage 22.5.1: Begründung der Kriterien für die Bewertung der Störung von Schweinswalen durch Schallimmissionen

Anlage 22.5.2: Modellierung der Unterwasserschallimmissionen; Schallmodellierung ausgewählter Szenarien beim Bau des Absenktunnels; Schweinswal-Dichteverteilungen

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Bau der Festen Fehmarnbeltquerung (FBQ) erfordert die Einhaltung von Umweltauflagen. In den Planfeststellungsunterlagen, Anlage 22 „Schutz- und Überwachungskonzepte“, werden alle entsprechend vorgesehenen Maßnahmen in Rahmenkonzepten zusammengefasst dargestellt.

Das vorliegende Rahmenkonzept Anlage 22.5. stellt die Anforderungen an den Schallschutz für marine Bauarbeiten vor.

Die Vorhabenträger erstellen auf Basis dieses Rahmenkonzepts und auf Grundlage der von den Bauunternehmen erstellten Managementpläne entsprechend der vorgesehenen Bauausführung das Detailkonzept mit einer hinreichenden Detaillierung. Dieses wird mit den zuständigen Umweltbehörden vor Baubeginn einvernehmlich abgestimmt.

Die Vorhabenträger planen die Errichtung eines Absenktunnels als feste Querung des Fehmarnbelts mit einer Straßen- und Schienenverbindung. Die Arbeiten zur Errichtung eines Bauhafens in Puttgarden, Insel Fehmarn, sowie die Arbeiten zur Errichtung des Tunnels im Meer bewirken Schallimmissionen, die zu einer Beeinträchtigung der Meeresumwelt, insbesondere bei Schweinswalen, führen. Die Auswirkungen der Schallimmissionen sind in der Umweltverträglichkeitsstudie und begleitenden Dokumenten ausführlich beschrieben und bewertet worden. Die Umweltverträglichkeitsstudie schließt erhebliche Auswirkungen aus. Der Bewertung der Umweltverträglichkeitsstudie wie auch der FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen und dem Artenschutzbeitrag liegt die Annahme zugrunde, dass ein Schallpegel von 144 dB die Schwelle bezeichnet, ab der eine relevante Störung bei Schweinswalen eintritt. Dieses Bewertungskriterium wird in Anhang 1 zu diesem Schallschutzkonzept ausführlich begründet. Im Sinne des § 13 BNatSchG: "Erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft sind vom Verursacher vorrangig zu vermeiden" ist jedoch darzulegen, ob Beeinträchtigungen der Umwelt, hier: Beeinträchtigungen von marinen Säugetieren und Fischen durch Unterwasserschall, durch geeignete Maßnahmen vermieden oder vermindert werden können. In dem folgenden Konzept werden daher Maßnahmen zur Minderung der Wirkung von Schallimmissionen auf marine Säugetiere bzw. Fische dargestellt.

2. Biologischer Hintergrund und rechtliche Vorgaben

Marine Säugetiere

Der Bereich des geplanten Absenktunnels ist Lebensraum von Schweinswalen sowie von Seehunden und Kegelrobben. Schweinswale kommen in dem Gebiet ganzjährig vor und der Fehmarnbelt erfüllt Funktionen als allgemeines Vorkommensgebiet, als Aufzuchtgebiet und als Wanderungskorridor. Diese Funktionen sind während des Baus des Absenktunnels aufrecht zu erhalten. Für Seehund und Kegelrobbe hat der Bereich des Absenktunnels keine besondere Bedeutung, da die Entfernung zu den nächsten Liegeplätzen in der Rødsand-Lagune recht hoch und der Bereich des Fehmarnbelts kein bedeutendes Nahrungsgebiet für Robben aus diesem Bereich ist.

Schweinswale sind im Anhang IV der FFH-Richtlinie gelistet und daher nach § 44 BNatSchG (Besonderer Artenschutz) in Deutschland streng geschützt.

Unterwasserschall kann zu einer Störung und bei hoher Intensität zu einer Verletzung und Tötung von Meeressäugetieren führen, was nach § 44 BNatSchG eine Verletzung des Artenschutzrechts darstellt. Bei Schweinswalen ist der Beginn einer temporären Hörschädigung zwischen etwa 160 und 164 dB_{SEL} ermittelt worden (Tougaard et al. 2015). Zur Vermeidung von Verletzung ist mit dem Schallschutzkonzept des BMU ein Grenzwert für Impulsschall (Rammungen) von 160 dB_{SEL}, bzw. 190 dB_{peak} festgelegt worden, der in 750 m Entfernung zur Quelle zu unterschreiten ist. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass sich im Bereich hoher Schallimmissionen keine Meeressäugetiere aufhalten, so dass eine Verletzung vermieden wird. Auch bei Unterschreitung des Grenzwerts sind daher Vorsorgemaßnahmen für den Nahbereich zu treffen. Aufgabe des Schallschutzkonzepts ist daher sicherzustellen, dass keine Schallimmissionen entstehen, welche den Grenzwert für Impulsschall überschreiten, und dass sich keine Schweinswale im Bereich hoher Schallimmissionen aufhalten.

Die Schallimmissionen beim Bau des Absenktunnels entstehen in erster Linie durch kontinuierliche Immissionen der Bauschiffe. Die Immissionen sind von überwiegend tiefer Frequenz und geringer Intensität. Durch die Immissionen besteht keine Gefahr einer Schädigung von Meeressäugetieren, da diese die kleinen Bereiche hoher Schallintensität meiden können. Bei den Bauarbeiten für den temporären Arbeitshafen Puttgarden werden etwa 330 Spundbohlen zu rammen sein. Für die bei der Rammung von Spundwänden für die Arbeitshäfen in Rødby und Puttgarden entstehenden Schallimmissionen wird in der Umweltverträglichkeitsstudie ein Quellpegel von 190 dB re 1µPa zugrunde gelegt (UVS, Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen, Anhang B, S. 932). In 750 m Entfernung zur Baustelle wird dabei ein Pegel von 154 dB_{SEL} erreicht, so dass die Vorgaben des Schallschutzkonzeptes eingehalten werden (UVS, Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen, Band IV B, S. 3051 und S. 3053). Ein Wert von 165 dB_{SEL} wird in 320 m erreicht.

Für die Rammung der Spundbohlen wird vorsorglich vom Einsatz einer Schlagramme ausgegangen und die folgenden Maßnahmen des Schallschutzkonzeptes darauf abgestellt. Es wird jedoch noch im Rahmen der Ausführungsplanung geprüft, ob die Spundbohlen mit einem Rüttler eingebracht werden können. Dies wäre mit geringeren Schallimmissionen verbunden und die Methode würde zur Eingriffsminderung eingesetzt werden, wenn dies technisch möglich ist. Die finale Entscheidung über die einzusetzenden Arbeitsgeräte wird im Rahmen der Ausführungsplanung in Bezug auf die technischen Möglichkeiten und die Beschaffenheit des Baugrunds gefällt.

Fische

Physische Schädigungen durch Lärm sind bei den betrachteten Arten nicht zu erwarten, da während der Bautätigkeiten keine schallintensiven Methoden (z. B. „Airguns“) eingesetzt werden, die letale Schwellenwerte überschreiten und weiterhin Minderungsmaßnahmen zum Schutz des Schweinswals zur Anwendung kommen, die auch den Fischen zugutekommt (siehe Kapitel 3.1). Da Fische mobile Organismen sind, können sie kleine Bereiche hoher Schallintensität problemlos meiden.

Die Schallimmissionen beim Bau des Absenktunnels entstehen in erster Linie durch kontinuierliche Immissionen durch die Baggerarbeiten und den Schiffsverkehrs und liegen generell im Bereich der bereits existenten Geräuschimmissionen durch den Schiffsverkehr und sind zu gering, um temporäre Beeinträchtigungen des Hörvermögens bei Fischen hervorzurufen. Ein maximaler Schallpegel von bis zu 190 dB re 1µPa wird nur in direkter Nähe durch den Einsatz von Schlagrammen erreicht und fällt unter 160 dB SEL bei einer Entfernung von 456 m von der Schallquelle. Es wird jedoch noch im Rahmen der Ausführungsplanung geprüft, ob die Spundbohlen mit einem Rüttler eingebracht werden können. Dies wäre mit geringeren Schallimmissionen verbunden (s.o.). Die primär durch Baggerarbeiten und Schiffsverkehr erzeugten Schallimmissionen führen lediglich zu Meidungsreaktionen.

Die Einbringung der Spundbohlen mittels Schlagrammen erzeugt gerade im Nahbereich einen hohen Schalldruckpegel. Diese Arbeiten werden jedoch durch ein Ramp-up-Verfahren eingeleitet. Diese schrittweise Erhöhung der Rammenergie (und damit auch der erzeugten Schalldruckpegel) führt zur Vergrämung der Fische aus dem Nahbereich der Rammungen, sodass bis zum Erreichen der höchsten Schallpegel alle Fische den Nahbereich der Rammungen verlassen können (detaillierte Beschreibung Ramp-up, siehe Kapitel 3.1, Absatz 1).

Daher kommt die im Folgenden dargelegte Maßnahme zur Minderung von Schallimmissionen zum Schutz der Schweinswale in Form des Ramp-up-Verfahrens auch den im Nahbereich betroffenen Fischen zugute. Aus diesem Grund ist es nicht notwendig, ein separates Schallschutzkonzept für die Fische auszuführen, weshalb dieses Schutzgut im Folgenden auch nicht weiter benannt wird.

3. Rammung der Spundwände im temporären Arbeitshafen Puttgarden

Da der Grenzwert von 160 dB_{SEL} in 750 m Entfernung unterschritten wird (UVS, Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen, Band IV B, S. 3051 und S. 3053), sind keine Maßnahmen zur Minderung der Schallimmissionen notwendig. Im Rahmen des Schallschutzkonzepts sind daher nur Maßnahmen zur Vergrämung von Schweinswalen aus dem Nahbereich der Baustelle und Maßnahmen zur Überwachung der Schallimmissionen vorzusehen.

3.1. Vergrämung von Schweinswalen aus dem Nahbereich

Es besteht die Möglichkeit, dass sich Schweinswale vor Beginn der Rammungen im Bereich der Baustelle aufhalten und dann bei Einsetzen der Rammungen hohen Schallimmissionen ausgesetzt sind. Dies ist durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden.

Bei der Rammung der Spundbohlen werden zwei Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung von Verletzungen bei Meeressäugtieren getroffen:

1. Zum einen wird eine Serie von Rammungen mit einem Ramp-up-Verfahren eingeleitet, bei dem die Rammenergie langsam gesteigert wird, so dass nicht sofort die höchsten Schallpegel erreicht werden und die Tiere sich aus dem Nahbereich der Rammungen entfernen können. Der Bereich, in dem eine Hörschädigung verursacht werden kann, beträgt bei voller Rammenergie nur ca. 300 m und kann daher von möglicherweise anwesenden Schweinswalen sehr schnell verlassen werden. Die Ramp-up-Prozedur soll sich über einen Zeitraum von ca. 10 Minuten erstrecken, wie dies auch bei Offshore-Rammungen üblich ist. Dieser Zeitraum ist ausreichend, dass etwaig anwesende Schweinswale den Nahbereich verlassen können. Die Ramp-up-Prozedur ist bei längeren Unterbrechungen der Arbeiten zu wiederholen, ist aber bei rasch aufeinanderfolgender Rammung der Bohlen verzichtbar.
2. Neben der Ramp-up-Prozedur werden Schweinswale durch aktive Vegrämer aus dem Nahbereich der Baustelle ferngehalten. Für die Vergrämung von Schweinswalen stehen zwei Typen von Vegrämern zur Verfügung: Sealscarer und Pinger. Sealscarer sind Geräte, die zur Vergrämung von Robben an Fischfarmen entwickelt worden sind und mit hohen Schallpegeln arbeiten. Die Geräte werden bei Offshore-Rammarbeiten standardmäßig auch zur Vergrämung von Schweinswalen eingesetzt. Der effektive Vergrämungsbereich der Geräte beträgt 1-2 km, Reaktionen von Schweinswalen wurden bis in 7 km Entfernung nachgewiesen (Brandt et al. 2013). Pinger sind demgegenüber Geräte für eine kleinräumige Vergrämung von Schweinswalen, mit denen diese von Stellnetzen ferngehalten werden sollen. Die Pinger (z. B. „Aquamark 100“) senden akustische Signale von 200 bis 300 ms Dauer im Frequenzbereich von 20 bis 160 kHz und erreichen eine Lautstärke von 145 dB re 1 µPa @ 1 m. Die Geräte

schalten sich bei Wasserkontakt automatisch ein. Pinger erreichen eine Vergrämungsbereichweite von 100 - 200 m.

Zur Sicherstellung, dass sich keine Schweinswale im Nahbereich um die Rammstelle aufhalten, sollen Pinger in einem Halbkreis in 300 m Entfernung um diese ausgebracht werden. Die Baustelle am Arbeitshafen Puttgarden wird durch den bestehenden Fährhafen und den entstehenden temporären Arbeitshafen nach Norden und West abgeschirmt, nach Süden besteht eine teilweise Abschirmung durch den temporären Arbeitshafen, so dass eine halbkreisförmige Ausbringung von 4 Geräten ausreicht, um Schweinswale von der Rammstelle fernzuhalten. Eine Vergrämung innerhalb des 300 m Radius wird für nicht notwendig erachtet, da hier durch die Anwesenheit von Bauschiffen und den daraus verursachten Unterwasserlärm von einer ausreichenden Vergrämung ausgegangen wird. Eine Vergrämung mittels Sealscarer ist nicht vorgesehen, da die für dieses Vorhaben nur kleinräumig nötige Vergrämung bereits durch den Einsatz von Pingern sichergestellt werden kann und zudem der Einsatz eines Sealscarers zu Störwirkungen bis 7 km Entfernung führen kann, die nicht verhältnismäßig wären.

3.2. Überwachung der Schallimmissionen

Zur Überwachung der Schallimmissionen werden diese an einer Messstelle in 750 m Entfernung zu den Rammarbeiten mit einem Hydrophon am ersten Tag der Rammungen erfasst. Die Daten werden direkt vor Ort ausgewertet und an die zuständige Behörde übermittelt. Die Messungen erfolgen entsprechend der Messvorschrift des BSH für Unterwasserschallmessungen (BSH 2011).

Die Schallimmissionen der Rammarbeiten werden als Schallereignispegel SEL der einzelnen Rammschläge angegeben:

$$SEL = 10 \log \left(\frac{1}{1s} \int_0^T \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right) dB$$

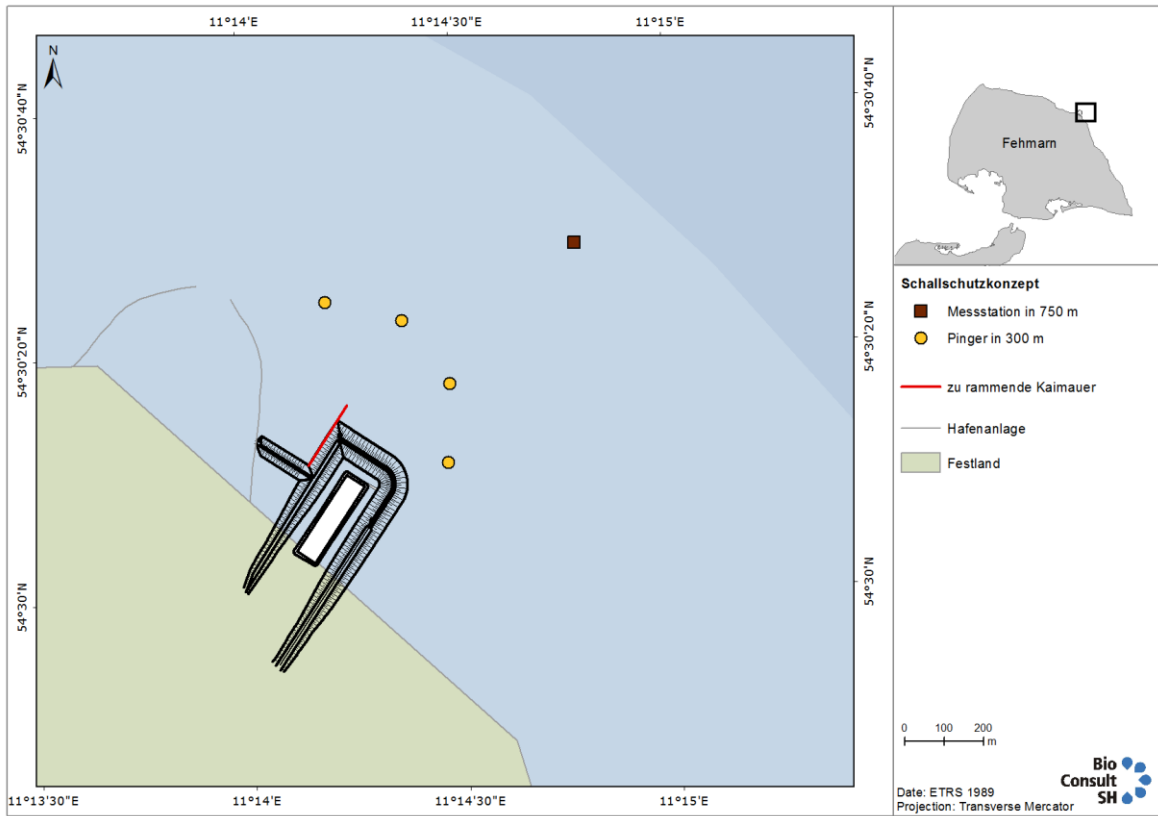


Abbildung 3-1 Lage der Pinger und der Messstation für Unterwasserschall am temporären Arbeitshafen Puttgarden

4. Rammung der Spundwände im temporären Arbeitshafen bei Rødbyhavn (nachrichtlich)

Die Modellierung der Schallimmissionen zeigt, dass der Grenzwert von 160 dBSEL in 750 m Entfernung bei den Rammungen in Lolland nicht überschritten wird (UVS, Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen, Band IV B, S. 3051 und S. 3053), und es sind daher allein Maßnahmen zur Vergrämung von Schweinswalen und zur Überwachung der Schallimmissionen zu ergreifen.

4.1 Vergrämung von Schweinswalen und Überwachung der Schallimmissionen in Dänemark (nachrichtlich)

Zur Sicherstellung, dass sich keine Schweinswale im Nahbereich um die Rammstelle aufhalten, ist in den detaillierten Managementplänen und in Abstimmung mit den zuständigen dänischen Behörden bei Beginn jeder Rammung eine Vergrämung durch ein sogenanntes Ramp-up-Verfahren einzusetzen. Zusätzlich sind Schallimmissionsmessungen entsprechend internationalen Messvorschriften an einer Messstelle in 750 m Entfernung vorzunehmen. Diese sind vor Ort auszuwerten und den zuständigen Behörden direkt zu übermitteln. Bei Überschreitung von Grenzwerten sind seitens der Bauunternehmen ergänzende Schallschutzmaßnahmen einzusetzen, welche die Einhaltung der Grenzwerte gewährleisten (Durchführungsbeschreibung (*Implementeringsredegørelse*), Kapitel 3.3.6). Die Umweltbaubegleitung wird in Abstimmung mit der Oberbauleitung wiederum überwachen und kontrollieren, dass der Bauunternehmer die Bauarbeiten im Rahmen der genehmigten Auflagen durchführt. Dadurch wird sichergestellt, dass im gesamten Fehmarnbelt keine durch Unterwasserschall hervorgerufene Barrierewirkung vorkommen wird und der Schutz der Schweinswale gewährleistet ist.

5. Schallimmissionen durch Bagger und Arbeitsschiffe

Die Schallimmissionen durch die Baggerarbeiten und dem damit verbundenen weiteren Schiffsverkehr sowie die Schallimmissionen der weiteren mit dem Bau des Absenktunnels verbundenen Arbeiten unterliegen keinen definierten Immissionsgrenzwerten, so dass keine Vorgaben zur Regulierung der Schallimmissionen von einzelnen Bauschiffen besteht. Eine Minimierung der Schallimmissionen erfolgt bei diesen Arbeiten in der Weise, dass

1. die Baggerarbeiten überwiegend mit Greif- und Schaufelbaggern erfolgen, von denen geringe Schallimmissionen ausgehen.
2. die einzelnen Arbeitsbereiche, soweit dies arbeitstechnisch möglich ist, verkleinert worden sind, so dass die mit Unterwasserschall belastete Fläche minimiert wird.

Überwachung der Schallimmissionen

Während der Arbeiten zum Aushub des Tunnelgrabens soll der von den Arbeitsschiffen ausgehende Hydroschall in den vier Bauabschnitten im deutschen Küstenmeer bzw. der deutschen AWZ gemessen werden.

Die Anforderungen an die eingesetzten Hydrophone und Aufzeichnungsgeräte orientieren sich an der vom BSH herausgegebenen Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen (BSH 2011).

Für die Messung der Schallimmissionen sollen vier Hydrophone (zwei östlich, zwei westlich des Tunnelgrabens) in ca. 750 m Abstand zum jeweiligen Baufeld (Distanz zum Tunnelgraben) ausgebracht werden. Die Messdauer beträgt hier ein bis maximal vier Wochen, so dass alle Arbeitsschritte und Betriebszustände der Arbeitsschiffe aufgenommen werden. Nach dieser Zeit werden die Systeme geborgen und die Aufzeichnungen ausgewertet. Entsprechend dem Baufortschritt erfolgt die Ausbringung an einer neuen Position. Im FFH-Gebiet Fehmarnbelt soll eine Dauermessstation eingerichtet werden.

Zusätzlich zu den permanent eingesetzten Messsystemen sollen vor Ort Hydroschallmessungen vom Schiff aus vorgenommen werden. Hierbei können gezielt die einzelnen Bauschiffe während unterschiedlicher Betriebszustände vermessen werden.

Parallel zur Schallmessung erfolgt die Aufzeichnung der von allen in der Nähe operierenden Schiffen ausgesandten AIS-Telegramme, so dass Positionen und Identität aller im Bereich der Baustelle operierenden, bzw. vorbeifahrenden Schiffe bekannt sind. Daraus werden die gemessenen Schallpegel als Funktion des Abstandes zu den einzelnen Quellen ermittelt. Die Auswertung der Messungen erfolgt in dem während der Basisaufnahme erstellten Modell und berücksichtigt den Schall der Baustelle und des übrigen Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt.

6. Literatur

Brandt, M. J., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R. & Nehls, G. (2013): Seal scarers as a tool to deter harbour porpoises from offshore construction sites. Marine Ecology Progress Series 475 p. 291-302

BSH (2011): Offshore-Windparks. Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen. Aktuelle Vorgehensweise mit Anmerkungen. Anwendungshinweise.

<http://www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Standard/Messvorschrift.pdf>

Femern A/S (2014): Implementeringsredegørelsen

Tougaard, J., A. J. Wright & P. T. Madsen (2015): Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. Mar. Poll. Bull. 90: 196-208.