

Memorandum  
TNO 2020 M10542A

Dieser Text wurde aus dem Niederländischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

An  
Royal Haskoning DHV

Von  
TNO

Thema  
Unterwasser-Lärberechnungen für Gasbohrprojekt ONE-Dyas

Defence, Safety & Security  
Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postfach 96864  
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00  
F +31 70 328 09 61

Datum  
23. September 2020

Unsere Referenz  
DHW-AS-2020-100331899A

## 1 Einführung

Royal HaskoningDHV (RHDHV) unterstützt den Gasproduzenten ONE-Dyas beim Durchlaufen des UVP-Verfahrens für die Erschließung des Gasfeldes N05-A, das etwa zwanzig Kilometer nördlich von Schiermonnikoog liegt, siehe Abbildung 1.



Abbildung 1: Lage des Gasfeldes N05-A (Abbildung zur Verfügung gestellt von RHDHV 20200922)

Für die Erschließung dieses Gasfeldes will ONE-Dyas eine Plattform im Meer platzieren und maximal zwölf Bohrungen abteufen. Beim Rammen der 6 Fundierungspfeiler für die Plattform und der 12 Rammkernrohre für die Bohrlöcher sowie bei der Durchführung von VSP (Vertical Seismic Profiling)-Surveys mit einem Airgun-Array wird Unterwasserlärm entstehen.

RHDHV hat TNO gebeten, Berechnungen der zu erwartenden Lärmpegel durchzuführen, um in der UVP und der Angemessenheitsbewertung einen Einblick in die zu erwartenden Störeffekte für Schweinswale und Robben geben zu können.

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**

2/23

In dieser Studie wurde unter Verwendung des Aquarius 4-Vorhersagemodells (de Jong et al., 2018) der erwartete Schallexpositionspiegel (single strike sound exposure level; SELss) in 750 m und 1250 m Entfernung von der Lärmquelle und am Standort des Austernbank-Renaturierungsprojekts berechnet, und in welchem Bereich rundum die Lärmquelle Schweinswale und Robben gestört werden. Zudem wurden für Schweinswale die Auswirkungen dieser Störung auf die Population nach der Methodik des Ökologie- und Kumulierungsrahmens (KEC, siehe Heinis et al, 2019) berechnet.

Zusätzlich wurde der prozentuale Anteil der Fläche in den deutschen Natura 2000-Gebieten Borkumer Riffgrund und Niedersächsisches Wattenmeer berechnet, in der der SEL-Schwellenwert für die Störung von Schweinswalen und Seehunden überschritten wird.

## 2 Plattform, Bohrungen und VSP-surveys für das Projekt N05-A

Diese Studie betrifft die Unterwassergeräusche während der Rammarbeiten der Fundierungspfeiler und Rammkernrohre sowie bei den VSP-surveys für das Gasförderprojekt N05-A von ONE-Dyas. Der Standort ist in Tabelle 1 angegeben. Da die berechneten Geräuschpegel und der Störbereich in diesem Bereich unempfindlich auf den genauen Standort innerhalb eines Radius von einigen Kilometern reagieren, wurde die zentrale Lage der Plattform als Quellort für alle Rammaktivitäten festgelegt.

*Tabelle 1: Beschreibung des Standorts dieser Studie (aus GEOxyz Offshore report, 2019)*

Geographische Koordinaten (WGS84)	0621'23.281" E 5341'32.347" N
Wassertiefe L.A.T.	25,8 m

Die für die Rammgeräuschberechnungen verwendeten Eingangsdaten sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

*Tabelle 2: Beschreibung der Parameter für die Rammarbeiten dieser Studie (aus Bericht Iv Offshore & Energy, 2019)*

	Plattformpfeiler	Rammkernrohre
Anzahl der Pfeiler	6	12
Durchmesser des Pfeilers	2,743 m (108")	0,762 m (30")
Wandstärke	76,2 mm (3")	25,4 mm (1")
Hammer-Typ	IHC S-1200	IHC S-90
Ramm-Energie	600 kJ	90 kJ
Masse Stößel	60,0 Tonnen	4,5 Tonnen
Masse Amboss <sup>1</sup>	42,5 Tonnen	4,5 Tonnen
Kontaktsteifigkeit	20 GPa	20 GPa

Das TNO-Berechnungsmodell Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berechnet die Unterwasserschallemission des Rammpfeilers auf der Grundlage der Eigenschaften des

<sup>1</sup> Für den S-1200: Daten aus dem Bericht von Iv Offshore & Energy (2019): Ambossmasse plus Verbindungsring. Für die S-90: Hammermasse aus der IHC-Broschüre. In Ermangelung weiterer Informationen wird angenommen, dass die Masse des Ambosses

gleich der des Hammers ist.

Datum

Hammers und Pfeilers, unter Verwendung des Hammermodells von Deeks & Randolph (1993). Aufgrund des Durchmessers des Pfeilers wurde ein S-1200-Rammhammer gewählt, der auf maximal 50 % der Hammerenergie (1200 kJ) eingestellt wird. Diese maximale Ramm-Energie wurde in den Berechnungen verwendet, um eine "Worst-Case"-Modellvorhersage zu erhalten (siehe Tabelle 2). Für das Einrammen der Rammkernrohre wird die maximale Schlagenergie (90 kJ) angenommen.

Die Eingangsdaten, die für die Berechnung des Rauschens der VSP-Surveys verwendet wurden, sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

*Tabelle 3: Beschreibung der Parameter für die VSP-Quelle dieser Studie*

Anzahl der Airguns	2
Airgun-Typ	Sercel G-Gun II
Volumen pro Airgun	250 cu in (4,096 L)
Druck	2000 Psi (~138 Bar)
Airgun-Tiefe	4 m
Horizontaler Abstand zwischen den Airguns	1 m

Der Quellpegel wird mit dem AGORA-Quellenmodell (Sertlek & Ainslie, 2015) berechnet. Diese wurden in einen äquivalenten (Monopol-) Punktquellenpegel (ESL) für diese Art von Array übersetzt, indem der abgestrahlte Energiepegel über vertikale Winkel, die sich effektiv ausbreiten (Winkel zum Boden kleiner als 30 Grad), gemittelt wurde und das 90-Perzentil des ESL über den horizontalen Winkel für jede Frequenz genommen wurde. Daraus ergibt sich ca. ESL = 207,6 dB re 1  $\mu$ Pa2m2s. Die Schallausbreitung wurde mit dem Modell Aquarius 4 berechnet, wobei für den VSP ein Punktquellenimpuls für eine Quelltiefe von 4 m berechnet wurde.

Für die VSP-Surveys wurden 5 Trajekte geliefert, die als "Diamond VSP 1", "Diamond VSP 2", "N05A Noord", "N05A Sudost" und "Tanzaniet-Oost" bezeichnet werden, siehe Abbildung 2. Die momentane Störfläche durch den Unterwasserlärm der VSP-Surveys wurde für fünf Standorte berechnet (Tabelle 4), wobei die Positionen 1 bis 5 am Ende der Trajekte gewählt wurden, so dass die östlichsten und nördlichsten Positionen auf den Trajekten den deutschen Natura 2000-Gebieten am nächsten sind.

*Tabelle 4: Standorte für die VSP-Berechnungen*

		Geographische Koordinaten (WGS84)	Streckenlänge (km)
1	N05A Noord	06°21'19.96" E, 53°41'27.6" N	3.1
2	Diamant VSP 1	06°25'7.761" E, 53°41'2.00" N	4.2
3	Diamant VSP 2	06°26'15.53" E, 53°40'37.9" N	5.6
4	N05A Sudost	06°24'13.34" E, 53°40'7.14" N	4.0
5	Tansaniet-Oost	06°19'5.016" E, 53°39'50.0" N	4.0

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**

3/23



Abbildung 2: Übersicht über die Umgebung des Projekts N05-A mit den 5 VSP-Trajekten und den Konturen der umliegenden Natura 2000-Gebiete.

**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
4/23

### 3 Aquarius 4 Ausbreitungsberechnung

Das TNO-Berechnungsmodell Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berechnet die räumliche Verbreitung von Unterwasserlärm unter dem Einfluss von Umweltdaten (Bathymetrie und Geologie).

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die in den Berechnungen verwendeten Umweltparameter. Die Bathymetrie (bezogen auf die niedrigste astronomische Flut) stammt aus dem EModNet-Datenportal. Die anderen Daten basieren auf Standardwerten aus (Ainslie, 2010, Tabelle 4.18), angepasst als Ergebnis einer früheren Validierung der Berechnungsergebnisse des Aquarius 4-Modells mit Messdaten von Rammungen für ein Turbinenfundament für den Offshore-Windpark Gemini (de Jong et al, 2018). Basierend auf dieser Validierungsstudie können die Daten als ausreichend repräsentativ für diese Umgebung angesehen werden.

Der Wind über dem Meer und die Wellen stören die Wasseroberfläche, sodass der Schall gestreut und absorbiert wird. Folglich steigt der Ausbreitungsverlust mit zunehmender Windgeschwindigkeit und Wellenhöhe. Da der Zweck dieser Berechnungen darin besteht, den maximalen Geräuschpegel zu ermitteln, ("Worst-Case"), wurden die Berechnungen nur für die Situation ohne Wind durchgeführt.



*Tabelle 5: Umgebungsparameter für die Schallausbreitungsberechnungen*

Wassertiefe	EMODnet Bathymetrie, 1/8 Minute Auflösung, <a href="http://www.emodnet-bathymetry.eu/">http://www.emodnet-bathymetry.eu/</a> )
Bodenart	'medium sand'
Schallgeschwindigkeit am Boden	1797 m/s
Bodendichte	2136 kg/m <sup>3</sup>
Bodenabsorption (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/Wellenlänge für $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250}\right)^{1.8} \times 0,88 \text{ dB/Wellenlänge für } f < 250 \text{ Hz}$
Schallgeschwindigkeit des Meerwassers	1500 m/s
Dichte des Meerwassers	1000 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit (10 m Höhe)	0 m/s

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**

5/23

#### 4 Schwellenwerte

Die berechneten Schallpegel werden in diesem Memo mit den Schallnormen (ungewichteter breitbandiger single strike sound exposure level, SELss) von 160 dB und 168 dB re 1 Pa<sup>2</sup>s in einem Abstand von 750 m vom Quellort (und für 160 dB auch in einem Abstand von 750 m von der deutschen Grenze) verglichen, die in Deutschland bzw. ab 2023 in den Niederlanden für Rammarbeiten beim Bau von Offshore-Windparks vorgeschrieben werden. Da das Modell Aquarius 4 nicht zur Berechnung von Spitzenbelastungen (Zero-to-Peak-sound pressure level, SPLztp) geeignet ist, kann kein Vergleich mit dem in Deutschland geltenden Grenzwert für SPLztp von 190 dB re 1 µPa in 750 m durchgeführt werden.

Gemäß der Methodik des Ecology and Cumulation Framework (Heinis et al, 2019) wird angenommen, dass Schweinswale und Robben gestört werden, wenn sie Rammgeräuschen ausgesetzt sind, die den folgenden Schwellenwert überschreiten:

**Schweinswal:** ungewichteter breitbandiger SELss von 140 dB re 1 Pa<sup>2</sup>s

**Dichtung:** Mpw-gewichteter breitbandiger SELss von 145 dB re 1 Pa<sup>2</sup>s

Der Begriff "Mpw-gewichtet" bezieht sich auf die Anwendung einer Frequenzgewichtung gemäß dem von Southall et al. (2017) definierten Filter für "pinnipeds in water".

#### 5 Ergebnisse der Berechnungen der Unterwassergeräusche

Aus den Aquarius 4-Berechnungen ergeben sich die in Tabelle 6 angegebenen Werte der ungewichteten Breitband-SELss in 750 m und 1250 m Entfernung von der Quelle (der Maximalwert in einem Kreis rundum die Quelle) und am Standort des Austernbank-Renaturierungsprojekts, für die verschiedenen Aktivitäten.

*Tabelle 6: Berechneter Maximalwert über die Wassertiefe des ungewichteten Breitband-SELss, in dB re 1 Pa2s, in 750 m Entfernung vom Pfeiler und am Standort des Austernbank-Renaturierungsprojekts (0620'49.20" E, 5341'57.84" N).*

SELss [dB re 1 Pa2s]	Rammen Jacket - Pfeiler	Rammen Rammkernrohre	VSP-Surveystandorte				
			1	2	3	4	5
In 750 m Entfernung von der Quelle	171	164	152	152	151	152	152
In 1250 m Entfernung von der Quelle	168	160					
Austernbank-Renaturierungsprojekt	169	161					

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**

6/23

Nach diesen Berechnungen besteht das Risiko, dass der SELss beim Rammen der Jacket-Pfeiler in 750 m ohne Minderungsmaßnahmen maximal 3 dB über der ab 2023 geltenden niederländischen Schallnorm (168 dB re 1 Pa2s) für das Rammen von Turbinenfundamenten für Offshore-Windparks liegen wird. Es ist zu beachten, dass diese Berechnung auf realistischen Worst-Case-Annahmen beruht, siehe auch Abschnitte 8 und 9 dieses Memorandums. Beim Einrammen der Rammkernrohre bleibt die SELss unter dieser Schallnorm.

Nach diesen Berechnungen wird beim Rammen der Jacket-Pfeiler und der Rammkernrohre der SELss in 750 m ohne Minderungsmaßnahmen die deutsche Schallnorm von 160 dB re 1 Pa2s um maximal 11 dB bzw. 4 dB überschritten.

Die berechneten Überschreitungen der Norm können durch im Markt verfügbare Maßnahmen abgemildert werden, siehe z. B. die Übersicht in Tabelle 7. Die speziell für Windkraftanlagenfundamente entwickelten Maßnahmen in dieser Tabelle (NMS und HSD) sind für Plattformpfeiler nicht direkt anwendbar.

*Tabelle 7: Übersicht über die Bandbreite der mit verschiedenen Maßnahmen erreichten Lärminderungen (NAS = underwater noise abatement systems; BBC = big bubble curtain; DBBC = double big bubble curtain; NMS = (IHC) noise mitigation system; HSD = hydro sound damper), aus (Verfuss et al, 2019).*

NAS	Water depth	Noise reduction $\Delta$ SELss (dB)
BBC (>0.3m <sup>2</sup> /(min*m))	~ 40 m	7 - 11
DBBC (>0.3m <sup>2</sup> /(min*m))	~ 40 m	8 - 13
DBBC (>0.4m <sup>2</sup> /(min*m))	~ 40 m	12 - 18
DBBC (>0.5m <sup>2</sup> /(min*m))	> 40 m	~ 15-16 (based on 1 pile)
NMS	Up to 40 m	13 - 16
HSD	Up to 40 m	10 - 12
NMS + optimised BBC (>0.4m <sup>2</sup> /(min*m))	~ 40 m	17-18
NMS + optimised BBC (>0.5m <sup>2</sup> /(min*m))	~ 40 m	18-20
HSD + optimised BBC (>0.4m <sup>2</sup> /(min*m))	~ 30 m	15-20
HSD + optimised DBBC (0.48m <sup>2</sup> /(min*m))	20-40 m	15-28
HSD + optimised DBBC (> 0.5m <sup>2</sup> /(min*m))	< 45 m	18-19

Der berechnete Schallpegel in 750 m Entfernung von der VSP-Quelle (SELss = 151-152 dB) liegt für alle Standorte deutlich unter den niederländischen und deutschen Normen.

Aus den Aquarius 4-Berechnungen folgt auch die Schallausbreitung um die Quelle, wie in den Abbildungen 3 (Jacket-Pfeiler), 4 (Rammkernrohre) und 5-9 (VSP-Surveys) dargestellt. Diese Abbildungen zeigen die Störkontur ("SELb") rundum die Quelle, innerhalb derer der Schall den Schwellenwert für die Störung von Schweinswalen oder Robben überschreitet. Die Legende zeigt die von dieser Kontur eingeschlossene Fläche. Die berechneten Störflächen sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**

7/23



**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
8/23

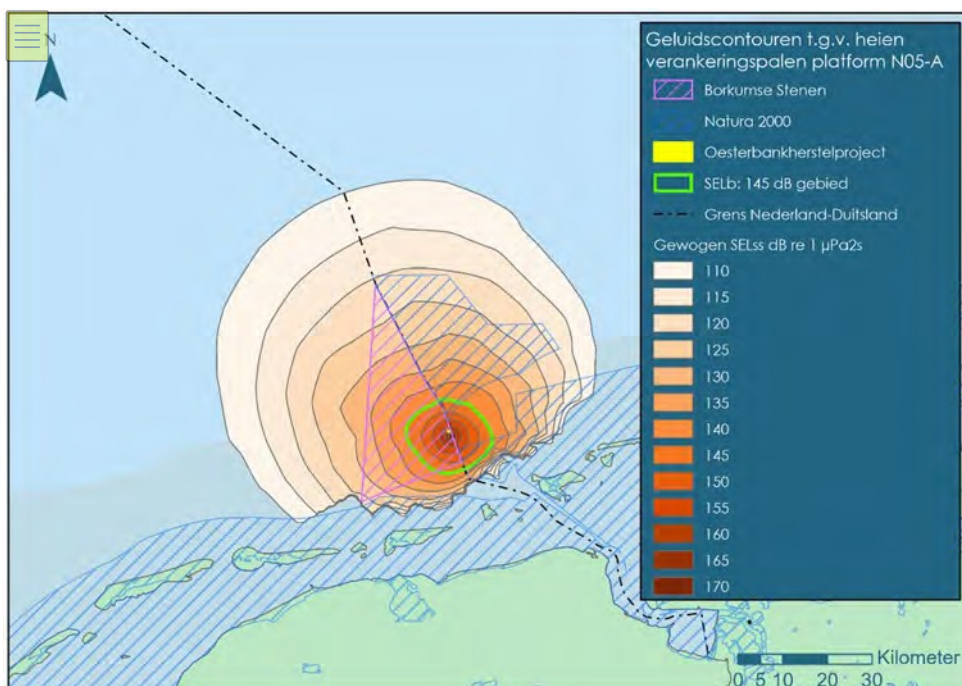
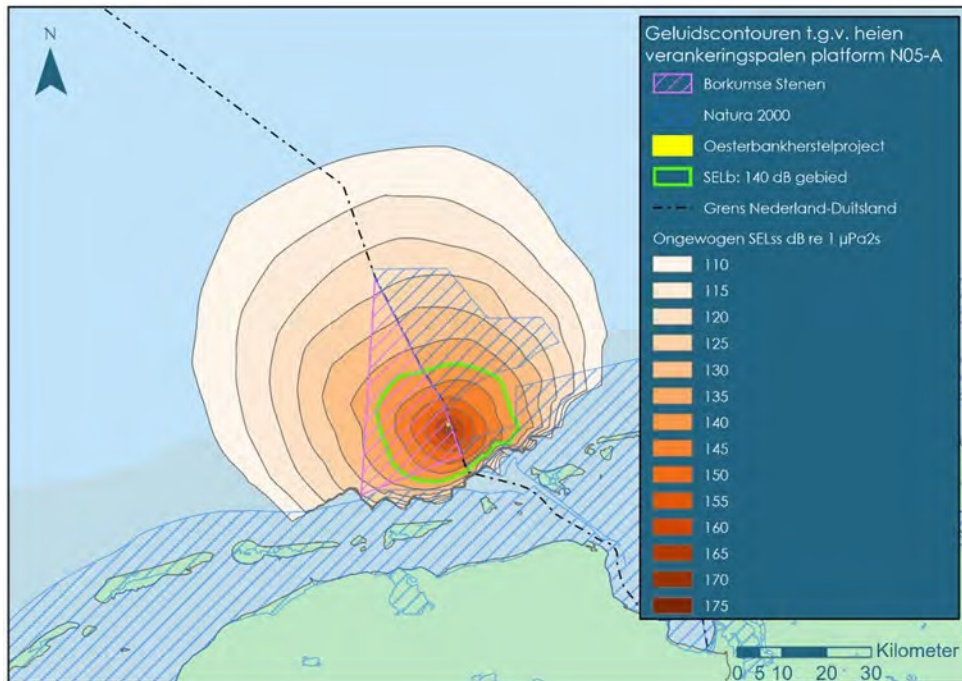


Abbildung 3: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten) beim Rammen der Jacket-Pfeiler mit dem S-1200-Hammer (bei 50 % Hammerenergie).

**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
9/23

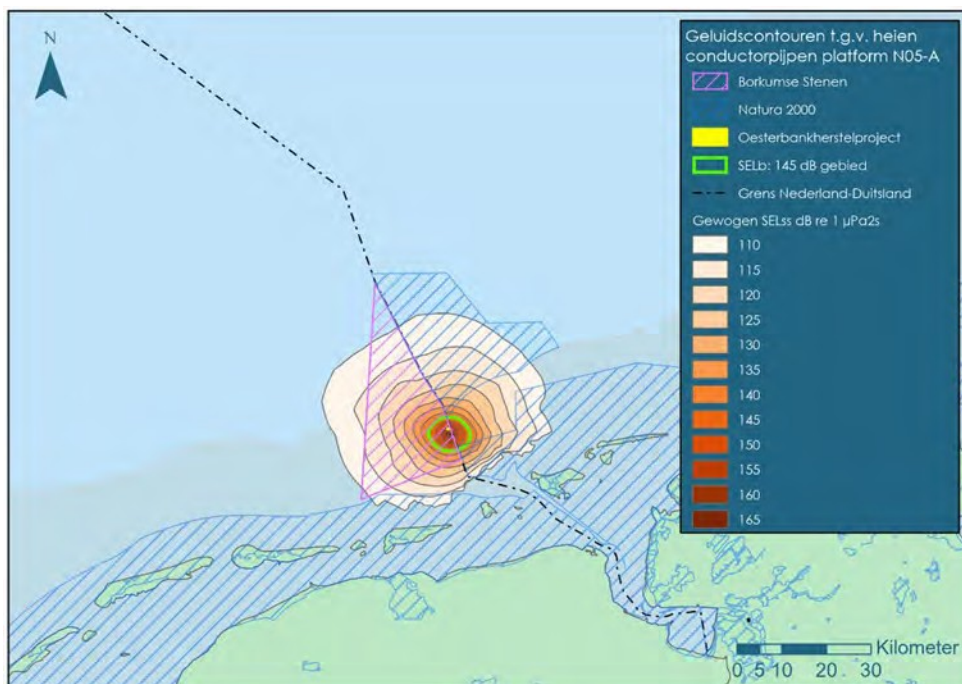
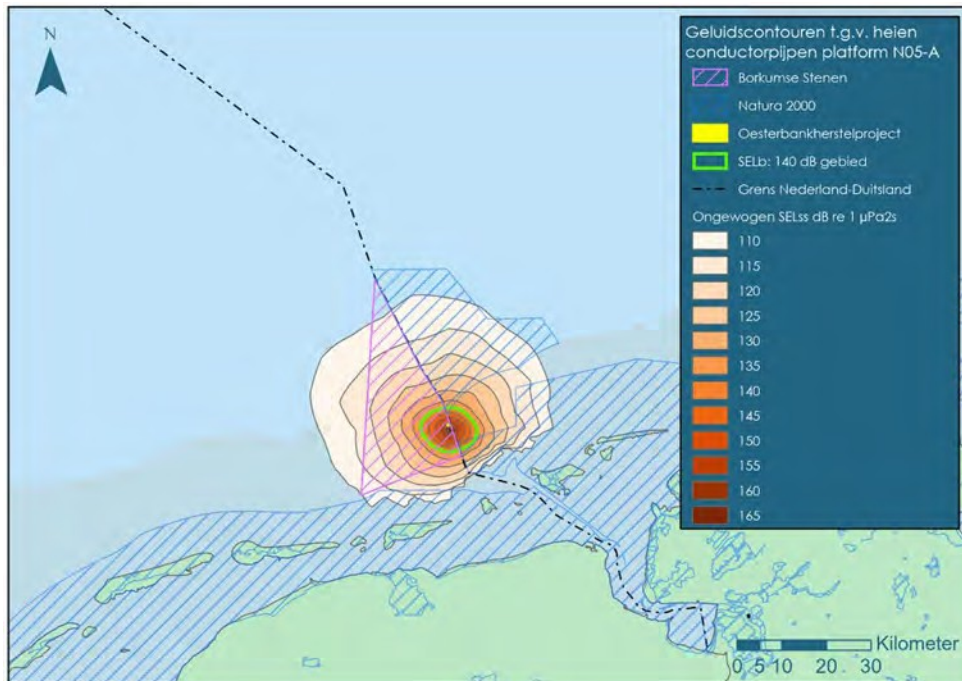


Abbildung 4: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten), für das Rammen der Rammkernrohre mit dem S-90-Hammer.



**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
10/23

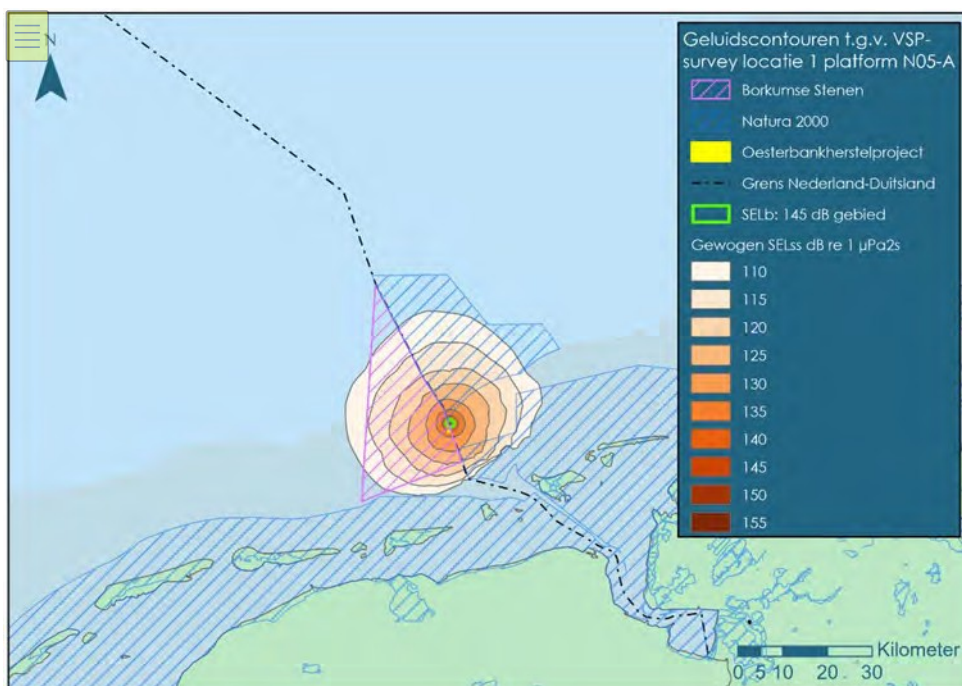
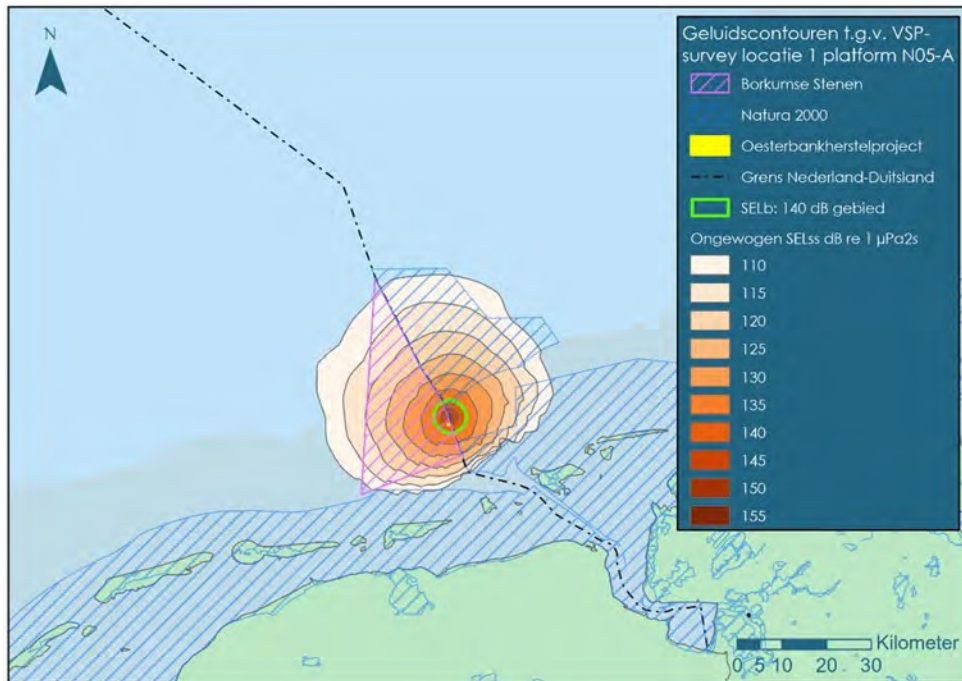


Abbildung 5: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten), für den VSP-Surveysstandort 1 (Tabelle 4). Diese Konturen wurden entlang des VSP-Trajekts verschoben, um die gesamte Störfläche zu ermitteln (siehe Text).

**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
11/23

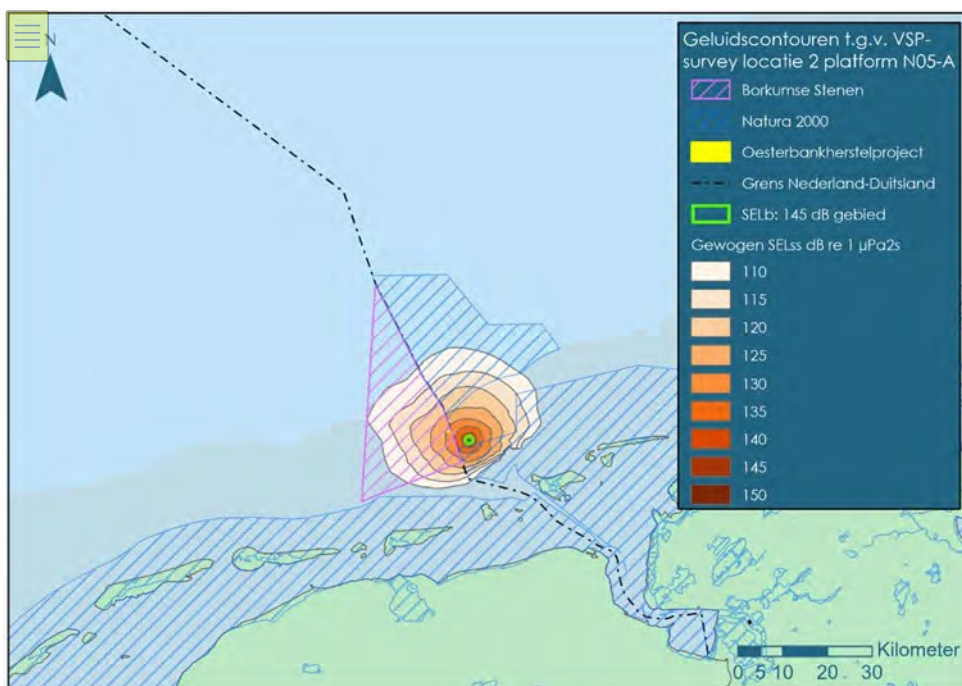
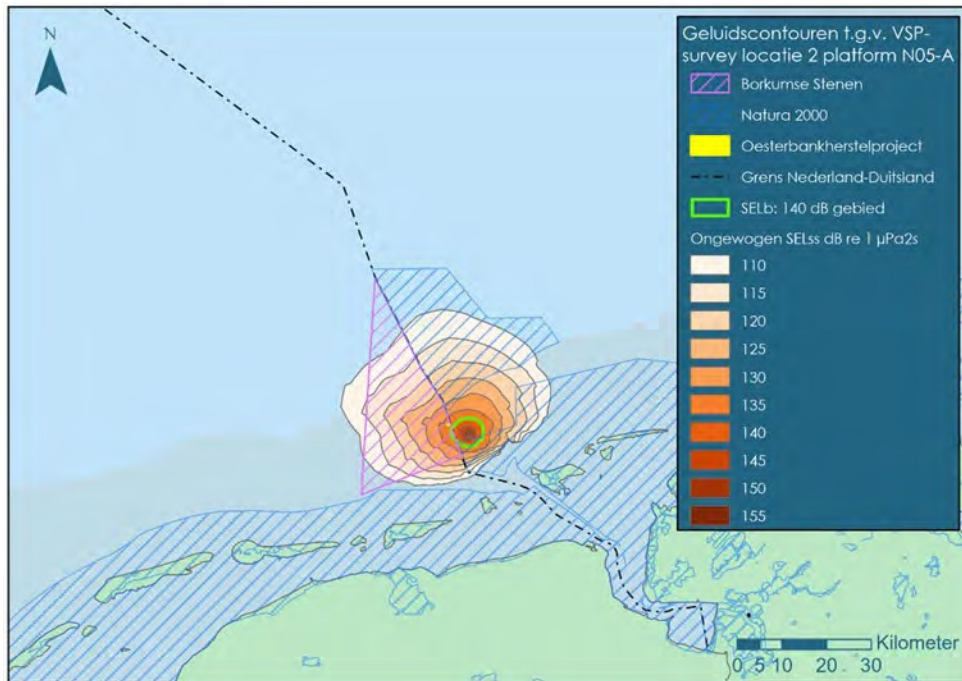


Abbildung 6: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten), für den VSP-Surveysstandort 2 (Tabelle 4). Diese Konturen wurden entlang des VSP-Trajekts verschoben, um die gesamte Störfläche zu ermitteln (siehe Text).

**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
12/23

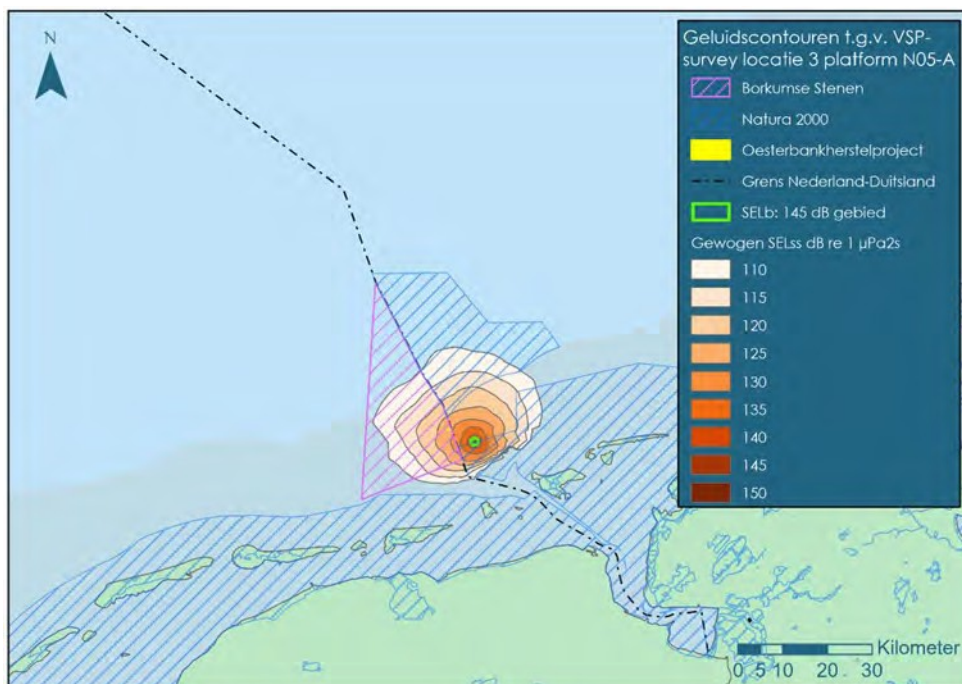
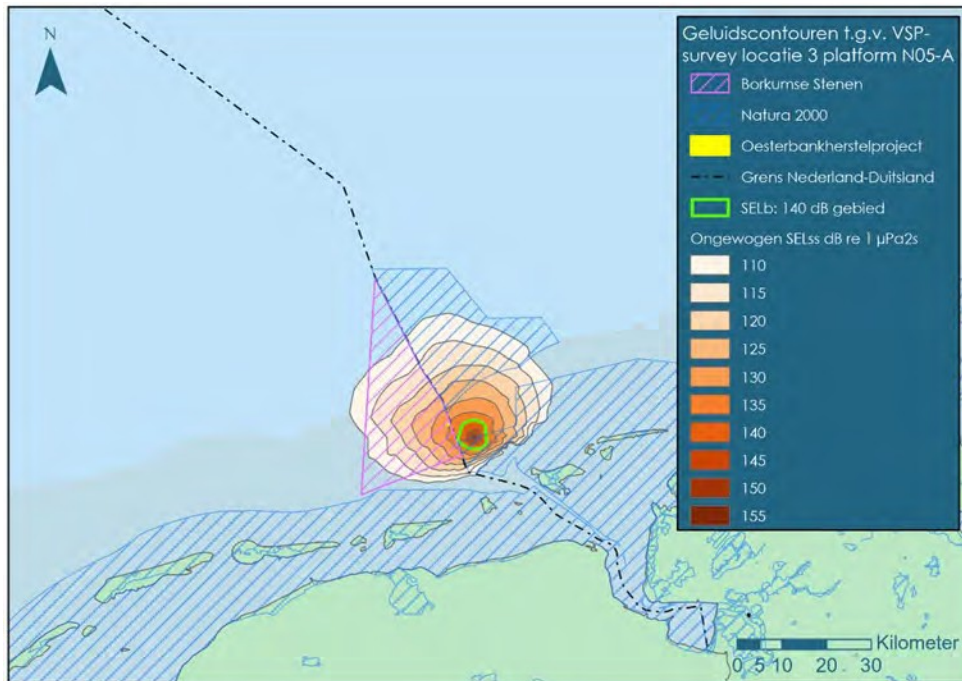


Abbildung 7: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten), für den VSP-Surveysstandort 3 (Tabelle 4). Diese Konturen wurden entlang des VSP-Trajekts verschoben, um die gesamte Störfläche zu ermitteln (siehe Text).



**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
13/23

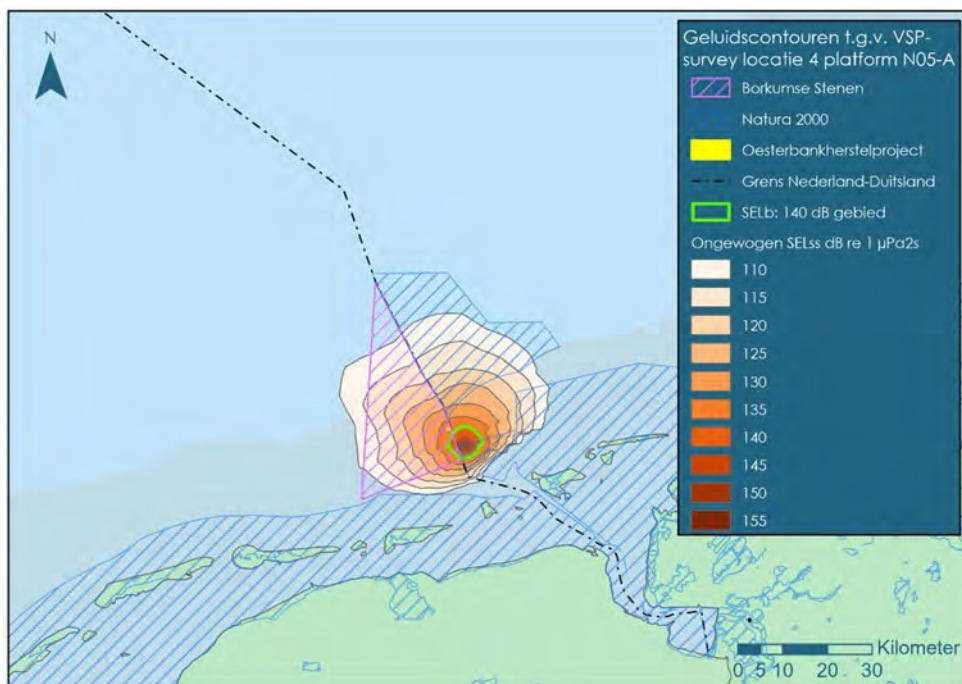
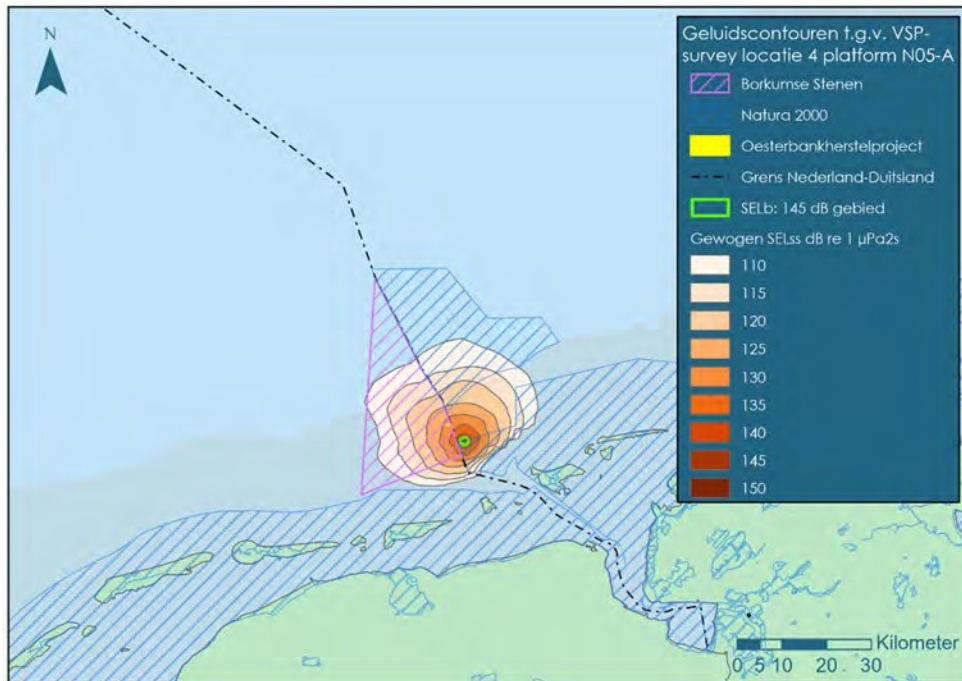


Abbildung 8: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten), für den VSP-Surveysstandort 4 (Tabelle 4). Diese Konturen wurden entlang des VSP-Trajekts verschoben, um die gesamte Störfläche zu ermitteln (siehe Text).



**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**  
14/23

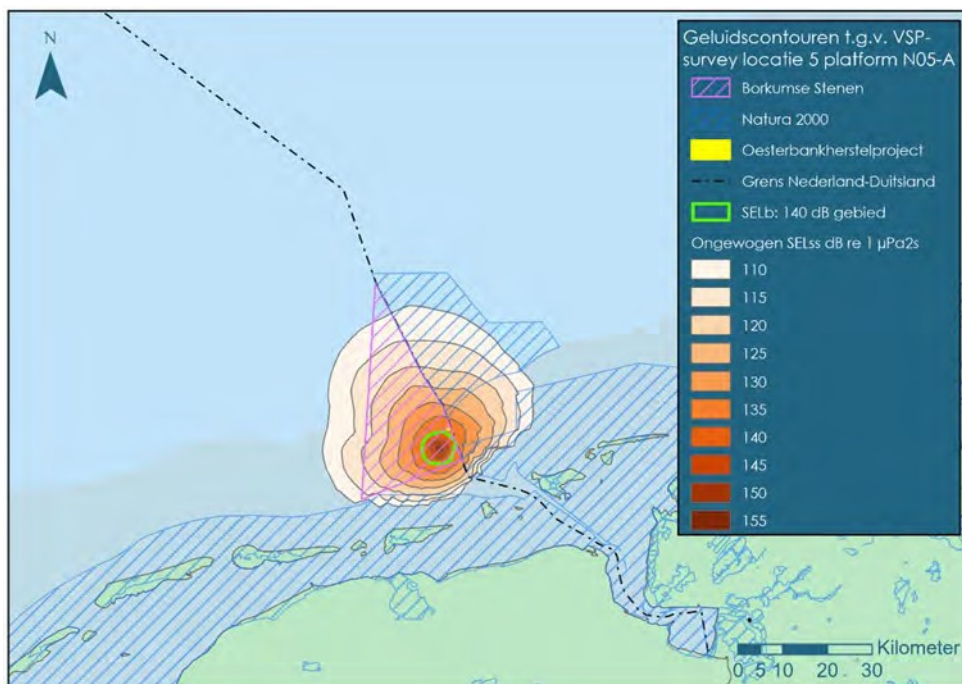
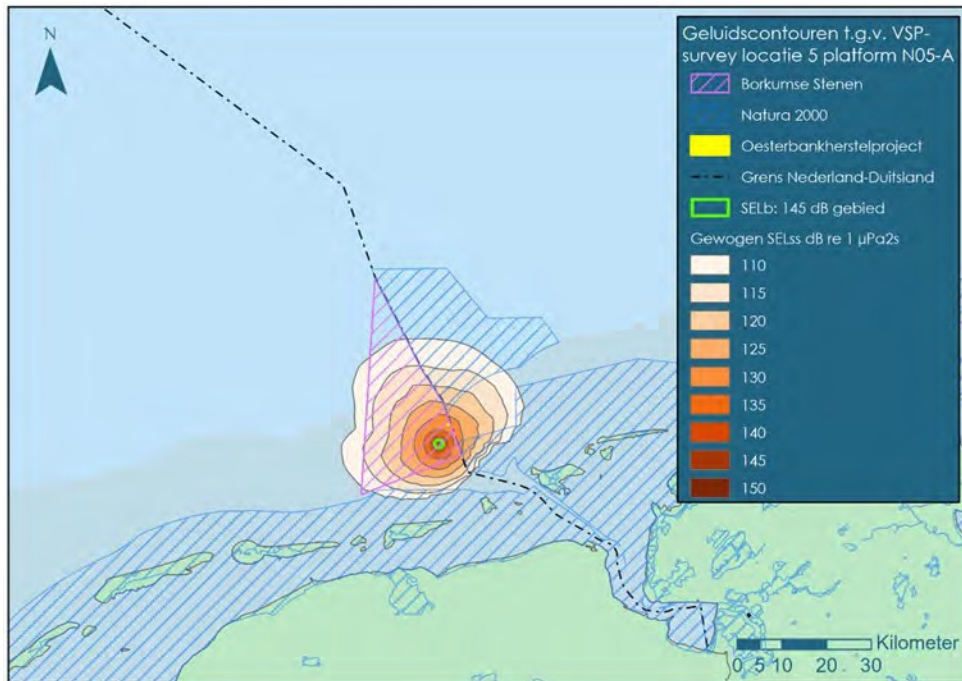


Abbildung 9: Schallkarten und Störkonturen für Schweinswale (oben) und Robben (unten), für den VSP-Surveysstandort 5 (Tabelle 4). Diese Konturen wurden entlang des VSP-Trajekts verschoben, um die gesamte Störfläche zu ermitteln (siehe Text).

*Tabelle 8: Berechnetes Störgebiet (in km<sup>2</sup>) um die Pfeiler und VSP-Surveys herum, in dem der Rammschall den Schwellenwert für die Störung von Schweinswalen und Robben überschreitet. Für die VSP-Surveys wurde die gesamte Störfläche pro Tag geschätzt, indem die berechnete Störfläche pro Standort entlang der Strecke verschoben wurde (siehe Text).*

	Störfläche pro Standort		Störfläche pro Tag	
	Schweinswale	Robben	Schweinswale	Robben
Rammen Jacket-Pfeiler	610 km <sup>2</sup>	231 km <sup>2</sup>	610 km <sup>2</sup>	231 km <sup>2</sup>
Rammen Rammkernrohr	94 km <sup>2</sup>	54 km <sup>2</sup>	94 km <sup>2</sup>	54 km <sup>2</sup>
VSP-survey, Standort 1	41 km <sup>2</sup>	3 km <sup>2</sup>	64,1 km <sup>2</sup>	8,5 km <sup>2</sup>
VSP-survey, Standort 2	35 km <sup>2</sup>	2 km <sup>2</sup>	59,9 km <sup>2</sup>	10,0 km <sup>2</sup>
VSP-survey, Standort 3	33 km <sup>2</sup>	2 km <sup>2</sup>	65,9 km <sup>2</sup>	11,8 km <sup>2</sup>
VSP-survey, Standort 4	38 km <sup>2</sup>	2 km <sup>2</sup>	66,7 km <sup>2</sup>	9,1 km <sup>2</sup>
VSP-survey, Standort 5	41 km <sup>2</sup>	3 km <sup>2</sup>	70,8 km <sup>2</sup>	10,4 km <sup>2</sup>

Für die VSP-surveys ist die berechnete Störfläche in Tabelle 8 die "momentane" Störung, wenn sich die Quelle an der entsprechenden Position befindet. Da sich die VSP-Quelle entlang eines Trajekts bewegt, siehe Tabelle 4 und Abbildung 2, wird die Störfläche für die gesamte Messung größer sein. Unter der Annahme, dass jedes Survey entlang eines Trajekts innerhalb von 24 Stunden durchgeführt wird, schätzen wir eine Obergrenze für die gesamte Störfläche pro Tag, basierend auf der berechneten Störfläche für die ausgewählten Standorte. Bei der Schätzung gehen wir davon aus, dass die Störfläche für alle Standorte entlang des Trajekts gleich ist.

Diese Konturen wurden von RHDHV in ihrer GIS-Software entlang der VSP-Trajekte verschoben, um die gesamte gestörte Fläche zu bestimmen.

In deutschen Gewässern ist es verboten, Schweinswale in Natura 2000-Gebieten zu stören. Daher hat RHDHV auf der Basis der von TNO zur Verfügung gestellten Störkonturen berechnet, wie viel Prozent der Fläche der nahegelegenen Natura 2000-Gebiete *Borkum Riffgrund* und *Niedersächsisches Wattenmeer* innerhalb der berechneten 140 dB-Konturen liegen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefasst, die auch die berechnete Überlappung mit den niederländischen Natura 2000-Gebieten zeigt.

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899A

**Seite**

15/23

*Tabelle 9: berechnete Störfläche (in km2 und Flächenprozent) in den Natura 2000-Gebieten und ökologisch wertvollen Gebieten in der Nähe der Pfeiler (ohne Minderung) und VSP-surveys, innerhalb derer der Pfeilerschall den Schweinswal-Störschwellenwert überschreitet.*

Bereich	Borkum-Riffgrund	Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer	Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	Küstengebiet der Nordsee	Wattenmeer	Borkumse Stenen	Austernbank
Oberfläche	625 km2	2767 km2	3545 km2	1444 km2	2717 km2	600 km2	0,01 km2
Gestörte Oberfläche Rammen Jacket-Pfeiler	78 km2 (12,5%)	0,7 km2 (0,0%)	52 km2 (1,5%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	294 km2 (49%)	0,01 km2 (100%)
Gestörte Oberfläche Rammen Rammkernrohre	1 km2 (0,2%)	0 km2 (0%)	5 km2 (0,1%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	53 km2 (9,6%)	0,01 km2 (100%)
Gestörte Oberfläche VSP-survey Standort 1	4,31 km2 (0,7%)	0 km2 (0%)	0,19 km2 (0,0%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	32,10 km2 (5,4%).	0,01 km2 (100%)
Gestörte Oberfläche VSP-survey Standort 2	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	7,46 km2 (0,2%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	20,25 km2 (3,4%)	0,01 km2 (100%)
Gestörte Oberfläche VSP-survey Standort 3	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	13,70 km2 (0,4%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	19,33 km2 (3,2%)	0,01 km2 (100%)
Gestörte Oberfläche VSP-survey Standort 4	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	14,56 km2 (0,4%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	27,9 km2 (4,7%)	0,01 km2 (100%)
Gestörte Oberfläche VSP-survey Standort 5	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	0,37 km2 (0,0%)	0 km2 (0%)	0 km2 (0%)	54,72 km2 (9,1%)	0,01 km2 (100%)

Beim Rammen der Jacket-Pfeiler ohne Minderungsmaßnahmen wird der Schweinswal-Störschwellenwert in 12,5 % des Natura 2000-Gebietes *Borkum Riffgrund* überschritten. Beim Rammen der Rammkernrohre ohne Minderungsmaßnahmen (wobei der SELss an 750 des Pfeilers um 7 dB niedriger ist als beim Rammen der Jacket-Pfeiler, siehe Tabelle 6) und bei den VSP-surveys wird die Störschwelle für Schweinswale in weniger als 1 % der Fläche der Natura 2000-Gebiete überschritten.

## 6 Anzahl der gestörten Schweinswale

Die Anzahl der Schweinswale, die möglicherweise gestört werden, wird berechnet, indem die Störfläche mit der lokalen Schweinswaldichte für die Jahreszeit, in der das Rammen stattfindet, multipliziert wird.

Für das KEC (Heinis et al., 2019) wurde die lokale Dichte der Schweinswale auf Basis neuerer Daten von Geelhoed & Scheidat (2018), Gilles et al. (2016) und den Ergebnissen von SCANS III (Hammond et al. 2017) bestimmt. Wir verwenden hier die geschätzte lokale Schweinswaldichte pro Saison für Teilgebiet 3 (DU & NL Noord von den Watteninseln) aus Heinis et al. (2019), siehe Tabelle 10.

*Tabelle 10: Schätzung der saisonabhängigen Schweinswaldichte um den Standort N05-A (aus Heinis et al, 2019).*

	Frühling (März-Mai)	Sommer (Juni-August)	Herbst (September- November)
Schweinswaldichte (Individuum/km <sup>2</sup> )	0,812	0,785	0,500

Durch Multiplikation dieser Dichten mit den berechneten Schweinswal-Störflächen aus Tabelle 8 ergeben sich Schätzwerte für die Anzahl der potenziell gestörten Schweinswale pro Tag, siehe Tabelle 11. Für die VSP-surveys wurde dies auf der Grundlage der maximal gestörten Fläche pro Tag (70,8 km<sup>2</sup>) berechnet.

*Tabelle 11: Anzahl der gestörten Schweinswale pro Tag, berechnet aus Schweinswaldichte (Tabelle 10) mal Störfläche (Tabelle 8).*

Anzahl der gestörten Schweinswale pro Tag	Frühling (März-Mai)	Sommer (Juni-August)	Herbst (September- November)
Rammen Jacket-Pfeiler	495	479	305
Rammen Rammkernrohr	76	74	47
VSP-survey	57	56	35

## 7 Auswirkung auf die Schweinswalpopulation

Die Gesamtzahl der Schweinswal-Störtage (Heinis et al., 2019) wurde durch Multiplikation der Anzahl der potenziell gestörten Tiere pro Tag mit der Anzahl der Störtage berechnet.

Unter der Annahme, dass das Rammen eines Plattformpfeilers etwa 2 bis 4 Stunden dauert, gehen wir davon aus, dass das Rammen der 6 Plattformpfeiler innerhalb von zwei Tagen durchgeführt werden kann. Daher gehen wir davon aus, dass die Rammarbeiten für die Plattform zu zwei Störtagen führen werden.

**Datum**

23. September

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899

**Seite**

18/23

ONE-Dyas gibt an, dass bei der Errichtung der Plattform alle 12 Rammkernrohre auf einmal nacheinander oder in drei 4er-Gruppen mit einem Abstand von mindestens einem Jahr eingeschlagen werden dürfen. Es dauert ca. 9 Stunden, um ein Rammkernrohr zu verlegen und es werden ca. 2 Rammkernrohre pro Tag gerammt. Für das Einrammen der 12 Rammkernrohre kalkulieren wir daher sechs Störstage als "Worst Case". Für die VSP-surveys rechnen wir mit der maximalen Störfläche (70 km<sup>2</sup>) als "Worst Case".

*Tabelle 12: Anzahl der Störstage für die Schweinswale, berechnet aus der Anzahl der gestörten Schweinswale pro Tag (Tabelle 11) mal der Anzahl der Störstage*

		Anzahl der Schweinswal-Störstage		
		Frühling	Sommer	Herbst
Rammen Jacket-Pfeiler	2	990	958	610
Rammen Rammkernrohre	6	456	444	282
VSP-survey	5	285	280	175

Nach der KEC (Heinis et al., 2019) kann eine Abschätzung einer maximalen Populationsreduktion, die mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird, mit folgender Näherungsformel ermittelt werden:

$$\text{Populationsreduktion} = 1,06 \times 10^{-4} \times bvv d^{1,17}$$

Die Populationsreduktion wird in der Anzahl der Individuen ausgedrückt und *bvv d* steht für die Anzahl der Schweinswal-Störstage.

Es ist zu beachten, dass diese Populationsreduktion nicht auf eine direkte Mortalität durch den Rammschall zurückzuführen ist. Die Näherungsformel ist abgeleitet aus Ergebnissen von Berechnungen mit dem Interim Population Consequences of Disturbance (PCoD)-Modell (Harwood et al., 2014), in dem die Populationsreduktion indirekt aus dem Einfluss einer anhaltenden Lärmbelästigung auf die "Vitalraten" der Schweinswale folgt, insbesondere auf die Chance der Fortpflanzung und die Überlebenschance von Jungtieren.

Es ist außerdem zu beachten, dass die Näherungsformel nicht linear ist. Das bedeutet, dass die kumulative Populationsreduktion durch mehrere Offshore-Pilling-Projekte nicht korrekt berechnet wird, indem die Berechnungsergebnisse für einzelne Projekte linear addiert werden. Für kleine Werte von *bvv d*, wie sie für die N05-A-Plattform berechnet wurden (Tabelle 12), ist diese lineare Addition jedoch eine nützliche Näherung.

Die berechnete maximale Gesamtzahl der Schweinswal-Störstage aufgrund der Rammarbeiten für die Plattformpfeiler und Rammkernrohre sowie der VSP-surveys beträgt 1731 in der "Worst-Case"-Situation, die dann auftritt, wenn alle Störungen im Frühjahr auftreten, wenn die Schweinswal-Dichte in diesem Gebiet am höchsten ist. Aus der Näherungsformel folgt, dass die Populationsreduktion daher mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit kleiner oder gleich 0,7 Individuen ist.



**Datum**

23. September

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899

**Seite**

19/23

In Heinis et al. (2019, Tabelle 4-5) wurde berechnet, dass der Bau der niederländischen Windparks zwischen 2020 und 2030 zu einer Gesamtzahl von Schweinswal-Störtagen von 807969 führen wird. Nach der Näherungsformel ergibt sich daraus ein 5%-iges Reduktionsrisiko der Schweinswalpopulation nach 2030 von 865 Tieren (= ca. 1,7% der geschätzten 51000 Schweinswale im NCP). Die maximale Anzahl von Schweinswal-Störtagen aufgrund der Rammarbeiten für die Plattformpfeiler und Rammkernrohre sowie der VSP-surveys für das Gasfeld N05-A beträgt, wenn alle Störungen im Frühjahr auftreten, 1731. Zusammen mit dem Bau der niederländischen Windparks zwischen 2020 und 2030 wird dies zu insgesamt 80.99700 Störtagen für Schweinswale führen. Die Näherungsformel prognostiziert dann ein 5%-iges Risiko einer Reduktion der Schweinswalpopulation nach 2030 um 868 Individuen, d.h. eine zusätzliche Reduktion um 2,2 Individuen als Folge des Baus der N05-A-Plattformen. Die Gesamtzahl bleibt deutlich unter dem von der Regierung festgelegten Grenzwert, dass die Population mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit nicht weiter als bis zu 95% der gesamten niederländischen Schweinswalpopulation (geschätzt auf 51.000 Individuen) zurückgehen wird.

## 8 Diskussion Modellunsicherheiten

In den letzten Jahren hat TNO eine Reihe von mathematischen Aquarius-Modellen entwickelt, mit denen die Unterwasserschallausbreitung rundum einen Pfeiler berechnet werden kann. Die Wahl einer Modellversion aus dieser Reihe hängt von den verfügbaren Informationen und der Komplexität der Berechnung ab. Theoretisch sollte die Unsicherheit in der berechneten Schallausbreitung abnehmen, wenn mehr detaillierte Informationen zur Verfügung stehen. Die begrenzte Modellvalidierung anhand von Messdaten für das Rammen von Monopiles für Offshore-Windkraftanlagen auf dem niederländischen Kontinentalschelf (PAWP, Luchterduinen, Gemini; siehe Binnerts et al. 2016) zeigt, dass wir noch nicht in der Lage sind, diese Unsicherheit zu quantifizieren, weil wir die Beiträge der verschiedenen Parameter zu der Unsicherheit nicht richtig trennen können.

In dieser Studie wurden die in der KEC-2018 verwendeten Normen als Ausgangspunkt für die Bestimmung von Störschwellenwerten verwendet. Jüngste Messungen der Störung von Schweinswalen im Gemini-Park (Geelhoed et al. 2018) deuten darauf hin, dass dieser Standard die Anzahl der gestörten Schweinswale auf der Grundlage der berechneten Störkonturen (Binnerts et al. 2016) im Vergleich zu der tatsächlich im Gemini-Park gemessenen Störung möglicherweise überschätzt (Geelhoed et al. 2018).

Mögliche Erklärungen für diese Diskrepanzen finden sich in der Hypothese, dass auch der Frequenz-Inhalt eine Rolle bei der Störwirkung von Schall spielen kann (Tougaard et al. 2015).

Die für den Unterwasserlärm von Airguns verwendeten Modelle wurden bisher nur in begrenztem Umfang validiert. Die ursprünglichen Airgun-Quellenmodelle waren auf die niederfrequente Komponente (< 100 Hz) ausgerichtet. Diese Modelle zeigen gute Übereinstimmungen für niedrige Frequenzen (< 100 Hz), können sich aber für höhere Frequenzen erheblich unterscheiden (Ainslie et al. 2016). Außerdem wurde nur eine begrenzte Modellvalidierung für Airgun-Signale in der Nordsee durchgeführt (von Benda-Beckmann et al. 2017).



## 9 Referenzstudie: Rammen von Rammkernrohren G18-02

Am 3. März 2020 führte Waterproof BV Messungen durch während des Rammens eines Rammkernrohrs für das ONE-Dyas-Projekt G18-02. Die vorläufigen Ergebnisse dieser Messungen wurden für eine Referenzstudie zur Verfügung gestellt, um einen Eindruck von der Validität der Aquarius 4-Berechnungen des Unterwasserlärms beim Rammen eines Rammkernrohrs zu erhalten.

Der Standort, an dem das G18-02 Rammkernrohr eingeschlagen wurde, ist in Tabelle 13 dargestellt. Die Parameter für Rammkernrohr und Hammer sind identisch mit denen des Projekts N05-A, siehe Tabelle 2.

*Tabelle 13: Standort für das Rammen des Rammkernrohrs G18-02*

Geographische Koordinaten (WGS84)	0557'39.53" E 541'47.07" N
Wassertiefe L.A.T.	33,2 m

Zum Vergleich mit den Messergebnissen wurden für diesen Standort Aquarius-Berechnungen für das Rammen des Rammkernrohrs bei maximaler Hammerenergie (90 kJ) durchgeführt. Abgesehen von der lokalen Wassertiefe (aus EModNet) wurden die Umgebungsparameter mit denen für N05-A gleichgesetzt, siehe Tabelle 5.

Die Messungen an G18-02 wurden in einer Entfernung von 750 m von dem Rammstandort durchgeführt. Die Messergebnisse sind in Tabelle 14 und Abbildung 10 dargestellt.

*Tabelle 14: Mit zwei Schreibern gemessene Einzelschallpegel (SELss) in 750 m Entfernung vom Rammstandort, beim Rammen des Rammkernrohrs G18-02. AR01 ist ein Soundtrap-Rekorder (3,5 m über dem Meeresboden) und AR02 ein RTsys-Rekorder (2,5 m über dem Meeresboden). Zusätzlich zu den maximalen SELss über die gesamte Rammpériode ('Max') gibt diese Tabelle auch die Werte der SELss an, die für 90%, 50%, 5% bzw. 1% der Periode überschritten wurden. (Geliefert von Waterproof BV)*

Recorder	Distance (m)	SEL <sub>ss</sub> (dB re 1µPa² s)				
		90	50	5	1	Max
AR01	750	152.5	155.3	157.6	158.5	160.9
AR02	750	152.4	155.0	157.1	157.9	159.9

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899

**Seite**

20/23

**Datum**  
23. September 2020

**Unsere Referenz**  
DHW-AS-2020-100331899

**Seite**  
21/23

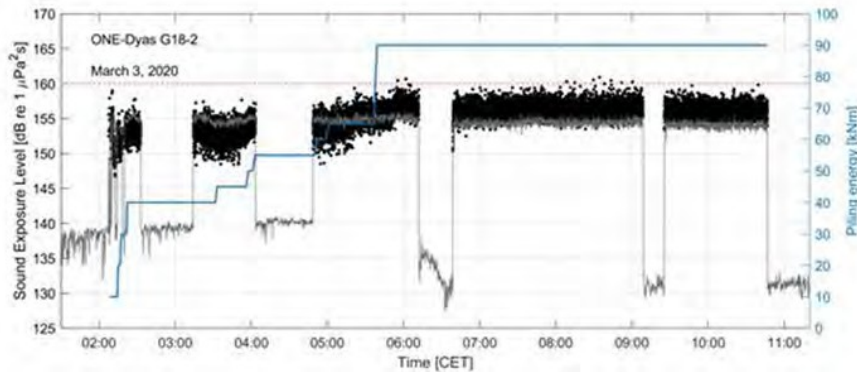


Abbildung 10: SELss gemessen in 750 m Entfernung von dem Rammstandort während des Rammens des G18- 02 Rammkernrohrs, in Kombination mit der angewandten Schlagenergie pro Schlag (rechte Achse). (Geliefert von Waterproof BV)

Die Aquarius 4-Berechnung für die Verlegung des G18-02-Rammkernrohrs ergibt in 750 m Entfernung vom Rammstandort einen maximalen ungewichteten Breitband-SELss von 164 dB re 1 Pa2s.

Daraus lässt sich schließen, dass die Unsicherheit in den Aquarius-Berechnungen mindestens 3 dB beträgt. Eine weitere Untersuchung der Ursache für die Differenz zwischen der berechneten und der gemessenen SELss ist im Rahmen des aktuellen Auftrags nicht möglich. Die Überschätzung des gemessenen SELss bestätigt, dass die Berechnung zu einer "Worst-Case"-Schätzung führt.

## 10 Schlussfolgerungen

Aquarius 4-Berechnungen des Unterwasserlärms während des unemittierten Rammens der Jacket-Pfeiler für die Plattform N05-A (bei 50 % der maximalen Energie des S-1200-Hammers) führen zu einem ungewichteten Breitband single strike sound exposure level in einer Entfernung von 750 m vom Rammstandort, das maximal 3 dB über der niederländischen Schallnorm von 168 dB re 1 Pa2s liegt, der Wert, der ab 2023 für die Offshore-Windparks gelten wird. Es wird erwartet, dass die berechnete Überschreitung der Norm mit einer Einzelmaßnahme, wie z. B. einem Blasengitter, einfach abgemildert werden kann. Die Norm wird während des unemittierten Rammens der Rammkernrohre nicht überschritten.

Die deutsche Schallnorm von 160 dB re 1 Pa2s (ungewichteter Breitband single strike sound exposure level in 750 m Entfernung von dem Rammstandort) wird bei dem unemittierten Rammen sowohl von Jacket-Pfeilern als auch von Rammkernrohren mit maximal 11 dB bzw. 4 dB überschritten. Die Abschwächung einer 11 dB-Überschreitung kann aufgrund der Bandbreite der beobachteten Wirksamkeit der Abschwächungsmaßnahmen eine doppelte Maßnahme erfordern (siehe Tabelle 7).

Der höchste berechnete Schallpegel in 750 m Entfernung von der VSP-Quelle (SELss = 152 dB) liegt deutlich unter den deutschen und niederländischen Normen.

Beim Rammen der Jacket-Pfeiler ohne Minderungsmaßnahmen wird der Schweinswal-Störschwellenwert in 12,5 % des Natura 2000-Gebietes *Borkum Riffgrund* überschritten. Beim Einschlagen der Rammkernrohre ohne Minderungsmaßnahmen (bei der der SELss in 750 m Entfernung vom Pfeiler um 7 dB niedriger ist als beim Rammen der Jacket-Pfeiler, siehe Tabelle 6) und bei den VSP-surveys wird die Störschwelle für Schweinswale in weniger als 1 % der Fläche der Natura 2000-Gebiete überschritten.

Basierend auf den Modellvorhersagen lässt sich schlussfolgern, dass die Störung von Schweinswalen durch Rammgeräusche während des Baus der N05-A-Plattform in einem Worst-Case-Szenario zu einem 5 %-igen Risiko zu einer zusätzlichen Verringerung der Schweinswalpopulation führt, zusätzlich zu den geschätzten Auswirkungen des Baus der niederländischen Windparks zwischen 2020 und 2030 (Heinis et al., 2019) von 2,2 Individuen. Das bedeutet, dass die Gesamtzahl deutlich unter dem von der Regierung festgelegten Grenzwert liegt, dass die Population mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit nicht weiter als bis zu 95% der gesamten niederländischen Schweinswalpopulation (geschätzt auf 51.000 Individuen) abnimmt.

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899

**Seite**

22/23

## 11 Referenzen

**Datum**

23. September 2020

**Unsere Referenz**

DHW-AS-2020-100331899

**Seite**

23/23

- Ainslie, 2010: "Principles of Sonar Performance Modeling", Springer-Praxis
- Ainslie et al, 2016: "Verification of airgun sound field models for environmental impact assessment", POMA. 27 doi: 10.1121/2.0000339.
- Binnerts et al, 2016: "Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound", Bericht TNO 2016 R11338.
- Deeks & Randolph, 1993: "Analytical modelling of hammer impact for pile driving", International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302
- De Jong et al, 2018: "Wozep - WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions", Bericht TNO 2018 R11671.  
[https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update\\_aquarius\\_models\\_pile\\_driving\\_sound\\_predictions\\_tno\\_2019.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predictions_tno_2019.pdf)
- Geelhoed & Scheidat, 2018: "Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017", Lutra 61(1): 127-136  
[https://www.researchgate.net/publication/328031089\\_Abundance\\_of\\_harbour\\_porpoises\\_Phocoena\\_phocoena\\_on\\_the\\_Dutch\\_Continental\\_Shelf\\_aerial\\_surveys\\_2012-2017](https://www.researchgate.net/publication/328031089_Abundance_of_harbour_porpoises_Phocoena_phocoena_on_the_Dutch_Continental_Shelf_aerial_surveys_2012-2017)
- Geelhoed et al, 2018: "Gemini T-c: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015", Wageningen Marine Research report C020/17
- GEOxyz Offshore, 2019: "Survey Report - N5A Platform Area", GEOxyz Report No. LU0022H-553-RR-01, ONE Report No. N05A-7-10-0-70016-01, rev. 1.1.
- Gilles et al, 2016: "Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment", Ecosphere 7(6):e01367
- Hammond et al, 2017: "Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys", Scottish Marine and Freshwater Science 5(2)
- Harwood et al, 2014: "A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations", Report SMRUL-TCE-2013-014.
- Heinis et al, 2019: "Kader Ecologie en Cumulatie- 2018 Cumulative effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen".  
[https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec\\_update\\_2018\\_effecten\\_impulsiv\\_geraeusches\\_auf\\_porpoises\\_20190124def.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsiv_geraeusches_auf_porpoises_20190124def.pdf)
- Iv Offshore & Energy b.v. , 2019: "ONE DYAS N05A Platform Pile Pile Fatigue and Mudmats Foundation Analysis", Bericht Nr.: C1173R01-01a
- Southall et al, 2017: "Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations", Aquatic Mammals 33(4): 411-521
- Tougaard et al, 2015: "Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises", Marine Pollution Bulletin 90, 196-208
- Verfuss et al, 2019: "A review of noise abatement systems for offshore wind farm construction noise, and the potential for their application in Scottish waters", Scottish Natural Heritage Forschungsbericht Nr. 1070
- von Benda-Beckmann et al, 2017: "Principles for a guideline for estimating the effects of underwater sound from seismic airgun arrays on porpoises", Bericht TNO 2017 R10739.

## BERICHT

# Überwasserlärm

Umweltverträglichkeitsbericht Gasförderung N05-A

Kunde: ONE-Dyas B.V.

Referenz: BG6396IBRP2010071015

Status: Definitief/2.0

Datum: 11.6.2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35  
3818 EX AMERSFOORT  
Industry & Buildings  
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**  
+31 33 463 36 52 **F**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titeldokument: Überwasserlärm

Untertitel: Überwasserlärm N05-A  
Referenz: BG6396IBRP2010071015  
Status: 2.0/Definitief  
Datum: Thursday, 11 June 2020  
Projektname: Umweltverträglichkeitsbericht Gasförderung N05-A  
Projektnummer: BG6396-107

Klassifizierung

Projektbezogen

Dieser Text wurde aus dem Niederländischen übersetzt. Soweit es Widersprüche zum Originaltext gibt, ist der Originaltext führend.

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.*



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Die Absicht	1
1.2	Lärm und politische Rahmenbedingungen	2
1.3	Anleitung zum Lesen	3
<b>2</b>	<b>Bauphase</b>	<b>4</b>
2.1	Installation von Plattform- und Rammverankerungspfeilern	4
2.2	Verlegen und Eingraben der Pipeline und des Kabel	5s
<b>3</b>	<b>Bohrphase</b>	<b>6</b>
<u>3.1</u>	<u>Rammarbeiten conductors</u>	
3.2	Bohren der Bohrlöcher	7
3.3	Testen der Bohrlöcher	9
<b>4</b>	<b>Produktionsphase</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Rückbauphase</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Transportbewegungen von Schiffen und Hubschraubern</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Kumulierung von Geräuschen</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Lärmpegel auf den Watteninseln</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Maximale Geräuschpegel</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>Übersicht</b>	<b>17</b>

## 1 Einführung

### 1.1 Die Absicht

ONE-Dyas ist ein niederländisches Unternehmen, das sich auf die Suche und Förderung von Erdgas aus Feldern im niederländischen, deutschen, britischen und norwegischen Teil der Nordsee konzentriert. Im Jahr 2017 fand ein Konsortium aus den Gasproduzenten ONE-Dyas und Hansa Hydrocarbons Limited zusammen mit EBN B.V. ein Gasfeld (N05-A) innerhalb des sogenannten GEMS<sup>1</sup>-Gebietes. Das GEMS-Gebiet umfasst eine Ansammlung von (möglichen) Gasfeldern, die sich über den niederländischen und deutschen Teil der Nordsee nördlich der Emsmündung erstrecken (siehe Abbildung 1).

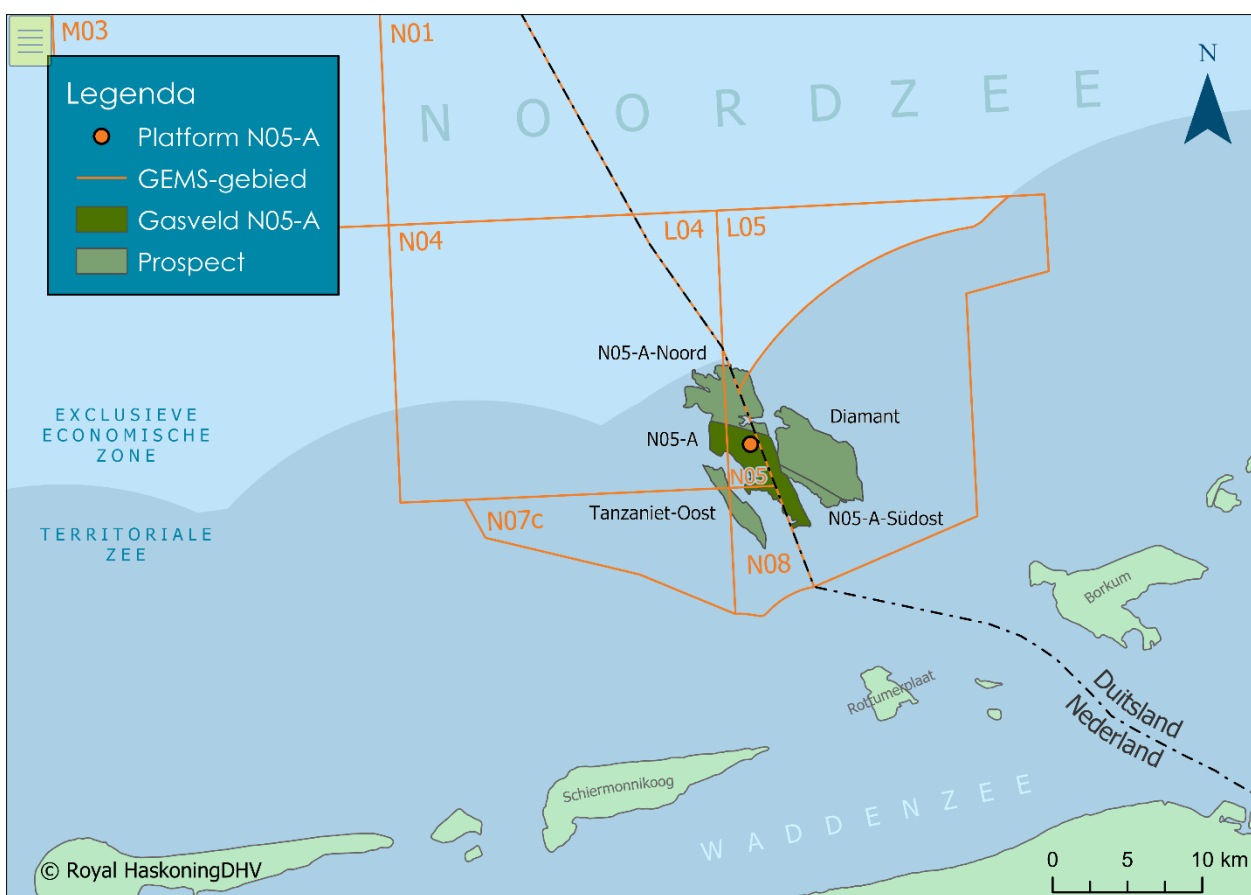


Abbildung 1: Lage des Feldes N05-A, einschließlich des geplanten Standorts der Plattform und der von diesem Standort aus zu erschließenden prospects.

Um die Erdgasförderung in dem Feld N05-A zu ermöglichen, will das Konsortium oberhalb dieses Feldes eine Plattform im Meer platzieren (in der Fachsprache eine *Offshore*-Plattform). Der geplante Standort der Plattform (der orangefarbene Punkt in Abbildung 1) liegt im niederländischen Teil der Nordsee, etwa zwanzig Kilometer nördlich von Borkum, Rottumerplaat und Schiermonnikoog. Von diesem Standort aus können zwölf Bohrungen abgeteuft werden, darunter ein Teil zum Feld N05-A und ein Teil zu den angrenzenden Feldern. Für diese angrenzenden Felder muss noch nachgewiesen werden, ob wirtschaftlich förderbare Mengen an Erdgas vorhanden sind. Diese werden in der Fachsprache als *prospects* bezeichnet.

Das geförderte Gas wird über eine noch zu errichtende Pipeline zur NGT-Pipeline transportiert, die das Gas dann auf das Festland ableitet. ONE-Dyas erwartet, aus den erschlossenen Feldern über einen Zeitraum von zehn bis fünfunddreißig Jahren Erdgas zu fördern.

Die zu untersuchenden Aktivitäten für Überwasserlärm sind:

- Bauphase
  - Platzieren der Plattform- und Rammverankerungspfeiler;
  - Verlegen und Eingraben der Pipeline und der Kabel.
- Bohrphase
  - Rammarbeiten conductors;
  - Bohren der Bohrlöcher;
  - Testen der Bohrungen.
- Produktionsphase (Gasaufbereitung)
- Rückbauphase
- Transportbewegungen von Schiffen und Hubschraubern

Für die Energieversorgung der Bohr- und Förderplattform gibt es mehrere Möglichkeiten, die für die Lärmerzeugung relevant sind. Eine Möglichkeit ist, die Energie mittels eines Dieselgenerators (Bohrplattform) und eines gasbetriebenen Generators (Förderplattform) selbst zu erzeugen. Eine zweite Möglichkeit ist die Elektrifizierung, bei der ein Stromkabel von der Förderplattform zum nahe gelegenen Windpark Riffgat in der deutschen Nordsee verlegt wird. Dieses Kabel kann eventuell auch die Bohrplattform mit Energie versorgen. Aus diesem Grund wurden die Varianten für Überwasserlärm untersucht, wie in Tabelle 1 beschrieben.

*Tabelle 1: Untersuchte Energieerzeugungsvarianten, die für Überwasserlärm relevant sind*

Varianten Bohrplattform	Varianten Förderplattform
Dieselgenerator	Gasbetriebener Generator
Stromkabel Riffgat (über Förderplattform)	Stromkabel Riffgat

Hinweis: Es ist unrealistisch, dass nur die Bohrplattform elektrifiziert wird, aufgrund ihrer temporären Anwesenheit.

Abgesehen von den Varianten für die Stromerzeugung gibt es keine weiteren Varianten für Teile der Tätigkeit, die sich durch Überwasserlärm auszeichnen.

Alle Aktivitäten finden in den Niederlanden statt, mit Ausnahme des (möglichen) Baus eines Stromkabels vom Windpark Riffgat in Deutschland für die Energieversorgung. Der Bau dieses Kabels wird hauptsächlich im deutschen Raum stattfinden.

## 1.2 Lärm und politische Rahmenbedingungen

Auf dem Meer sind zwei Arten von Lärm von Bedeutung: in der Luft über der Meeresoberfläche (Überwasserlärm) und Unterwasser im Meer (Unterwasserlärm). Überwasserlärm sind die Geräusche, die von Menschen und Tieren gehört werden. Diese Studie konzentriert sich auf den Überwasserlärm.

Die niederländische und die deutsche Lärmschutzverordnung konzentrieren sich auf die Vermeidung von Lärmbelästigung für Menschen in der Nähe einer Aktivität. Bei lärmempfindlichen Objekten handelt es

sich daher hauptsächlich um Wohnungen und andere Gebäude und Bereiche, in denen sich Menschen aufhalten. Da auf dem Meer keine lärmempfindlichen Objekte im Sinne dieser Gesetzgebung vorkommen, sind diese Regelungen in Bezug auf Überwasserlärm auf dem Meer nicht relevant. Das bedeutet auch, dass es keine Prüfwerte gibt, auf die die Geräuschpegel des Projekts getestet werden können.

Ökologen haben jedoch aufgrund von Untersuchungen festgestellt, dass Seevögel bei Lärmpegeln von mehr als 60 dB(A) das Gebiet meiden. Dies hat Auswirkungen auf das natürliche Verhalten von Seevögeln.

Diese Studie gibt Aufschluss darüber, in welchem Abstand die 60 dB(A)-Lärmkontur für die verschiedenen Aktivitäten während der verschiedenen Projektphasen verläuft. Die 60 dB(A)-Konturen werden in der UVP und den Naturstudien für das Projekt N05-A verwendet, um die Auswirkungen des Überwasserlärms speziell auf Seevögel zu ermitteln.

### 1.3 Anleitung zum Lesen

Im Kapitel 2 bis 6 werden die Aktivitäten benannt und die entsprechende Geräuschemission und die 60 dB(A) Lärmkontur ermittelt. Im Kapitel 7 wird die Akkumulation von Geräuschen durch gleichzeitiges Bohren und Fördern (*Concurrent Drilling*) beschrieben. Kapitel 9 geht auf die maximalen Geräuschpegel (Spitzenemissionen) ein und schließlich gibt Kapitel 10 einen Überblick über die ermittelte 60 dB(A)-Lärmkontur pro Aktivität.

## 2 Bauphase

### 2.1 Installieren von Plattform- und Rammverankerungspfeilern

Die Hauptlärmquelle bei der Installation der Förderplattform ist das Rammen der Verankerungspfeiler, mit denen die Unterkonstruktion der Plattform im Meeresboden verankert wird. Dies beinhaltet die Installation von 6 Pfeilern mit einer Länge von jeweils 52 Metern und einer Wandstärke von 3 Zoll (8 cm). Weitere Informationen finden Sie im Folgenden:

- Der Rammhammer ist vom Typ S1200 von IHC oder gleichwertig. Dieser Rammhammertyp wurde wegen des Durchmessers des Hammers gewählt, nicht wegen der erforderlichen Rammleistung. Der Hammer wird mit maximal 50 % seiner maximalen Leistung belastet.
- Die Anzahl der Rammschläge beträgt 40 bis 47 pro Minute.
- Die Rammdauer pro Pfeiler beträgt mindestens 50 Minuten. Mathematisch gesehen wird eine längere Rammdauer von effektiv 2 Stunden angesetzt.
- Obwohl die Pfeiler möglicherweise an einem Tag aufgestellt werden können, basiert die Bewertung auf der Annahme, dass die Rammarbeiten auf zwei Tage verteilt werden. Pro Tag werden drei Pfeiler aufgestellt und die effektive Rammzeit pro Tag beträgt damit 6 Stunden.
- Die zu handhabende Quellschöhe beträgt 18 Meter. Dies wird auf der Grundlage der Berechnungsformel im Handbuch zur Messung und Berechnung von Industrielärm HMRI 1999 bestimmt; bei einer Quelle, die im Laufe der Zeit in der Höhe abnimmt, muss eine Quellschöhe von 2/3 der maximalen Höhe der Quelle angenommen werden. Die maximale Höhe des Rammpfeilers beträgt 34 Meter über der Wasseroberfläche (52 Meter (Pfeilerlänge) minus 25 Meter (Wassertiefe)).

Der Schallleistungspegel des Rammhammers S1200 basiert auf der Studie "Hornsea Offshore Wind Farm Project One" Annex 4.3.1 "Airborne noise Technical report" Juli 2013 von RPS. Die entsprechenden Daten sind in der folgenden Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 2: Messergebnisse Rammhammer IHC S1200

Messabstand [m]	Schalldruckpegel <sup>1)</sup> [Lp dB(A)]	Schallleistungspegel [LWR in dB(A)]
25	100	139
50	92	137
100	87	138
200	83	140
400	77	140
800	66	135
Mittlere Schallleistung IHC S1200 (energetischer Mittelwert)		138,5

<sup>1)</sup> Der Schallleistungspegel ist eine spezifische Eigenschaft eines Gerätes, die unabhängig von seiner Umgebung ist. Der Schalldruckpegel (Lp) ist ein Maß für die Lärmbelastung durch eine bestimmte Schallquelle. Beide werden in Dezibel oder dB(A) angegeben.

Lärmmessungen, die von Royal HaskoningDHV im Jahr 2016 bei schweren Rammarbeiten für die Seeschleuse in IJmuiden durchgeführt wurden, führten zu festgestellten Schallleistungspegeln von ca. 140 dB(A). Es handelte sich um Stahlrohrpfeiler mit einer Länge von mehr als 35 Metern und einem Durchmesser von mehr als 1500 mm.

Für das vorliegende Projekt wird auf der Grundlage der obigen Daten und insbesondere der obigen Tabelle 3 ein maximaler Schallleistungspegel von 140 dB(A) ( $L_W$  re 1 pW) verwendet, wenn der Rammhammer mit voller Leistung eingesetzt wird. Zum Einrammen der Ankerpfiler wird der Rammhammer mit maximal 50 % seiner maximalen Leistung eingesetzt, was zu einer Reduzierung der Schallleistung um 3 dB(A) führt, so dass die maximale Wirkleistung 137 dB(A) ( $L_W$  re 1 pW) beträgt. Die entsprechenden Abstände zu den Lärmkonturen sind in Tabelle 5 angegeben. Dabei wird von einem akustisch vollständig harten Boden ausgegangen und die Berechnungen wurden mit dem Programm Geomilieu V5.21 der DGMR nach dem Handbuch zur Messung und Berechnung von Industrielärm (HMRI) von 1999 durchgeführt.

Tabelle 3: Abstand von dem Rammstandort zu den Lärmkonturen  $L_{Aeq,24h}$  in dB(A) beim Setzen der Ankerpfiler

Rammen Verankerungspfeiler	Schallkontur 60 dB(A) $L_{Aeq,24h}$
Rammhammer	600 m

## 2.2 Verlegen und Eingraben der Pipeline und des Kabels

Relevante Geräuschquellen bei der Verlegung der Pipeline und des Kabels sind zwei Schiffe, nämlich das Pipelineverlegungsschiff und ein Schiff, das die Pipeline eingräbt. Ein realistischer Schallleistungspegel, der beim gleichzeitigen Einsatz der beiden Schiffe auftritt, beträgt 124 dB(A). Der Schallleistungspegel ist der Studie Hornsea Offshore Wind Farm Project One, Environmental Statement, Volume 4 - Introductory Annexes, Annex 4.3.1 Airborne Noise Technical Report, Juli 2013 von RPS entnommen.

Die Verankerungsarbeiten verursachen eine Lärmkontur von 60 dB(A), ausgehend vom akustischen Schwerpunkt der Schiffe in 200 Metern Entfernung. Es ist zu beachten, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit der Schiffe mit 0,2 km/h unter der einzugebenden Mindestgeschwindigkeit von 1 km/h gemäß Geosciences V5.21 liegt. Aus diesem Grund wurde als Geschwindigkeit der mobilen Quelle 1 km/h eingegeben und der Schallleistungspegel um den Faktor 8 (+9 dB) korrigiert.

Tabelle 4: Abstände von den Arbeitsschiffen zu den Lärmkonturen  $L_{Aeq,24h}$  in dB(A) während der Installation von Pipeline und Kabel

Verlegung von Pipeline und Kabel	Schallkontur 60 dB(A) $L_{Aeq,24h}$
Arbeitsschiffe	200 m



### 3 Bohrphase

#### 3.1 Rammarbeiten conductors

Vor dem Bohren wird ein conductor platziert. Dies ist ein schweres Metallrohr mit einem Durchmesser von etwa achtzig Zentimetern. Das *conductor* Rohr bildet die Verbindung zwischen dem Boden der Plattform und dem Bohrloch, die Bohrung erfolgt innerhalb des *conductors*. Der *conductor* sorgt auch für die Stabilität des flachen Bohrlochs und verhindert das Eindringen von Grund- und Seewasser.

Auf der Plattform N05-A werden 12 conductors mit einem IHC S90 Hydrohammer verlegt. Alle 12 conductors werden entweder direkt hintereinander (Serienbohrung) oder in drei 4er-Gruppen mit mindestens einem Jahr Abstand (batch drilling) verlegt. Rechnerisch wird Folgendes hantiert:

- Die Länge eines verlegten conductors beträgt 100 Meter, von dem ca. 50 Meter in den Boden eindringen wird.
- Der Durchmesser eines conductors beträgt 0,76 Meter.
- Die Schlagfrequenz beträgt 46 Schläge pro Minute.
- Die Anzahl der erforderlichen Rammschläge pro Pfeiler basiert auf der Anzahl der Rammschläge von conductors bei anderen Bohrungen in der Nordsee. Im Durchschnitt beträgt die Anzahl der Rammschläge pro Pfeiler 20.638 und maximal 30.839.
- Die Rammdauer pro conductor beträgt also  $30.839 / 46$  ca. 11,2 Stunden.
- Das Rammen der conductors dauert insgesamt 12 Tage. Die berechneten Konturabstände pro Tag sind identisch.
- Die Schlagenergie beträgt ca. 90 kJ.
- Die Quellhöhe beträgt aus akustischer Sicht etwa 50 Meter. Dies wurde auf der Grundlage der Berechnungsformel im Handbuch zur Messung und Berechnung von Industrielärm HMRI 1999 festgelegt, die besagt, dass bei einer Quelle, die im Laufe der Zeit in der Höhe abnimmt, eine Quellhöhe von 2/3 der maximalen Höhe der Quelle angenommen werden sollte. Die maximale Höhe des Pfeilers beträgt 75 Meter über der Wasseroberfläche.

Der Schallleistungspegel des S90-Rammhammers liegt laut Terracon Funding Technology bei 134 bis 136 dB(A). Die Messdatenbank von Royal HaskoningDHV gibt für den Rammhammer Typ S90 einen Schallleistungspegel von 137,6 dB(A) an. Der letztgenannte Wert von 137,6 dB(A) ( $L_w$  re 1pW) wird für Berechnungszwecke verwendet.

Die Abstände zu den Lärmkonturen ( $LA_{eq,24h}$ ) sind in Tabelle 2 dargestellt. Dabei wird von einem akustisch vollständig harten Boden und einer Rammdauer pro conductor des S90-Blocks von 11 Stunden ausgegangen. Die Berechnungen wurden mit dem Programm Geomilieu V5.21 der DGMR nach dem Handbuch zur Messung und Berechnung von Industrielärm (HMRI) von 1999 durchgeführt.

Tabelle 5: Abstand von dem Rammstandort zu den Lärmkonturen  $LA_{eq,24h}$  in dB(A) beim Rammen von conductors

Rammen von conductors	Schallkontur 60 dB(A) $LA_{eq,24h}$
Rammhammer	850 m

### 3.2 Bohren der Bohrlöcher

Während des Bohrens ist eine große Anzahl von Geräuschquellen in Betrieb. Diese Quellen sind unten aufgeführt. Die Quellen in der Liste wurden separat gemessen, für jede Quelle wurde die Schallleistung berechnet. Fast alle Geräuschquellen sind modelltechnisch im Dauerbetrieb, mit Ausnahme der Kräne, die etwa 50 % der Zeit aktiv sind.

Die Daten stammen aus einer Lärmstudie mit Lärmmessungen, die von Royal Haskoning auf der Bohrplattform Ensco 72 bei der Bohrung im Wattenmeer in Zuidwal<sup>2</sup> durchgeführt wurden. Diese Plattform ist relativ klein und leise im Vergleich zu anderen Bohrplattformen, die in der Nordsee betrieben werden. Die Messungen der Ensco 72 wurden daher hochskaliert, damit die Geräuschdaten repräsentativ für eine durchschnittliche Bohrplattform sind. Obwohl davon ausgegangen wird, dass die meisten Geräuschquellen kontinuierlich arbeiten, ist dies in der Praxis nicht der Fall. Der mittlere Schallleistungspegel ist daher in der Praxis etwas niedriger als in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Schallleistungspegel (LW in dB(A)) Bohrplattform

Noise source	Schallleistungspegel (LW) in dB(A) inklusiv Betriebsdauerkorrektur (Cb)
crane, star board	108
crane, port side	105
supply fan 21, drill store, port side	89
supply fan 23, sack storage	80
exhaust fan 24, sack storage	77
supply fan 25 mud pump room	84
exhaust fan 26 mud pump room	84
supply fan 27 cement unit	86
exhaust fan 28 cement unit	88
supply fan 29 drill store star board	86
supply fan 33 bulk mud	83
exhaust fan 35 mud pit	77
supply fan 36 mud pit	73
supply fan 37 bulk cement	75
supply fan 39 aux. machinery room, port side	76
exhaust fan 40 aux. machinery room, port side	72
exhaust fan 41 aux. machinery room, star board	89
supply fan 42 aux. machinery room, star board	74
supply fan 43 main engines, port side	87
supply fan 44 main engines, star board	87
exhaust fan 45 main engines, port side	88
exhaust fan 46 main engines, star board	88
exhaust fan mud treatment (A)	88

Noise source	Schallleistungspegel (LW) in dB(A) inklusiv Betriebsdauerkorrektur (Cb)
exhaust fan mud treatment (B)	88
exhaust fan mud treatment (C)	88
exhaust fan mud treatment (D)	88
shale shaker house	81
cooling water pumps draw works	73
exhaust pipe generators 1 & 2	78
exhaust pipe generators 3 & 4	78
exhaust pipe generator 5	78
3 air fin coolers main engines	91
op drive	100
hydraulic power unit, side wall	73
hydraulic power unit, louvers	83
hydraulic power unit, motor cover on roof	85
hydraulic power unit, natural ventilation	86
hydraulic power unit, fans on roof	85
blower DC motor draw work A, supply	82
blower DC motor draw work B, supply	84
blower DC motor rotary, supply	85
exhaust fan galley (rectangular)	76
exhaust fan galley (mushroom)	74
airco unit on roof radio room	87
3 mud centrifuges	82
2 air coolers brakes draw works	86
B.O.P. accumulator, pneumatic driven	87
2 exhaust pipes cement pumps	83
Halliburton coolers	93
aircon condenser fans	94
wireline unit Schlumberger (electric power unit only)	94
noise emission hull	105
noise from drill floor during tripping	-
noise from drill floor during dripping	107
4 electric motors of cuttings transport system	92
Gesamter Schallleistungspegel LW in dB(A):	113,2
mit Kränen Cb = 3 dB (jeder zu 50% aktiv)	
Installierte elektr. Leistung im Vergleich zur Initiative ist Faktor 2	+3

Noise source	Schallleistungspegel (LW) in dB(A) inklusiv Betriebsdauerkorrektur (Cb)
Gesamter Schallleistungspegel LW in dB(A):	116,2

### Varianten

#### *Ablassen oder Entfernen von Bohrschutt und -schlamm*

Bei der Variante "Ablassen von Bohrschutt und -schlamm" werden Bohrschutt und -schlamm auf Wasserbasis in das Meer abgeleitet. Bei dieser Variante sind die Geräuschquellen und Geräuschemissionen in Tabelle 6 dargestellt.

Bei der Variante "Beseitigung von Bohrschutt und -schlamm" werden Bohrschutt und -schlamm auf Wasserbasis per Schiff zu einer Aufbereitungsanlage an Land transportiert. Dabei werden Bohrschutt und Bohrschlamm in Kübel geladen und mit dem Kran von der Bohrinself auf die Schiffe geladen. Pro Bohrung über einen Zeitraum von durchschnittlich drei Monaten erfordert der Abtransport von Bohrschutt und Schlamm ca. sieben zusätzliche Fahrten im Vergleich zu 52 regulären Fahrten pro Bohrung. Die Kontur pro Schiffbewegung ist so und nicht anders. Damit sind die Geräuschquellen und Geräuschemissionen in der Variante "Beseitigung von Bohrschutt und -schlamm" vergleichbar mit der Variante "Ablassen von Bohrschutt und -schlamm" während der Bohrphase.

#### *Elektrifizierung oder eigene Energieerzeugung*

Berechnungen, die auf der Untersuchung der Ensco 72 basieren, zeigen, dass die Energieversorgung durch Elektrifizierung zu einer Plattform führt, die etwa 1 dB leiser ist als eine Plattform, die ihre eigene Energie erzeugt. Dies wird u.a. durch eine stark reduzierte Geräuschabstrahlung des Rumpfes, der so genannten "noise emission hull" Quelle, verursacht. Eine von Royal HaskoningDHV durchgeführte Untersuchung von Bohrungen und Gasaufbereitung im Bergermeer<sup>3</sup> ergibt einen Unterschied von ca. 2 dB. Für N05-A wurde die erstgenannte Reduzierung von 1 dB angenommen, um die Konturabstände in der Variante 'Elektrifizierung' nicht zu unterschätzen.

Tabelle 7: Abstand von der Bohrplattform zu den Lärmkonturen LAeq,24h in dB(A) während der Brunnenbohrung

Bohren von Bohrlöchern	Schallkontur 60 dB(A) LAeq,24h
Variante 'Elektrifizierungs-Bohrplattform'	190 m
Variante 'Eigene Stromerzeugungs-Bohrplattform'	210 m

## 3.3 Testen der Bohrlöcher

Das Abfackeln von Erdgas während der Bohrlochtests erzeugt Lärm für einen begrenzten Zeitraum (insgesamt 12 bis 24 Stunden Abfackeln, verteilt auf mehrere Tage). Beim Abfackeln liegt die 60 dB(A)-Kontur in einer Entfernung von ca. 200 Metern. Dieser Abstand basiert auf einem Schallleistungspegel von 115 dB(A) gemäß dem Forschungsbericht TNO R2004/246 Version 2 "UVP für die Entwicklung des De Ruyter Öl- und Gasfelds in Block P10/P11b in dem niederländischen Teil der Kontinentalplatte" vom 1. September 2004.

Tabelle 8: Abstand von der Bohrplattform zu den Lärmkonturen LAeq,24h in dB(A) während des Bohrlochtests

Prüfung von Bohrungen	Schallkontur 60 dB(A) LAeq,24h
Abfackeln	200 m

## 4 Produktionsphase

Die Gasaufbereitung besteht hauptsächlich aus den folgenden Teilen.

- Gasfluss Choke (max. 12 Bohrungen).
- Gaseinlass des Luftkühlers.
- Depletion-Kompressor: Die Depletions-Kompression wird nach einem oder mehreren Jahren platziert und wird voraussichtlich als Zentrifugalkompressor ausgeführt. In der Variante 'Elektrifizierungs-Förderplattform' wird dieser Kompressor elektrisch angetrieben und in der Variante 'Eigenstromerzeugungs-Förderplattform' durch eine Gasturbine. Es wird ein zwei- oder dreistufiger Kompressor mit Zwischen- und Nachkühlern (Luftkühlern) sein.
- Abgasverdichtung: kleiner vierstufiger Kompressor mit Zwischen- und Nachkühlern (Luftkühlern), elektrisch angetrieben.
- Bei der Variante "Eigene Energieerzeugungsplattform" sorgt ein von einem Gasmotor angetriebener Generator für die Erzeugung von Strom. In der Variante "Elektrifizierungs-Förderplattform" wird der Strom über den Windpark Riffgat genutzt.

Die Einlassabscheider mit Luftkühlern werden doppelt aufgestellt, alle anderen Geräte sind einfach. Die akustisch relevanten Schallquellen wie Gasmotor, Gasturbine und Kompressoren werden in einer schalldämmenden Ummantelung untergebracht. Eine vereinfachte Übersicht über die Gasaufbereitungsanlagen ist in der folgenden Abbildung 1 dargestellt.

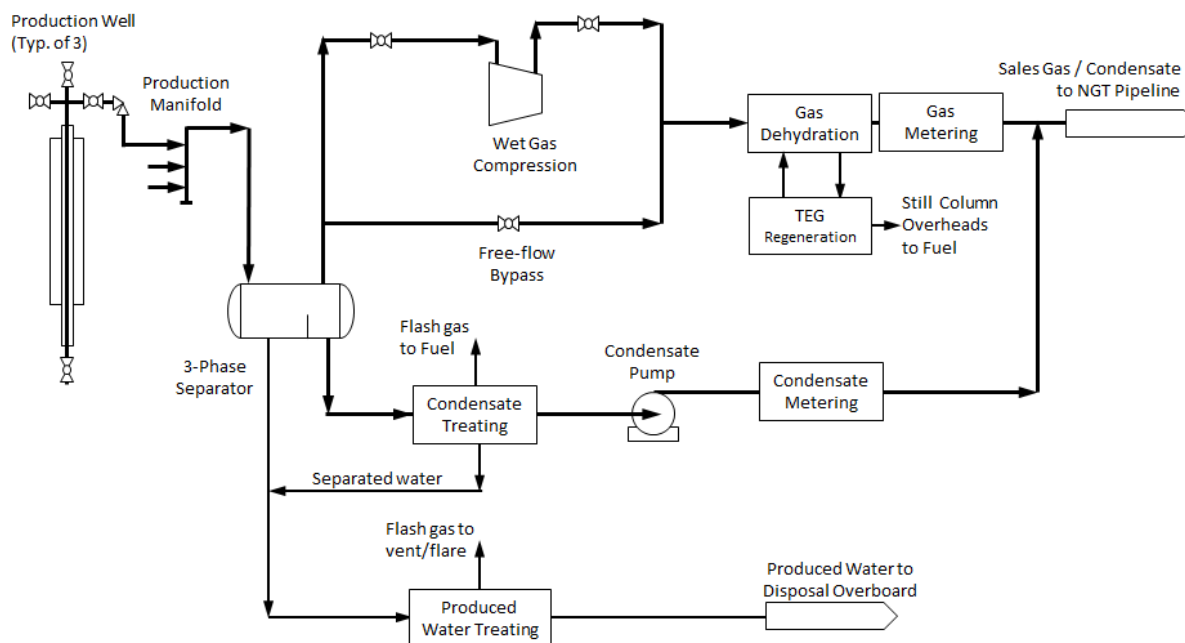


Abbildung 1: Vereinfachte Übersicht über die Gasaufbereitungsanlage

Tabelle 9 zeigt die Schallleistungspegel der verschiedenen Teile der Gasaufbereitung. Diese basieren auf den Schallleistungspegeln, die an einer Reihe von Onshore-Gasaufbereitungsanlagen gemessen wurden. Es wurden vergleichbare Onshore-Anlagen gewählt, da im Gegensatz zu Offshore-Anlagen gute Messdaten vorhanden sind.



Die Messdaten der genannten Landanlagen wurden für die erwartete Durchflussrate (die pro Zeiteinheit zu entnehmende Gasmenge) der N05-A-Plattform korrigiert. Unter anderem wurden die Kapazitäten der Geräte auf der Plattform und die damit verbundenen Lärmemissionen angepasst und die Offshore-Situation berücksichtigt.

Tabelle 10 zeigt die Abstände zur 60 dB(A)-Kontur.

*Tabelle 9: Schalleistungspegel (LW in dB(A)) der Teilquellen der Gasbehandlung. Es wurden Daten aus der Gasaufbereitungsanlage Hemrik von Tulip Oil in Friesland und aus der NAM-Gasaufbereitungsanlage in Barendrecht, Süd-Holland, verwendet.*

Gasbehandeling N05-A, Geluidvermogens geluidrelevante installaties			
Deelbronnen: Hemrik betreft 500.000 Nm <sup>3</sup> /dag		LWR in dB(A)	Opmerking:
Choke		96,0	X1200 Hemrik
Luchtkoeler gasinlaat		85,0	X3000 Hemrik
Manifold		96,0	X2000 Hemrik
Depletiecompressor	Variant geelektrificeerd: compressor en leidingwerk	96,7	NAM Barendrecht-Ziedewij
	Luchtkoelers	90,0	Luchtkoeler als X3000 3 st.
	Variant zonder elektrificatie: gasturbine geïsoleerd t.b.v. compressor	106,8	OPRA omkaste gasturbine(-s)
			Totaal 43 MWth
Afgasrecompressie	Luchtkoelers	90,0	Luchtkoeler als X3000 3 st.
	compressor	92,7	Atlas Copco 110 kW productblad
TEG regeneratie	ventilator en injectiepomp	98,0	X6000 Hemrik
	kleppen	96,0	X6000 Hemrik
Condensaatpomp		85,0	Hemrik
Gasmotor omkast	Variant zonder elektrificatie		
	Gasmotor geïsoleerd t.b.v. generator	104,0	Omkaste gasmotor obv Eshia Albanie & opstelling met Sm 300 m <sup>2</sup> : Lp = 80 dB(A) @ 1m buiten de omkasting Lw = 80 + 25 -1 = 104 dB(A)
Totaal LWR:	Inclusief gasmotor & gasturbine	110,0	O.b.v. 500.000 Nm <sup>3</sup> /dag
	Exclusief gasmotor en gasturbine	104,4	O.b.v. 500.000 Nm <sup>3</sup> /dag
Totaal LWR*:	1 unit inclusief gasmotor en gasturbine	112,5	O.b.v. 2 E6 Nm <sup>3</sup> /dag
	1 unit exclusief gasmotor en gasturbine	110,2	O.b.v. 2 E6 Nm <sup>3</sup> /dag
Totaal LWR N05-A:	Eindsituatie** deels dubbel, variant niet-elektrisch	113,2	O.b.v. 4 E6 Nm <sup>3</sup> /dag
	Eindsituatie** deels dubbel uitgevoerd, geelektrificeerd	111,3	O.b.v. 4 E6 Nm <sup>3</sup> /dag

\* verschaling in verband met gasvolume

\*\* Eindsituatie betekent uitsluitend verdubbeling geluid van choke, luchtkoeler gasinlaat en manifold

*Tabelle 10: Abstand von der Plattform zu den Lärmkonturen LAeq,24h in dB(A) während der Betriebsphase*

Variante	Schallkontur 60 dB(A) LAeq,24h
Variante 'Elektrifizierung Förderplattform	125 m
Variante 'Eigene Energieerzeugungsplattform	160 m

## 5 Rückbauphase

Nach Beendigung der Gasförderung werden die Bohrlöcher geschlossen und die Anlagen gereinigt und abgebaut. Es ist auch möglich, die Rohre und Kabel zu entfernen. Alle Rückbauaktivitäten werden als Stilllegung bezeichnet.

Da die Stilllegung voraussichtlich frühestens in zwanzig Jahren beginnen wird, ist noch nicht bekannt, wie die Stilllegung durchgeführt wird und welche Anforderungen sie mit sich bringt. Es wird erwartet, dass die lärm erzeugenden Aktivitäten mit den Bau- und Bohraktivitäten vergleichbar sind, und dass die Geräuschpegel mit Sicherheit nicht die Geräuschpegel der entsprechenden Aktivitäten überschreiten werden.

Angeichts der erheblichen Unsicherheit der durchzuführenden Tätigkeiten wurde die aus der Stilllegung resultierende Geräuschemission nicht weiter betrachtet.

## 6 Transportbewegungen von Schiffen und Hubschraubern

Schiffe und Hubschrauber, die die Bohr- und Förderstätte besuchen, sind eine Quelle von Überwassergeräuschen. Lärm durch Hubschrauberbesuche ist die Hauptlärmquelle aller Aktivitäten auf und in der Nähe der Plattform. Dieser Lärm tritt jedoch nur für eine kurze Zeitspanne auf. Während der Bohrphase wird die Plattform im Durchschnitt viermal pro Woche von Versorgungsschiffen und sechsmal pro Woche von Hubschraubern angefahren. Während der Produktionsphase wird der Standort durchschnittlich alle zwei Wochen per Schiff und wöchentlich per Hubschrauber besucht.

Die 60 dB(A)-Lärmkontur aufgrund von Schiffsbewegungen liegt weniger als 100 Meter von der Schifffahrtsstraße entfernt. Diese Angabe basiert auf dem akustischen Berechnungsmodell im Umweltverträglichkeitsbericht 9W8475/R00001/900200 'Hafenbestimmungspläne Zusammenfassung, Royal HaskoningDHV, vom Mai 2013.

Der 60 dB(A)-Lärmpegel eines Hubschraubers wird aus den Lärmpegeln abgeleitet, die zur Ermittlung der Lärmbelastung für die anderen zivilen Flughäfen verwendet werden<sup>4</sup>. Zu diesem Zweck stellt das Nationale Luft- und Raumfahrlaboratorium Lärmdaten von verschiedenen Hubschraubern für unterschiedliche Leistungsprofile, wie Steigflug, Horizontalflug und Anflug aus Kreiselhöhe, zur Verfügung. Die im Projekt N05-A einzusetzenden Hubschrauber fallen in der Regel in die Kategorie 012 (2-motoriger Hubschrauber mit einem Maximum Take-off Weight (maximales Startgewicht)) von ca. 5300 kg. Der Richtwert für den Abstand zum 60 dB(A)-Geräuschpegel dieses Hubschraubertyps ist in der Tabelle 11 angegeben.

Tabelle 11: Abstände von Schiffs- und Hubschrauberbewegungen zu Lärmkonturen  $L_{Aeq,24h}$  in dB(A) während der Betriebsphase

Transporte	Schallkontur 60 dB(A) $L_{Aeq,24h}$
Schiffsbewegungen	100 m
Hubschrauberbewegungen:	
- Start	1000 m
- Landung	1700 m
- Kreisen (Kreisflug)	1000m

## 7 Kumulierung von Geräuschen

Während der Erschließung des Gasfeldes N05-A kommt es zu keiner Lärmbelästigung, mit Ausnahme der gleichzeitigen Bohrung und Förderung, die als *Konkurrenzbetrieb (concurrent operation)* bezeichnet wird.

Es kann sowohl im *free flow* (das Erdgas steigt aufgrund des hohen Drucks im Feld auf natürliche Weise nach oben) als auch mittels Depletions-Kompression gefördert werden. Der ungünstigste Fall tritt ein, wenn gleichzeitig gebohrt und gefördert wird und eine Depletions-Kompression stattfindet. Dies ist sowohl bei der Variante "Elektrifizierung" als auch bei der Variante "Eigenenergieerzeugung" der ungünstigste Fall.

Tabelle 12: Abstand von der Plattform zu den Lärmkonturen  $LA_{eq,24h}$  in dB(A) infolge Kumulation von Bohrung und Produktion

Kumulative Bohrungen und Produktion	Schallkontur 60 dB(A) $LA_{eq,24h}$
Variante 'Elektrifizierungs-Bohrplattform' und 'Elektrifizierungs-Förderplattform'.	220 m
Varianten 'Eigene Energieerzeugungs-Bohrplattform' und 'Elektrifizierungs-Förderplattform'.	240 m
Varianten 'Eigene Energieerzeugungs-Bohrplattform' und 'Eigene Energieerzeugungs -Förderplattform'.	250 m

## 8 Lärmpegel auf den Watteninseln

Als Anhaltspunkt wurde auch der Geräuschpegel auf den Watteninseln für das Rammen der conductors und Verankerungspfeiler berechnet. Dies sind die Aktivitäten mit der höchsten Geräuschemission. Die Inseln sind ca. 20 km entfernt. Die berechneten Werte sind Richtwerte, da die Geräuschberechnungsmodelle bei diesen großen Entfernungen nicht sehr genau sind.

Die Berechnungen zeigen, dass der langjährige mittlere Beurteilungspegel ( $L_{Ar,LT}$ ) auf den Inseln immer (deutlich) unter 15 dB(A) liegt. Dies liegt deutlich unter dem strengsten niederländischen Standard für Fassadenlärm aus dem Aktivitätserlass von 35 dB(A) in der Nacht (23:00-07:00 Uhr). Der Wert liegt auch deutlich unter dem strengsten deutschen Standard für Lärm außerhalb von Gebäuden aus der TA-Lärm von 35 dB(A) in der Nacht (22:00-06:00 Uhr).



## 9 Maximale Geräuschpegel

Während der Produktionsphase treten keine maximalen Geräuschpegel auf, die höher sind als die äquivalente Schallimmission. Die Gasaufbereitung ist ein Prozess ohne deutliche Spitzen in der Geräuschemission.

Maximale Geräuschpegel treten während der Bohrphase auf. Royal HaskoningDHV führte Lärmessungen in einer Entfernung von 300 Metern von der Ensco 72-Plattform in Zuidwal durch. Während dieser Bohrphase waren die maximalen Geräuschemissionen um 4 bis 6 dB höher als die durchschnittlichen Messwerte (LAeq).

## 10 Übersicht

Die folgende Tabelle 13 zeigt den Abstand der verschiedenen Aktivitäten zur 60 dB(A)-Lärmkontur und die Dauer dieser Aktivität. In Tabelle 14 sind die Abstände der verschiedenen möglichen Varianten für gleichzeitiges *Bohren* und *Fördern* (*Concurrent Drilling*) dargestellt. Für die nicht in Tabelle 14 aufgeführten Aktivitäten sind die Abstände zur 60 dB(A)-Kontur gleich den angegebenen Konturen in Tabelle 13.

Tabelle 13: Abstand von der Quelle zu den Lärmkonturen  $L_{Aeq,24h}$  in dB(A) für die einzelnen Aktivitäten

Aktivität	Unterscheidende Varianten	Gesamtdauer <sup>5</sup>	Abstandskontur 60 dB(A) LAeq,24h
Bauphase			
Förderplattform platzieren <ul style="list-style-type: none"><li>Rammen Verankerungsstangen</li><li>Arbeitsschiffe</li></ul>	Nein	2 Wochen	600 m 100 m
Verlegung von Rohrleitungen und Kabeln <ul style="list-style-type: none"><li>Arbeitsboote</li></ul>	Nein	2 Wochen	200 m
Bohrphase			
Rammen conductors	Nein	2 Wochen	850 m
Bohren von Bohrlöchern	Elektrifizierung Bohrplattform	3-4 Jahre	190 m
	Eigene Stromerzeugungs-Bohrplattform	3-4 Jahre	210 m
Abfackeln	Nein	Max 24 * 1 Tag	200 m
Produktionsphase			
Produktionsanlagen	Förderplattform für Elektrifizierung	20 Jahre	125 m
	Eigene Stromerzeugungs-Förderplattform	20 Jahre	160 m
Transporte			
Schiffe	Nein	periodisch	100 m
Hubschrauber	Nein	periodisch	1700 m

Tabelle 14: Abstand von der Quelle zu den Geräuschkonturen  $L_{Aeq,24h}$  in dB(A) für mögliche Kombinationen von Varianten bei concurrent drilling

Bohrplattform	Förderplattform	Schallkontur 60 dB(A) $L_{Aeq,24h}$
Elektrifizierung	Elektrifizierung	220 m
Eigene Energieerzeugung	Elektrifizierung	240 m
Eigene Energieerzeugung	Eigene Energieerzeugung	250 m