

Hamburg, 04.10.2019
TNU-C-SST-HB / N

**Geplante Errichtung von 28 OWEA vom Typ
MHI Vestas Offshore Wind V174-9.5 MW
im Offshore Windpark ARCARDIS OST I:
Ermittlung der Schallemissionen und der Schallimmissionen in der Bauphase**

Auftraggeber: Parkwind Ost
Sonnenplatz 1
61118 Bad Vilbel

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000669136/ 419SST009-02

Umfang des Berichtes: 20 Seiten
2 Anhänge (9 Seiten)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Reinhard Nagel
Tel.: 0421/4498-183
E-Mail: rnagel@tuev-nord.de

Qualitätssicherung B.Sc. Torsten Jakob
Tel.: 040 / 8557-2154
E-Mail: tojakob@tuev-nord.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis.....	2
Verzeichnis der Tabellen.....	3
Verzeichnis der Anhänge.....	3
Zusammenfassung.....	4
1 Aufgabenstellung.....	6
2 Örtliche Verhältnisse und Beschreibung des Vorhabens.....	6
3 Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik.....	6
4 Beurteilungsgrundlagen Luftschall in der Bauphase.....	7
4.1 Schutzgut Mensch – AVV Baulärm.....	7
4.2 Schutzgut Avifauna.....	8
5 Betriebsvorgänge und Schallemissionen.....	9
5.1 Zugrunde gelegte Betriebsbedingungen.....	9
5.2 Schallemissionen der Rammarbeiten.....	10
5.3 Schallemissionen der Versorgungsschiffe.....	12
6 Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen.....	12
6.1 Immissionsorte.....	12
6.2 Berechnungsverfahren.....	13
6.3 Beurteilung der Schallimmission an der Nordostküste von Rügen.....	15
6.4 Schallimmission im Bereich der OWEA – Aussagen zur Avifauna.....	16
7 Prüfung von Maßnahmen für den Lärmschutz.....	17
8 Angaben zur Qualität der Prognose.....	18
9 Quellenverzeichnis.....	19

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Immissionsrichtwerte (IRW) für Immissionsorte nach AVV Baulärm	8
Tabelle 2:	Avifauna - Eckwerte der Minderung der Lebensraumeignung	9
Tabelle 3:	Ergebnisse der Schallemissionsmessung an einer Rammausrüstung vom Typ Menck MHU 3500 S /12/	11
Tabelle 4:	Impulszuschläge K_I und impulsbewertete Schalleistungspegel der Rammausrüstung vom Typ Menck MHU 3500 S bei einer Schlagenergie vom 3500 KJ; Werte jeweils auf ganze Werte gerundet	11
Tabelle 5:	Schallemissionskennwerte der Rammarbeiten (Eingangsdaten für die Schallausbreitungsberechnung)	12
Tabelle 6:	Oktavschalleistungspegel Rammarbeiten	12
Tabelle 7:	Charakteristik der Immissionsorte; Die Immissionsrichtwerte (IRW) entsprechend der Schutzbedürftigkeit werden abschließend durch das LUNG festgelegt	13
Tabelle 8:	Schallimmissionspegel L_{Aeq} und mittlere Spitzenpegel L_{AFmax} der Rammarbeiten an den zu den Immissionsorten nächsten bzw. entferntesten OWEA-Standorte (Klammerwerte: Rechenwerte nach dem nicht modifizierten Interimsverfahren)	15
Tabelle 9:	Vergleich der Beurteilungspegel L_r in der Bauphase bei 8-stündigen Rammarbeiten am Tage und bei 4 stündigen Rammarbeiten nachts mit den IRW der AVV Baulärm Die Immissionsrichtwerte (IRW) werden abschließend durch das LUNG festgelegt	16

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1	Lageplan	5 Seiten
Anhang 1.1	Übersichtslageplan	1 Seite
Anhang 1.2	Lageplan OWP ARCADIS OST 1 mit Kennzeichnung der OWEA- und Umspannstation (USP) -Standort	1 Seite
Anhang 1.3	Lageplan Immissionsorte IO 101 und IO 102 auf Kap Arkona und in Vitt	1 Seite
Anhang 1.4	Lageplan Immissionsorte IO 201 und IO 202 in Glowe	1 Seite
Anhang 1.5	Lageplan Immissionsorte IO 301 und IO 302 in Lohme	1 Seite
Anhang 2	Dokumentation der Einzelpunktberechnungen zum OWP ARCADIS OST I	4 Seiten
Anhang 2.1	Detailliertes Berechnungsprotokoll für den Immissionsort IO 101 nach dem Interimsverfahren, spektrale Darstellung	1 Seite
Anhang 2.2	Erweiterte Berechnung der Schallimmissionen nach dem modifizierten Interimsverfahren (zusammengefasste spektrale Darstellung)	3 Seiten

Zusammenfassung

Das Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern hat mit Datum vom 09.09.2014 der Fa. Parkwind Ost die immissionsschutzrechtliche Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von 58 Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) vom Typ ALSTOM Haliade 150 6 MW, einer Umspannplattform (USP) sowie der windparkinternen Kabelverlegung im Offshore-Windpark „ARCADIS OST 1“ im Gebiet des Küstenmeeres der Deutschen Ostsee innerhalb der Grenzen des Landes Mecklenburg-Vorpommern ca. 19 km nordöstlich von Kap Arkona / Insel Rügen erteilt. Die Fa. Parkwind beabsichtigt an Stelle der genehmigten 58 OWEA vom Typ ALSTOM Haliade 150 6 MW nunmehr 28 OWEA vom Typ MHI Vestas Offshore Wind 174 9.5 MW zu errichten und zu betreiben. TÜV NORD wurde beauftragt, die zu erwartenden Luftschallimmissionen, die während der Bauphase und beim Betrieb in der Umgebung des Bauvorhabens auftreten, zu beschreiben.

Der vorliegende Teilbericht dokumentiert die zu erwartenden Schallemissionen der Offshore-Bautätigkeiten und die daraus resultierenden Schallimmissionen in der Bauphase. Die zu erwartenden Schallimmissionen in der Betriebsphase werden in einem gesonderten Bericht dokumentiert.

Die Beurteilung der Geräuschimmissionen für das Schutzgut Mensch erfolgt exemplarisch für 6 Immissionsorte am Kap Arkona, in Vitt, in Glowe und in Lohme entsprechend der AVV Baulärm.

Aufgrund der besonderen Bedingungen für die Schallausbreitung über große Entfernungen und über Wasser erfolgt die Berechnung mit einem mit dem Landesamt für Umweltschutz, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) für die Betriebsphase abgestimmten modifizierten Interimsverfahren.

Ergebnisse:

Maßgebliche Schallquellen der Offshore-Arbeiten in der Bauphase sind die Rammarbeiten beim Eintreiben der Monopile-Gründungen. Aufgrund der erforderlichen Rammenergie von bis zu 3500 KJ und der hohen Impulsfolge der Rammschläge von bis zu 60 Schlägen pro Minute sind von der Rammeinrichtung Schallleistungspegel von 149 dB(A) zu erwarten.

In Tabelle 9 sind die Beurteilungspegel L_r in der Bauphase bei 8-stündigen Rammarbeiten am Tage und bei 4 stündigen Rammarbeiten nachts zusammengestellt.

Für die geräuschrelevanten Rammarbeiten am OWP ARCADIS OST 1 berechnen sich Beurteilungspegel von 36 - 42 dB(A) am Kap Arkona und in Vitt, von 34 – 36 dB(A) in Glowe und von 36 – 39 dB(A) in Lohme.

Am Tage werden an allen Immissionsorten die Immissionsrichtwerte von 45 – 55 dB(A) deutlich unterschritten. Am Tage sind die Schallimmissionen der Rammarbeiten vernachlässigbar.

Vorbehaltlich der abschließenden Festsetzung der IRW durch das LUNG ergibt sich folgende Beurteilung in Nächten mit Rammarbeiten:

- Am Kap Arkona und in Vitt kann der Immissionsrichtwert 40 dB(A) um bis zu 2 dB überschritten werden.
- In Glowe und in Lohme kann der Immissionsrichtwert von 35 dB(A) für Gebiete in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind, um bis zu 4 dB überschritten werden.

Der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) für Gebiete in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, wird eingehalten.

- Anzumerken ist, dass bei der Gründung der 28 OWEA auf Monopiles der zeitliche Umfang der Rammarbeiten begrenzt ist.

Rammarbeiten mit Beurteilungspegeln von 36 – 42 dB(A) können im Einzelfall als belästigend eingestuft werden. Die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG wird hingegen erheblich unterschritten.

Durch Nutzungszeitbeschränkungen der Rammarbeiten zur Nachtzeit können die Beurteilungspegel zur Nachtzeit vermindert werden. Eine Betriebszeitenbeschränkung könnte jedoch die Standsicherheit der Pfähle gefährden (Pfahl wird nicht auf Endtiefe gerammt) und würde die Rammtätigkeiten verlängern.

Für das Schutzgut Avifauna wurde untersucht, ab welchen Entfernungen vorgegebene Schwellenwerte eingehalten werden. Nach einer ergänzenden Schallausbreitungsberechnung unterschreiten die Schallimmissionspegel L_{Aeq} bei Rammarbeiten die Grenzisophone von 52 dB(A) ab etwa 9000 m Abstand und die Grenzisophone von 47 dB(A) ab etwa 13000 m.

Dipl.-Ing. Reinhard Nagel
Bearbeiter

gez. B.Sc. Torsten Jakob
Qualitätssicherung

Sachverständige der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

1 Aufgabenstellung

Das Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern hat mit Datum vom 09.09.2014 der Fa. Parkwind Ost die immissionsschutzrechtliche Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von 58 Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) vom Typ ALSTOM Haliade 150 6 MW, einer Umspannplattform (USP) sowie der windparkinternen Kabelverlegung im Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1 im Gebiet des Küstenmeeres der Deutschen Ostsee innerhalb der Grenzen des Landes Mecklenburg-Vorpommern ca. 19 km nordöstlich von Kap Arkona / Insel Rügen erteilt.

Die Fa. Parkwind beabsichtigt an Stelle der genehmigten 58 OWEA vom Typ ALSTOM Haliade 150 6 MW nunmehr 28 OWEA vom Typ MHI Vestas Offshore Wind 174 9.5 MW zu errichten und zu betreiben.

TÜV NORD wurde beauftragt, die zu erwartenden Luftschallimmissionen, die während der Bauphase und beim Betrieb des Offshore-Windparks in der Umgebung des Bauvorhabens auftreten, zu beschreiben.

Der vorliegende Teilbericht dokumentiert die zu erwartenden Schallemissionen der Offshore-Bautätigkeiten und die Schallimmissionen in der Bauphase. Die zu erwartenden Schallimmissionen in der Betriebsphase werden in einem gesonderten Bericht dokumentiert /14/.

Der Erarbeitung der Schalltechnischen Untersuchung lagen die in Kap. 9 aufgeführten vorhaben-spezifische Unterlagen /10/ - /15/ zugrunde.

2 Örtliche Verhältnisse und Beschreibung des Vorhabens

Der OWP ARCADIS OST 1 befindet sich im Gebiet des Küstenmeeres der Deutschen Ostsee nordöstlich der Insel Rügen. Die örtlichen Verhältnisse können dem Übersichtslageplan in Anhang 1.1 und den Lageplänen in Anhang 1.2 – 1.5 entnommen werden.

Die geplanten Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) sollen in einem Abstand von 19 - 23 km zur nächstgelegenen Bebauung auf Kap Arkona errichtet werden.

Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen auf der OWP-Fläche 28 OWEA auf Monopiles sowie eine Umspannstationen auf Monopiles oder alternativ auf einer Jacket-Konstruktion errichtet werden. Die bauliche und technische Konzeption des OWP ARCADIS OST basiert auf der Turbine MHI Vestas Offshore Wind 174-9.5 MW mit einer Nennleistung von jeweils 9,5 MW und einer Nabenhöhe von jeweils 107 m MSL (Lowest Astronomical Tide).

Gegenüber dem genehmigten OWP mit einer Gesamtleistung von $58 \times 6 \text{ MW} = 348 \text{ MW}$ reduziert sich die geplante Gesamtleistung.

3 Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik

Zur Untersuchung der Auswirkungen auf den Menschen und die Avifauna ist eine Betrachtung der Luftschallemissionen und Luftschallimmissionen erforderlich.

Die Schallemissionen der Rammarbeiten, die die maßgebliche Offshore-Schallquelle in der Bauphase ist, wird aus einem Messbericht an einer Hydraulikramme mit einer hohen Impulsenergie von bis zu 3500 KJ abgeleitet.

Aufgrund der besonderen Schallausbreitung über sehr große Entfernungen und über Wasser wird die Schallausbreitungsberechnung nach einem mit dem Landesamt für Umweltschutz, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) für die Betriebsphase abgestimmten modifizierten Interimsverfahren durchgeführt.

Die Beurteilung der Geräuschemissionen der Bauphase erfolgt für das Schutzgut Mensch an der nordöstlichen Küste der Insel Rügen entsprechend der AVV Baulärm /2/. Die Berechnungen erfolgen für 6 ausgewählte Immissionsorte als Einzelpunktberechnung.

Für das Schutzgut Avifauna wird untersucht, ab welchen Entfernungen Schwellenwerte eingehalten werden. Eine Beurteilung der Auswirkungen wird in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung durchgeführt.

4 Beurteilungsgrundlagen Luftschall in der Bauphase

4.1 Schutzgut Mensch – AVV Baulärm

Beim Betrieb von technischen Anlagen und Baumaschinen auf Baustellen im Freien ist dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche gemäß dem Vorsorgegrundsatz Rechnung zu tragen. Die Grundlage für die Beurteilung der durch Bauarbeiten erzeugten Geräusche bildet die AVV Baulärm /2/.

Die Beurteilung der Geräuschemissionen erfolgt anhand von Beurteilungspegeln. Der Beurteilungspegel ist der Wert zur Kennzeichnung der mittleren Geräuschbelastung während der Beurteilungszeit. Der Beurteilungspegel wird aus dem Mittelungspegel gebildet, wobei Zuschläge für Tonhaltigkeit und Impulshaltigkeit berücksichtigt werden.

Entsprechend der AVV Baulärm gilt die Zeit von 07.00 bis 20.00 Uhr als Tageszeit und die Zeit von 20.00 bis 07.00 Uhr als Nachtzeit. Die Richtwerte nach der AVV Baulärm und die Besonderheiten der AVV Baulärm für die Ermittlung der Beurteilungspegel sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte (IRW) für Immissionsorte nach AVV Baulärm

Gebiete	IRW [dB(A)]	
	Tag	Nacht
a) Gebiete in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind.	70	70
b) Gebiete in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind.	65	50
c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind.	60	45
d) Gebiete in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind.	55	40
e) Gebiete in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind.	50	35
f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35
Spitzenpegel	-	+ 20
Besonderheiten Baulärm		
Abzug aufgrund der Einwirkdauer		
Einwirkzeit Tag: ≤ 2,5 h	Nacht: ≤ 2,0 h	- 10
2,5 – 8,0 h	2,0 – 6,0 h	- 5
≥ 8,0 h	≥ 6,0 h	0

Die ermittelten Beurteilungspegel werden mit den Immissionsrichtwerten für die entsprechende Gebietseinstufung verglichen. Maßnahmen zur Minderung der Geräuschemissionen sind zu ergreifen, wenn der Immissionsrichtwert überschritten wird.

In Betracht kommen Maßnahmen zur Einrichtung der Baustelle, Maßnahmen an den Baumaschinen, die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen, die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren sowie die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen.

4.2 Schutzgut Avifauna

Zur Beurteilung der durch die Bau- und Betriebsphase des Windparks hervorgerufenen Geräuschemissionen werden die Hinweise der „Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr“ des Kieler Instituts für Landschaftsökologie /5/ herangezogen. Diese Untersuchung betrachtet als Lärmart den Straßenverkehrslärm. Er wird als repräsentativ für Dauerlärm eingeschätzt. Dauerlärm führt zu einer dauerhaften Maskierung der Geräusche der Vögel. Hierzu gehört auch der Dauerlärm von Industrie- und Gewerbeanlagen. Dem Dauerlärm ist der Betrieb der Windenergieanlagen zuzurechnen.

Durch kurzzeitig einwirkende Geräusche (z. B. beim Rammen) wird eine Schreckwirkung erzeugt, die jedoch nicht zu einer dauerhaften Maskierung führt. Zur Bewertung des Rammschalls auf die Avifauna werden Rasterlärmkarten berechnet. Die Beurteilung des Rammschalls auf die Avifauna erfolgt in der UVU.

Die Wirkungsprognose wird auf der Grundlage des kritischen Schallpegels durchgeführt. Der kritische Schallpegel ist der Mittelungspegel (als Repräsentanz für gleichmäßigen Hintergrundlärm), dessen Überschreitung eine ökologisch relevante Einschränkung der akustischen Kommunikation (zur Partnerfindung, zur Kontaktkommunikation bzw. zur Gefahrenwahrnehmung) nach sich ziehen kann. Dies führt zur Einschränkung wesentlicher Lebensfunktionen von Brutvogelarten.

Für Arten mit hoher Lärmempfindlichkeit wurden Grenzisophonen festgelegt, bei denen je nach Vogelart eine 50- bis 100-prozentige Abnahme der Habitataignung im Lebensraum festgestellt wurde. Je nach Art der Einschränkung wurden die Tageszeiträume und die Höhen der zu betrachtenden Immissionsorte ermittelt. Die wesentlichen Eckwerte zur Minderung der Lebensraumeignung sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Avifauna - Eckwerte der Minderung der Lebensraumeignung

Höhe der Immissionsorte	relevanter Zeitraum	Abnahme Habitataignung	
		bis zur Grenzisophone	um
1 m	Tag	52 dB(A)	50 – 100 %
10 m	Tag	52 dB(A)	50 – 100 %
	Nacht	47 dB(A)	50 – 100 %

5 Betriebsvorgänge und Schallemissionen

5.1 Zugrunde gelegte Betriebsbedingungen

Während der Bauphase sind vor Ort mindestens erforderlich:

- Serviceschiff zum Antransport der Gründungspfähle und Zwischenstücke
- Logistikschiiff zur An- und Abfahrt des Montageteams und der erforderlichen Maschinen und Materialien,
- Sicherungsschiff, von dem aus während der gesamten Bauphase vor Ort die Markierung und Überwachung des Baufeldes durchgeführt wird,
- Arbeitsplattform, von der aus die Ramm- bzw. Bohrarbeiten durchgeführt werden,
- Kabelleger, der das Stromkabel von der Umspannstation zur landseitigen Einbindung in das Leitungsnetz verlegt.

Die Montagearbeiten bei der Errichtung der Windenergieanlagen und das Liegen der Schiffe im Baugebiet werden als nicht immissionsrelevant eingeschätzt.

Als maßgebende Geräuschquellen beim Bau des Offshore-Windparks werden die Rammarbeiten beim Einbringen der Fundamente betrachtet.

Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen auf der OWP-Fläche 28 OWEA auf Monopiles sowie eine Umspannstationen auf Monopiles oder alternativ auf einer Jacket-Konstruktion errichtet werden.

Aufgrund der höheren erforderlichen Rammenergie beim Einbringen der Monopiles ist dieses Verfahren deutlich geräuschintensiver als das Einbringen der alternativen Jacket-Konstruktion. Daher

werden in dieser Untersuchung die maßgeblichen Rammarbeiten beim Einbringen von Monopiles untersucht.

In den derzeitigen Planungen ist eine Monopilegründung mit Pfählen mit folgenden Größen (Design Envelope) vorgesehen:

- Pfahldurchmesser: 9 – 10 m
- Einbindetiefe: 35 – 61 m

Bei 28 OWEA und einer Umspannplattform ergeben sich insgesamt 29 Pfähle.

Auf der Grundlage der derzeit vorliegenden Informationen über den Baugrund ist davon auszugehen, dass die Pfähle in den gering tragfähigen Weichschichten (bis ca. 20 - 30 m Tiefe) durch die Schwerkraft einsinken. Erhöhte Rammenergien werden beim Eintreiben in die Geschiebemergelschicht (Dicke ca. 5 m bis 15 m) und in die darunter liegende Kreideschicht benötigt.

Die erforderliche Rammenergie wird mit 3000 kJ bis 3500 kJ angegeben. Die Prognose wird mit 3500 kJ durchgeführt. Bezogen auf dem gesamten Rammvorgang ist die mittlere Rammenergie geringer als 3500 KJ. Die Impulsfolge der Rammschläge beträgt 1 – 1,5 s (40 – 60 Schläge pro Minute).

Die Gründungsarbeiten für die einzelnen Windenergie-Anlagen werden nacheinander durchgeführt.

Die Vor- und Nacharbeiten für den Rammprozess gliedern sich zeitlich wie folgt auf:

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| • Positionieren | ca. 3 h / Monopile |
| • Vorbereitung der Rammung | ca. 3 h / Monopile |
| • Rammen: | ca. 2 – 4 h / Monopile |
| • Nacharbeiten: | ca. 2 h / Monopile |
| • Gesamtdauer: | ca. 10 – 12 h / Monopile |

Bezogen auf die Beurteilungszeiten der AVV Baulärm betragen die geräuschrelevanten Rammarbeiten bis zu 8 h (2 Rammvorgänge) am Tage (7 – 20 Uhr) und bis zu 4 h (1 Rammvorgang) in der Nacht (22 – 07 Uhr).

5.2 Schallemissionen der Rammarbeiten

Aus schalltechnischen Untersuchungen zu den Luftschallemissionen und –immissionen von Rammarbeiten an OWP können mittlere Schalleistungspegel von ca. 136 – 138 dB(A) /7/, /9/ für die Rammarbeiten abgeleitet werden. Bei diesen Emissionswerten ist zu berücksichtigen, dass diese Rammarbeiten mit deutlich geringerer Rammenergien (z. B. bei Jacket-Konstruktionen mit ≤ 1200 KJ) erfolgten und die Impulsfolge nicht dokumentiert wurde.

Wir greifen daher auf einen zur Verfügung gestellten Messbericht bei einer Proberammung mit einer Hydraulikramme vom Typ Menck MHU 3500S mit einer maximalen Rammenenergie vom 3500 KJ zurück.

Tabelle 3: Ergebnisse der Schallemissionsmessung an einer Rammausrüstung vom Typ Menck MHU 3500 S /12/

Messung Nr.	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4
Schlagenergie	350 KJ	1500 KJ	2500 KJ	3500 KJ
Schlagrate	1,8 s	2,7 s	3,3 s	3,8 s
Schalleistungspegel L_{WA} bei o. g. Schlagrate (1,8 – 3,8 s)	136,9 dB(A)	139,9 dB(A)	140,7 dB(A)	142,9 dB(A)
Schalleistungspegel L_{WA} bei Schlagrate von 1 s entsprechend 60 Schläge pro Minute	139 dB(A)	144 dB(A)	146 dB(A)	149 dB(A)

Über den im Prüfprotokoll dokumentierten Schalleistungspegel L_{WA} hinaus wurden vom Verfasser des Prüfprotokolls Detailangaben zur Messung zur Verfügung gestellt, aus denen der frequenzabhängige Schalleistungspegel und der Impulszuschlag im Nahbereich der Rammausrüstung entsprechend der AVV Baulärm abgeleitet werden konnte.

Aus den vorliegenden Pegelzeitverläufen zur Messung Nr. 4 mit einer Schlagenergie von 3500 KJ wurden folgende impulsbewertete Schalleistungspegel $L_{WAF_{Teq}}$ im Sinne der AVV Baulärm ermittelt.

Tabelle 4: Impulszuschläge K_i und impulsbewertete Schalleistungspegel der Rammausrüstung vom Typ Menck MHU 3500 S bei einer Schlagenergie vom 3500 KJ; Werte jeweils auf ganze Werte gerundet

Impulsrate	3,8 s (ca. 16 Schläge /min)	1 s (60 Schläge /min)
Schalleistungspegel L_{WA}	143dB(A)	149 dB(A)
Impulszuschlag K_i (Differenz der Messgrößen $L_{AF_{Teq}} - L_{Aeq}$)	10 dB	4 - 5 dB
Impulsbewerteter Schalleistungspegel $L_{WAF_{Teq}}$	153 dB(A)	153 dB(A)
Maximalschalleistungspegel $L_{WAF_{max}}$	156 dB(A)	156 dB(A)
Mittlere Maximalschalleistungspegel $\overline{L_{WAF_{max}}}$	153 dB(A)	153 dB(A)

Aufgrund der Systematik des Taktmaximalpegel-Messverfahrens, bei der der Taktmaximalpegel durch den Maximalpegel im jeweiligen 5 Sekundentakt bestimmt wird, nähert sich der impulsbewertete Schalleistungspegel $L_{WAF_{Teq}}$ bei hoher Impulsrate von weniger als 5 Sekunden dem mittleren Maximal-Schalleistungspegel an.

Für die Schallausbreitungsberechnung werden folgende Emissionskennwerte berücksichtigt:

Tabelle 5: Schallemissionskennwerte der Rammarbeiten (Eingangsdaten für die Schallausbreitungsberechnung)

Kenngröße	Wert
Rammenergie	3500 KJ
Impulsfolge	1 s (60 Schläge / min)
Schalleistungspegel L_{WA}	149 dB(A)
Mittlere Maximalschalleistungspegel L_{WAFmax}	153 dB(A)
Impulszuschlag K_i	4 -5 dB

Für die Schallausbreitungsberechnung wird folgendes Oktavpegelspektrum umgerechnet.

Tabelle 6: Oktavschalleistungspegel Rammarbeiten

	Oktavpegel								Summe
	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k	
Relativspektrum Rammarbeiten	-24,8	-15,4	-8,3	-4,2	-4,7	-11,8	-15,1	-24,8	0
Schalleistungspegel Rammarbeiten (3500 KJ / 60 Schläge/min)									149
A-bewertete Oktav-Schalleistungspegel (Rechenwert)	124,2	133,6	140,7	144,8	144,3	137,2	133,9	124,2	149

5.3 Schallemissionen der Versorgungsschiffe

Eine Vorprüfung auf der Grundlage der schalltechnischen Untersuchung /13/ hat ergeben, dass die Schallemissionen der Versorgungsschiffe zum Baugebiet um mehr als 30 dB unterhalb der Schallemissionen der Rammarbeiten liegen und damit vernachlässigbar sind.

Die Geräuschemissionen des Schiffsverkehrs bleiben daher bei der Berechnung der Schallimmissionen unberücksichtigt.

6 Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen

6.1 Immissionsorte

Die Beurteilung der Schallimmissionen erfolgt auf der Grundlage von Einzelpunktberechnung für insgesamt 6 exemplarisch ausgewählte Immissionsorte in am Kap Arcona, in Vitt, Glowe und in Lohme. Die Einstufung und die Richtwerte sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Charakteristik der Immissionsorte; Die Immissionsrichtwerte (IRW) entsprechend der Schutzbedürftigkeit werden abschließend durch das LUNG festgelegt

Nr.	Lage	Gebietseinstufung	IRW	
			Tag	Nacht
IO 101	Kap Arkona	Sondergebiet (SO) ¹⁾	(55) ²⁾	(40) ²⁾
IO 102	Vitt	Allgemeines Wohngebiet (WA)	55 ³⁾	40 ³⁾
IO 201	Glowe, Am Königshörn 14 „Ostseeheilbad Königshörn“	k. A.	(45 – 55)	(35 – 40)
IO 202	Glowe, Waldsiedlung Nr. 8	Reines Wohngebiet (WR) ⁴⁾	(50)	(35)
IO 301	Lohme, An der Steilküste Nr. 8 „Panoramahotel Lohme“	k.A.	(50 – 55)	(35 – 40)
IO 302	Lohme, An der Schlossallee	Reines Wohngebiet (WR) ⁵⁾	(50)	(35)

¹⁾ Bebauungsplan Nr. 2 „Kap Arkona“ der Gemeinde Putarten

²⁾ Übernahme der Immissionsrichtwerte aus dem schalltechnischen Bericht /13/

³⁾ Festsetzung durch das LUNG im Rahmen der Vollständigkeitsprüfung

⁴⁾ Bebauungsplan Nr. 1 „Am Wald“ der Gemeinde Glowe

⁵⁾ Bebauungsplan Nr. 4 „Schloss Ranzow“ der Gemeinde Lohme

6.2 Berechnungsverfahren

Die DIN ISO 9613-2 /3/ berücksichtigt nicht die besonderen Bedingungen für die Schallausbreitung über Wasser über große Entfernungen. Für die Schallausbreitung über Wasser und schallausbreitungsbegünstigender downwind-Wetterlage können multiple Reflexionen / Beugungen an der oberen Luftschicht auftreten (auch als Zylinderwellenausbreitung bezeichnet). Damit sinkt die geometrische Ausbreitungsdämpfung von 6 dB je Abstandsverdopplung (Kugelwellenausbreitung) auf 3 dB pro Abstandsverdopplung (Zylinderwellenausbreitung).

Daher wird ein für ein vergleichbares Projekt entwickeltes und mit dem LUNG abgestimmten modifiziertes Interimsverfahren für die Schallausbreitungsberechnung in der Betriebsphase angewendet. Dieses wird auch für die Berechnung der Immissionspegel durch die Offshore Bautätigkeiten beim Einbringen der Monopiles durch Rammen angewendet.

Der von Rammtätigkeiten hervorgerufene Schallimmissionspegel $L_{AT}(LT)$ (Langzeit-Mittelungspegel) in einem Abstand s berechnet sich damit wie folgt:

$$L_{AT}(LT) = L_W + A_{div} + A_{gr} + A_{atm} + A_{bar} + \Delta A_{div} + C_{met}$$

L_W : Schalleistungspegel:

Eingangsdaten sind die Schalleistungspegel in Oktavbandbreite im Oktavfrequenzbereich 63 Hz – 8000 Hz.

A_{div} : Geometrische Ausbreitungsdämpfung nach DIN ISO 9613-2:

Die geometrische Ausbreitungsdämpfung nach DIN ISO 9613-2 beträgt 6 dB je Abstandsverdopplung.

A_{gr}: Bodendämpfung nach dem Interimsverfahren, hier A_{gr} = - 3 dB

Nach dem Interimsverfahren ist die Bodendämpfung negativ und beträgt - 3 dB. Sie berücksichtigt die ungedämpfte Bodenreflexion für hochliegende Quellen.

A_{atm}: Luftdämpfung nach DIN ISO 9613-2

Die Luftdämpfung A_{atm} wird entsprechend dem Interimsverfahren für eine Temperatur von 10°C und eine relative Feuchte von 70 % berechnet.

A_{bar}: Dämpfung aufgrund von Abschirmung nach DIN ISO 9613-2, hier A_{bar} = 0 dB

Die Schallimmissionen werden unter der Annahme freier Schallausbreitung von den Schallquellen zu den Immissionsorten berechnet.

ΔA_{div}: Korrektur der geometrischen Ausbreitungsdämpfung (Modifikation des Interimsverfahrens)

Im vorliegenden Fall wird die verminderte geometrische Ausbreitungsdämpfung für große Abstände s durch einen Pegelzuschlag berücksichtigt.

$$\Delta A_{div} = 0 \text{ dB für } s < s_0$$

$$\Delta A_{div} = 10 \cdot \log(s/s_0) \text{ dB für } s \geq s_0$$

s₀: Abstand für den Übergang von einer Pegelabnahme von 6 dB je Abstandsverdopplung auf 3 dB je Abstandsverdopplung

Mit dieser Modifikation vermindert sich bei der Schallausbreitungsberechnung über große Entfernungen (hier ca. 19 km) die geometrische Pegelabnahme je Abstandsverdopplung auf 3 dB.

In einer Abstimmung zwischen TÜV NORD und LUNG zu einem vergleichbaren OWP-Projekt wurde der kennzeichnende Abstand s₀ für den Übergang von einer Pegelabnahme von 6 dB je Abstandsverdopplung auf 3 dB je Abstandsverdopplung mit **3500 m** festgelegt.

C_{met}: Meteorologische Korrektur, hier C_{met}: = 0 dB:

Nach dem Interimsverfahren, dass aus Messungen an Onshore-WEA im Abstandsbereich von ca. 1 km entwickelt wurde, wird die meteorologische Korrektur nicht berücksichtigt (C_{met}: = 0 dB).

Grundsätzlich ist anzumerken, dass für sehr große Abstände und Schallausbreitung über Wasser eine schallausbreitungsgünstige downwind-Wetterlage nur an einzelnen Tagen und Nächten im Langzeitmittel vorliegt. In /8/ sind die Messergebnisse einer Langzeitmessung zur Schallausbreitung über 9,7 km Wasseroberfläche in der Ostsee dokumentiert. Danach beträgt die Differenz der geometrischen Ausbreitungsdämpfung zwischen dem Langzeitmittel und einer schallausbreitungsgünstigen Wetterlage 4 - 5 dB im Frequenzbereich 80 Hz, 200 Hz und 400 Hz. Die Differenz von 4 - 5 dB entspricht der meteorologischen Korrektur für die Langzeitschallausbreitungsbedingung.

Im Sinne einer konservativen Schallausbreitungsberechnung wurde in einer Abstimmung zwischen TÜV NORD und LUNG zu einem vergleichbaren OWP-Projekt die meteorologische Korrektur C_{met} auch für sehr große Abstände mit C_{met} = 0 dB festgelegt.

Bei der Einzelpunktberechnung werden die Schallausbreitungsterme A_{div}, A_{gr}, und A_{atm} mit der Ausbreitungssoftware CadnaA, Vers. 2019 der Fa. Datakustik GmbH mit Oktavspektren im Frequenzbereich 63 Hz bis 8000 Hz berechnet und anschließend um die Modifikation ΔA_{div} erweitert.

6.3 Beurteilung der Schallimmission an der Nordostküste von Rügen

Die Kennwerte der Einzelpunktberechnung für die ausgewählten Immissionsorte im maßgeblichen Nachtzeitraum sind in Anhang 2 dokumentiert.

Tabelle 8: Schallimmissionspegel L_{Aeq} und mittlere Spitzenpegel $\overline{L_{AFmax}}$ der Rammarbeiten an den zu den Immissionsorten nächsten bzw. entferntesten OWEA-Standorte (Klammerwerte: Rechenwerte nach dem nicht modifizierten Interimsverfahren)

Nr.	Immissionsort Lage	nächster Standort			entferntester Standort		
		Abstand [km]	L_{Aeq} [dB(A)]	$\overline{L_{AFmax}}$ [dB(A)]	Abstand [km]	L_{Aeq} [dB(A)]	$\overline{L_{AFmax}}$ [dB(A)]
IO 101	Kap Arkona	19,0	41,9 (34,6)	45,9 (38,6)	23,4	39,2 (31,0)	43,2 (35,0)
IO 102	Vitt	20,4	41,1 (33,4)	45,1 (37,4)	24,2	36,2 (27,9)	40,2 (31,9)
IO 201	Glowe, Am Körnigskörn 14 „Ostseeheilbad Köningshörn“	28,7	36,4 (27,3)	40,4 (31,3)	32,5	34,8 (25,1)	38,8 (29,1)
IO 202	Glowe, Waldsiedlung Nr. 8	29,6	36,1 (26,8)	40,1 (30,8)	33,4	34,4 (24,6)	38,4 (28,6)
IO 301	Lohme, An der Steilküste Nr. 8 „Panoramahotel Lohme“	24,2	38,7 (30,3)	42,7 (34,3)	30,0	35,9 (26,6)	39,9 (30,6)
IO 302	Lohme, An der Schlossallee	24,5	38,6 (30,1)	42,6 (34,1)	30,6	35,6 (26,2)	39,6 (30,2)

Bei höheren Fremdgeräuschen durch Wind und Wellen kann erwartet werden, dass Rammgeräusche mit mittleren Spitzenpegeln in der Größenordnung von 40 dB(A) nicht mehr als belästigend impulshaltig eingestuft werden.

Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Schallimmissionen während der Rammarbeiten an der Ostseeküste in Zeiten mit geringen Fremdgeräuschpegeln zumindest zeitweise hörbar sind. Daher wird bei der Beurteilung der Schallimmissionen ein Impulzzuschlag $K_I = 5$ dB zum Mittelungspegel L_{Aeq} berücksichtigt (worst case Ansatz: Schlaggeräusche beim Rammen durch sonstige Umgebungsgeräusch nicht verdeckt).

Damit ergeben sich die Beurteilungspegel der geräuschrelevanten Rammarbeiten aus den berechneten Mittelungspegel L_{Aeq} unter Berücksichtigung von folgenden Zu- und Abschlägen:

- Impulzzuschlag K_I (tags und nachts) + 5 dB
- Pegelabschlag aufgrund der Einwirkzeit:
 - Einwirkzeit tags 8 h: - 5 dB
 - Einwirkzeit nachts 4 h: - 5 dB

Tabelle 9: Vergleich der Beurteilungspegel L_r in der Bauphase bei 8-stündigen Rammarbeiten am Tage und bei 4 stündigen Rammarbeiten nachts mit den IRW der AVV Baulärm
Die Immissionsrichtwerte (IRW) werden abschließend durch das LUNG festgelegt

Nr.	Immissionsort Lage	IIRW [dB(A)]		Beurteilungspegel ¹⁾ [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
IO 101	Kap Arkona	(55)	(40)	39 - 42	39 - 42
IO 102	Vitt	55	40	36-42	36-42
IO 201	Glowe, Am Körnigskörn 14 „Ostseeheilbad Königshörn“	(45 – 55)	(35 – 40)	35 - 36	35 - 36
IO 202	Glowe, Waldsiedlung Nr. 8	(50)	(35)	34 - 36	34 - 36
IO 301	Lohme, An der Steilküste Nr. 8 „Panoramahotel Lohme“	(50 – 55)	(35 – 40)	36 - 39	36 - 39
IO 302	Lohme, An der Schlossallee	(50)	(35)	36 - 39	36 - 39

1) Die Schwankungsbreite ergibt sich aus den unterschiedlichen Abständen der Rammstandorte von den Immissionsorten

Für die geräuschrelevanten Rammarbeiten am OWP ARCADIS OST 1 berechnen sich am Kap Arkona Beurteilungspegel von 36 - 42 dB(A) am Kap Arkona / in Vitt (Immissionsorte IO 101 – IO 102), von 34 – 36 dB(A) im Glowe und von 36 – 39 dB(A) im Lohme.

Am Tage werden an allen Immissionsorten die Immissionsrichtwerte von 45 – 55 dB(A) deutlich unterschritten. Am Tage sind die Schallimmissionen der Rammarbeiten vernachlässigbar.

Vorbehaltlich der abschließenden Festsetzung der IRW durch das LUNG ergibt sich folgende Beurteilung in Nächten mit Rammarbeiten:

- Am Kap Arkona und in Vitt kann der Immissionsrichtwert 40 dB(A) um bis zu 2 dB überschritten werden.
- In Glowe und in Lohme kann der Immissionsrichtwert von 35 dB(A) für Gebiete in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind, um bis zu 4 dB überschritten werden. Der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) für Gebiete in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, wird eingehalten.
- Anzumerken ist, dass bei der Gründung der 28 OWEA auf Monopiles der zeitliche Umfang der Rammarbeiten begrenzt ist.
- Rammarbeiten mit Beurteilungspegeln von 36 – 42 dB(A) können im Einzelfall als belästigend eingestuft werden. Die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG wird hingegen erheblich unterschritten.

6.4 Schallimmission im Bereich der OWEA – Aussagen zur Avifauna

Nach einer ergänzenden Schallausbreitungsberechnung unterschreiten die Schallimmissionspegel L_{Aeq} bei Rammarbeiten die Grenzisophone von 52 dB(A) ab etwa 9000 m Abstand und die Grenzisophone von 47 dB(A) ab etwa 13000 m.

7 Prüfung von Maßnahmen für den Lärmschutz

Im Folgenden werden Minimierungsmaßnahmen der unvermeidbaren Schallimmissionen der Baustellenarbeiten betrachtet. Es wird hierbei davon ausgegangen, dass die verwendeten Baumaschinen und die zur Anwendung kommenden Verfahren dem Stand der Technik entsprechen.

AVV Baulärm nennt unterschiedliche Maßnahmen, die hier projektbezogen in Hinblick auf ihre Wirksamkeit betrachtet werden:

Baustelleneinrichtung:

Aufgrund der durchzuführenden Offshore-Rammarbeiten kann weder durch Verlagerung von Baumaschinen, noch durch den Einsatz von abschirmenden Bauwerken wie z.B. mobilen Schallschutzwänden eine effektive Lärminderung an den Immissionsorten erzielt werden.

Verwendung geräuscharmer Rammeinrichtungen:

Die Richtlinie 2000/14/EG nennt keine Geräuschemissionsgrenzwerte für Rammeinrichtungen. Bei der zum Eintreiben der Monopile vorgesehene Rammeinrichtung mit einer Schlagenergie von bis zu 3500 KJ handelt es sich um eine Sonderanfertigung für den Offshore-Einsatz.

Der in der schalltechnischen Berechnung angesetzte Schalleistungspegel $L_{WA} = 149$ dB(A) resultiert aus der erforderlichen hohen Schlagenergie von bis zu 3500 KJ zum Eintreiben der Monopile in Verbindung mit der hohen Impulsrate von bis zu 60 Schlägen pro Minute.

Bei reduzierter Impulsrate bzw. reduzierter Schlagenergie (wenn möglich) sind geringere Schallemissionen zu erwarten. Reduzierte Impulsraten bzw. reduzierte Schlagenergien würden jedoch mindestens die Dauer der Rammarbeiten verlängern.

Betriebszeitbeschränkung nachts:

In der Schallimmissionsprognose wurde eine Rammdauer von 4 Stunden pro Nacht angesetzt. Daraus resultierte eine Korrektur des Beurteilungspegels aufgrund der Einwirkzeit von 5 dB

Gemäß der AVV Baulärm darf der Beurteilungspegel um weitere 5 dB auf 10 dB vermindert werden, wenn die Einwirkzeit zur Nachtzeit eine Dauer von 2 h nicht überschreitet.

Eine Betriebszeitenbeschränkung würde jedoch die Rammtätigkeiten für einen einzelnen Pfahl verlängern und in der Folge den gesamten Zeitraum der Installationsarbeiten. Zudem könnte durch eine Betriebszeitenbeschränkung (d.h. Unterbrechung der Rammung) die Standsicherheit des Pfahles gefährdet werden.

Information der betroffenen Anwohner:

Grundsätzlich können Anwohner über die Art und die Dauer der Bauarbeiten informiert werden. Vor dem Hintergrund der zu erwartenden mittleren Spitzenpegel in der Größenordnung von 40 dB(A) sollte in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde geklärt werden, ob eine Information der Anwohner erforderlich ist.

8 Angaben zur Qualität der Prognose

Die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse wird durch die Genauigkeit der angenommenen Emissionswerte der Schallquellen (Schalleistungspegel der Aggregate) und die verwendeten Ausbreitungsalgorithmen bestimmt.

Die Schallemissionen der Rammarbeiten wurden aus einem EU-Prüfbericht einer Rammeinrichtung mit einer Schlagenergie von 3500 KJ abgeleitet. Weiterhin wurde eine hohe Impulsfolge von 60 Schlägen pro Minute und einer Rammdauer von 4 Stunden pro Monopile angenommen. Nach Angaben der Fa. Parkwind beträgt die mittlere erforderliche Rammenergie weniger als 3500 KJ und die mittlere Rammdauer pro Monopile weniger als 4 Stunden. Durch diese konservativen Annahmen der Geräuscheinwirkzeit wird die Unsicherheit der Schallemissionen mindestens teilweise kompensiert.

Für die Schallausbreitungsberechnung wurde ein modifiziertes Berechnungsverfahren angewendet, welches gegenüber dem Interimsverfahren ca. 8 – 10 dB höhere Schallimmissionspegel ergibt.

Zusammen mit der Vernachlässigung der meteorologischen Korrektur C_{met} wird das Berechnungsverfahren als konservativ eingeschätzt, dass den Langzeitmittelungspegel L_{LT} tendenziell überschätzt.

9 Quellenverzeichnis

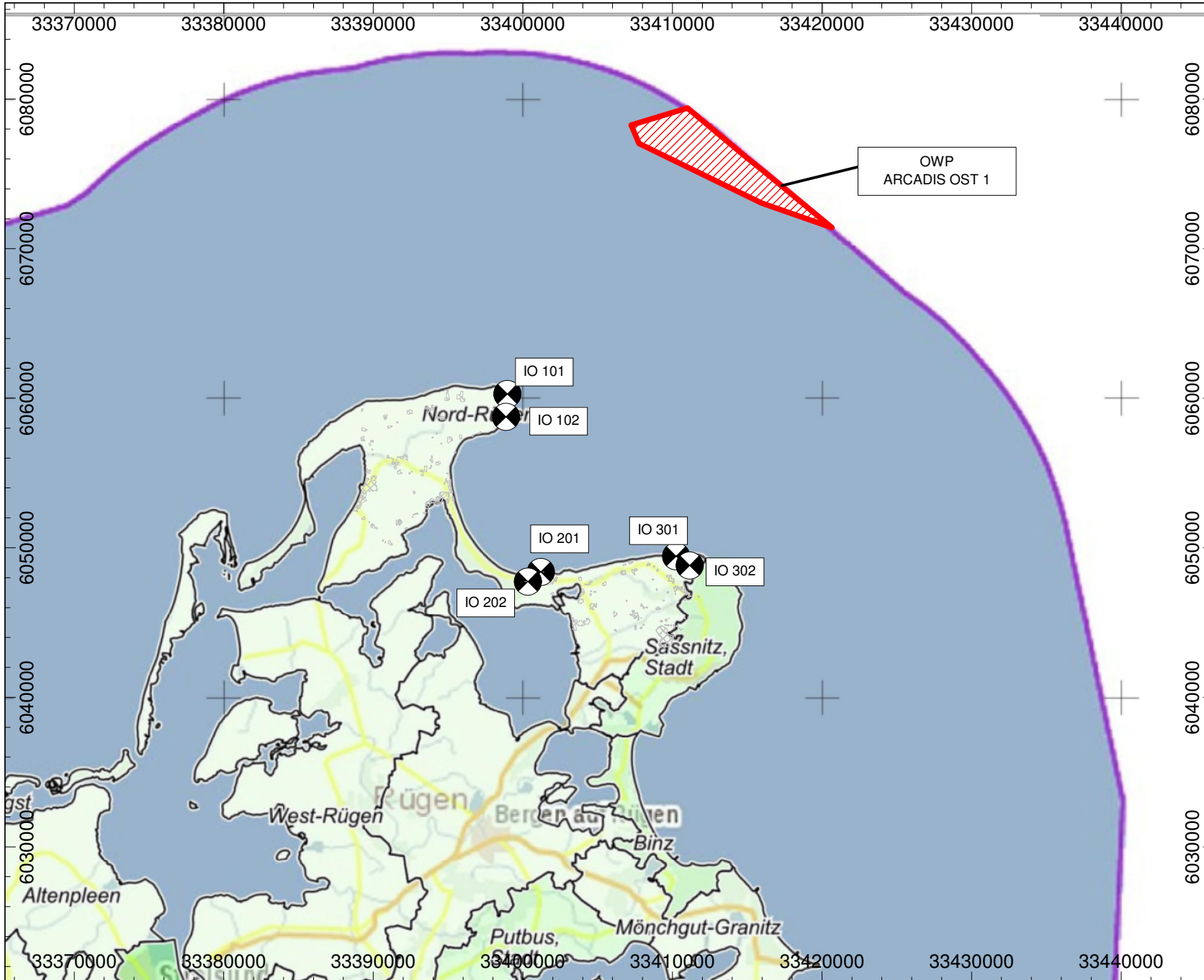
- /1/ BImSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz) in der aktuellen Fassung
- /2/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen (8/1970) In: Bundesanzeiger Nr. 160 vom 01.09.1970
- /3/ DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Beuth Verlag, 10/1999
- /4/ Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Maschinen und Geräten - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 161/1 vom 3.7.2000
- /5/ Kieler Institut für Landschaftsökologie (2009): Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Bericht zum Forschungsprojekt FE 02.286/2007/LRB der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach: „Entwicklung eines Handlungsleitfadens für Vermeidung und Kompensation verkehrsbedingter Wirkungen auf die Avifauna“.- Kiel, 2010
- /6/ Dokumentation zur Schallausbreitungsberechnung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.01 , Beuth-Verlag
- /7/ T. Van Renterghem, D. Botteldooren, and L.Dekonick: Airborne sound propagation over sea during offshore wind farm piling; Bericht Jasa Airborne Noise Piling; J. Acoust. Soc. Am. 135 (2) February 2014
- /8/ K.Bolin, M.Boue and I.Karasalo: „Long range sound propagation over a sea surface“ J. Acoust. Soc. Am 117, 751-762 (2005)
- /9/ Hornsea Offshore Wind Farm Project one Annes 4.3.1 Airborne Noise Technical Report, July 2013

Projektbezogene Unterlagen:

- /10/ Lageplan und Koordinaten der OWEA und der Umspannplattform, Stand 05.09.2019
- /11/ div. Übersichtspläne aus openstreetmap und Geoportal MV
- /12/ EU-Prüfprotokoll einer Geräuschemissions-Messung gemäß EU-RL 2000/14/EG für eine Rammausrüstung – Freier Warenverkehr 2000/14/EG: Typ MHU 3500 S, Hersteller; Prüfprotokoll der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG Nr. CE 0044 – 312 13 005 5 001 vom 01.03.2013
- /13/ Schalltechnische Untersuchung für den Offshore-Windpark „ARCADIS OST 1“; Bericht Nr. 8000640879 / 912UBS146 vom 12.12.2012
- /14/ Geplante Errichtung von 27 OWEA vom Typ MHI Vestas Offshore Wind V174-9.5 MW im

Offshore Windpark ARCADIS OST I: Ermittlung der Schallemissionen der Offshoreanlagen und der Schallimmissionen in der Betriebsphase; TÜV NORD Umweltschutz Bericht Nr. 8000669136 / 419SST009-01- Entwurf zur Behördenprüfung; Stand 12.04.2019

- /15/ Genehmigungsbescheid Nr. 0106.2-60.030/05-50 des Staatlichen Amtes für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern vom 09.09.2014 zur Errichtung und Betrieb von 58 Offshore-Windenergieanlagen vom Typ ALSTOM Haliade 150 6 MW mit einer Nabenhöhe von 100 m, einem Rotordurchmesser vom 150 m und einer Nennleistung vom jeweils 6 MW, einer Umspannplattform (USP) sowie der windparkinternen Kabelverlegung im Offshore-Windpark „ARCADIS OST 1“ im Gebiet des Küstenmeeres der Deutschen Ostsee innerhalb der Grenzen des Landes Mecklenburg-Vorpommern ca. 19 km nordöstlich von Kap Arkona / Insel Rügen.



Darstellung

Übersichtslageplan
Anlagenstandort
und Immissionsorte



Auftrag: 419SST009-02
Bearbeiter: R. Nagel
Datum: 04.10.2019

Anhang 1.1

Projekt

Schalltechnische Untersuchung

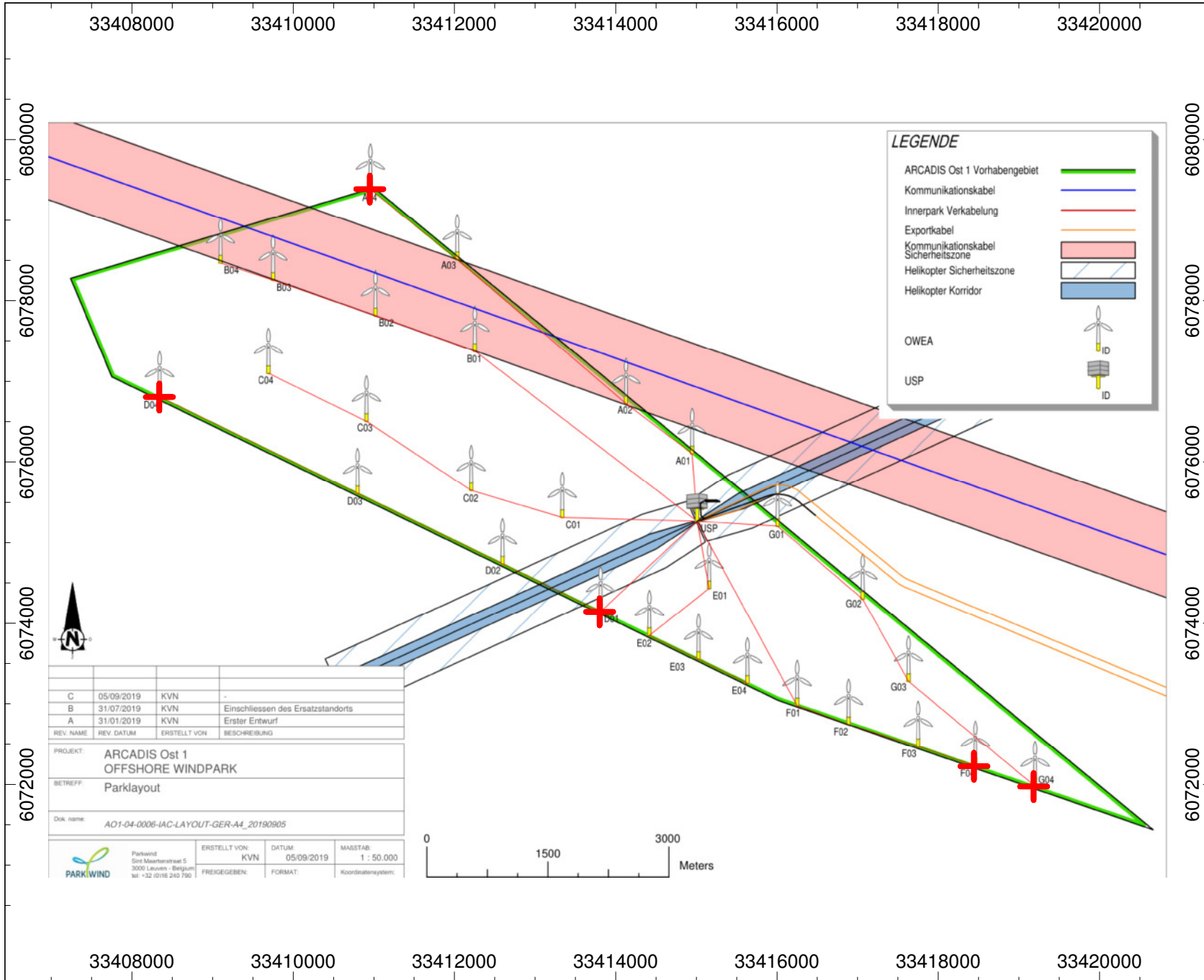
Geplante Errichtung von 28 OWEA vom Typ Vestas V174-9,5 MW im Offshore Windpark ARCADIS OST 1: Ermittlung der Schallemissionen der Offshoreanlagen und der Schallimmissionen in der Bauphase

Auftraggeber

Parkwind Ost
Sonnenplatz 1
D-61118 Bad Vilbel

Auftragnehmer

TÜV NORD Umweltschutz
Büro Bremen
Hermine Berthold Straße 17
28205 Bremen



LEGENDE

- ARCADIS Ost 1 Vorhabensgebiet
- Kommunikationskabel
- Innerpark Verkabelung
- Exportkabel
- Kommunikationskabel Sicherheitszone
- Helikopter Sicherheitszone
- Helikopter Korridor
- OWEA
- USP

REV. NAME	REV. DATUM	ERSTELLT VON	BESCHREIBUNG
C	05/09/2019	KVN	-
B	31/07/2019	KVN	Einschliessen des Ersatzstandorts
A	31/01/2019	KVN	Erster Entwurf

PROJEKT: ARCADIS Ost 1 OFFSHORE WINDPARK
 BETREFF: Parklayout
 Dok. name: AO1-04-0006-IAC-LAYOUT-GER-A4_20190905

ERSTELLT VON:	DATUM:	MASSSTAB:
KVN	05/09/2019	1 : 50.000
FREIGEgeben:	FORMAT:	Koordinatensystem:

TÜV NORD

Darstellung
 Lageplan
 OWEA und Umspannung

N
 Auftrag: 419SST009-02
 Bearbeiter: R. Nagel
 Datum: 04.10.2019

Anhang 1.2

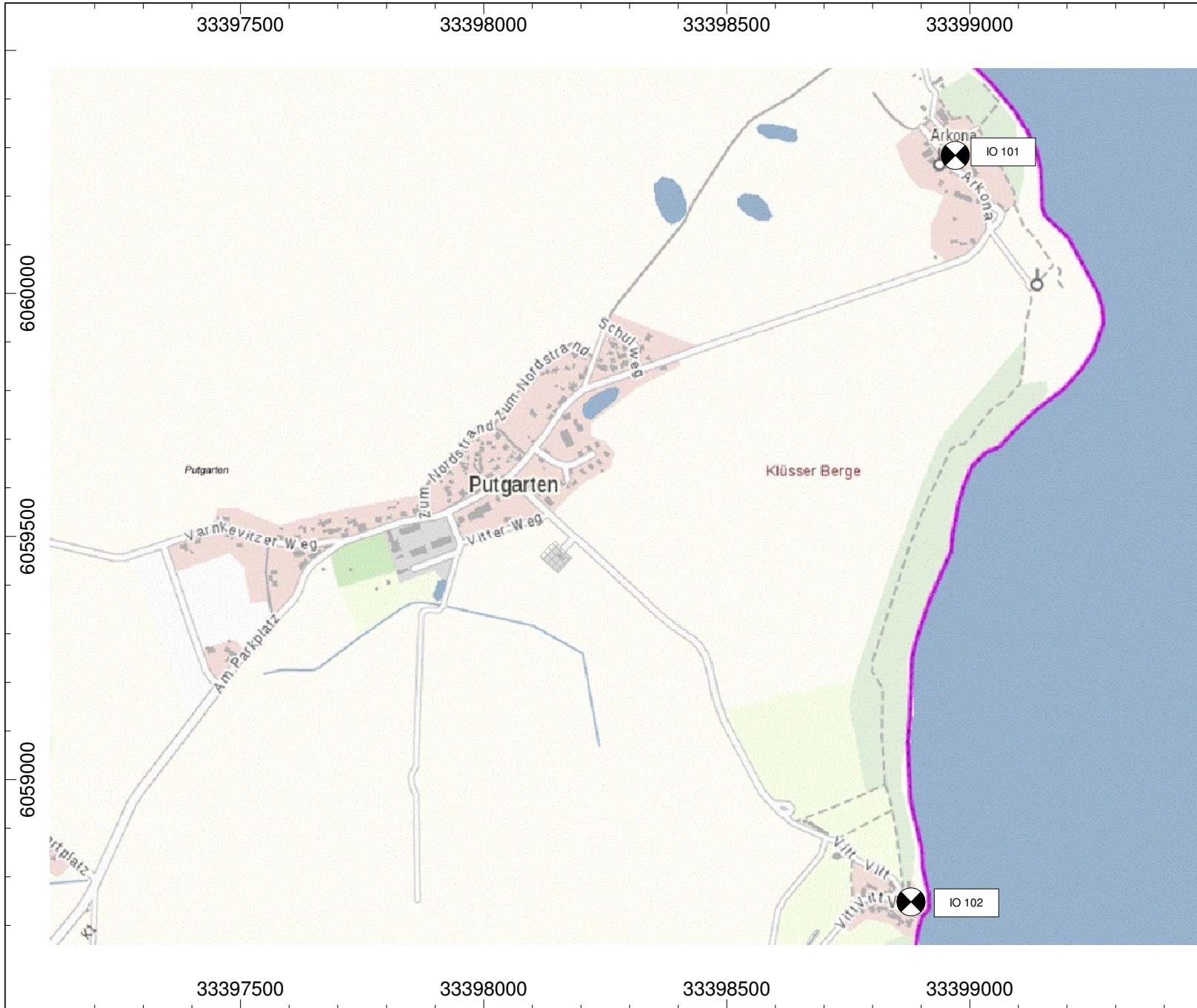
Projekt
 Schalltechnische Untersuchung

Geplante Errichtung von 28 OWEA vom Typ Vestas V174-9,5 MW im Offshore Windpark ARCADIS OST 1: Ermittlung der Schallemissionen der Offshoreanlagen und der Schallimmissionen in der Bauphase

- + Punktquelle
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

Auftraggeber
 Parkwind Ost
 Sonnenplatz 1
 D-61118 Bad Vilbel

Auftragnehmer
 TÜV NORD Umweltschutz
 Büro Bremen
 Hermine Berthold Straße 17
 28205 Bremen



Darstellung
 Lageplan
 Immissionsorte am Kap Arkona
 und in Vitt



Auftrag: 419SST009-02
 Bearbeiter: R. Nagel
 Datum: 04.10.2019

Anhang 1.3

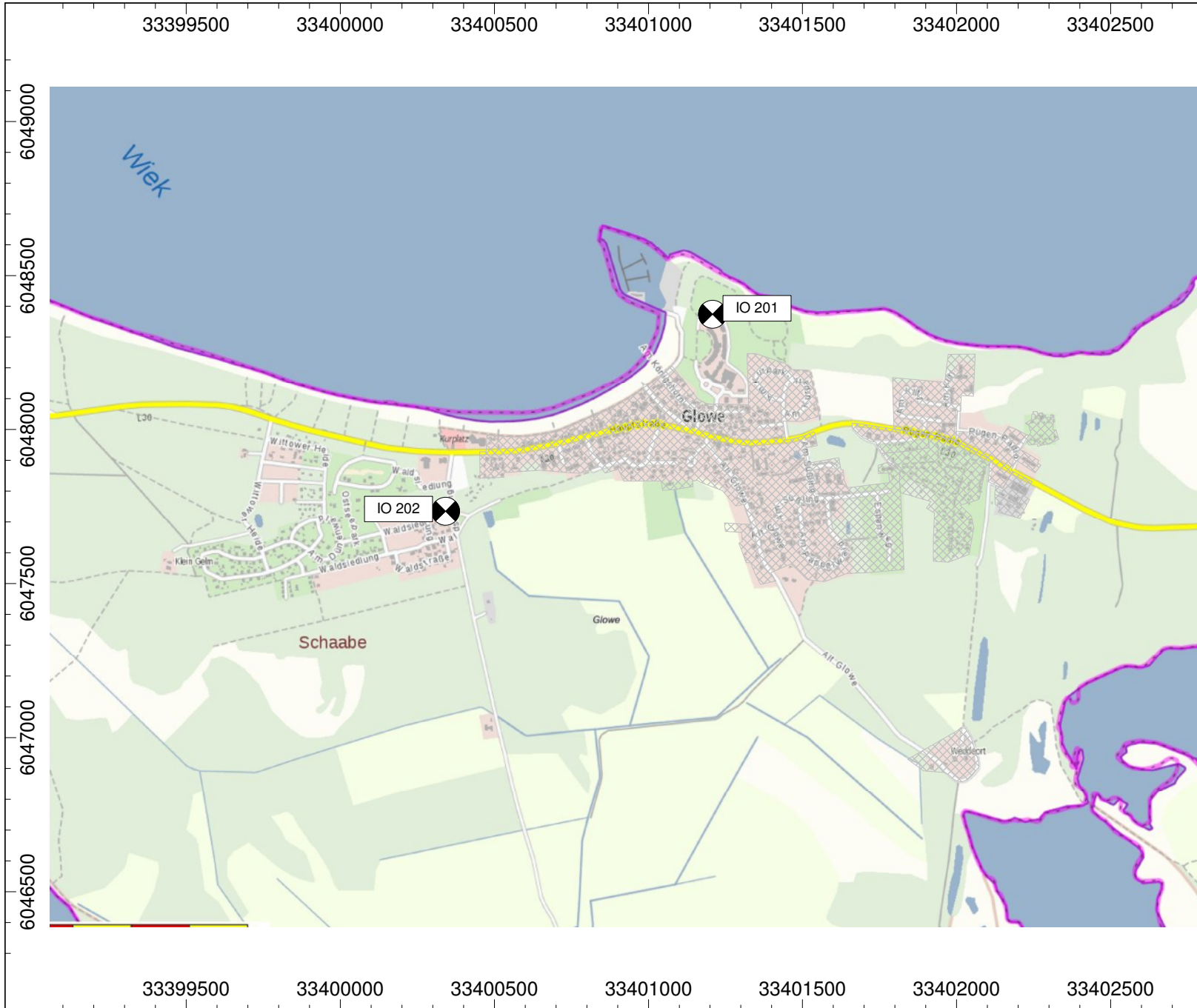
Projekt
 Schalltechnische Untersuchung

Geplante Errichtung von 28 OWEA
 vom Typ Vestas V174-9,5 MW im
 Offshore Windpark ARCADIS OST 1:
 Ermittlung der Schallemissionen der
 Offshoreanlagen und der Schall-
 immissionen in der Bauphase

- + Punktquelle
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

Auftraggeber
 Parkwind Ost
 Sonnenplatz 1
 D-61118 Bad Vilbel

Auftragnehmer
 TÜV NORD Umweltschutz
 Büro Bremen
 Hermine Berthold Straße 17
 28205 Bremen



Darstellung

Lageplan
Immissionsorte in Glowe






Auftrag: 419SST009-02
Bearbeiter: R. Nagel
Datum: 04.10.2019

Anhang 1.4

Projekt

Schalltechnische Untersuchung

Geplante Errichtung von 28 OWEA vom Typ Vestas V174-9,5 MW im Offshore Windpark ARCADIS OST 1: Ermittlung der Schallemissionen der Offshoreanlagen und der Schallimmissionen in der Bauphase

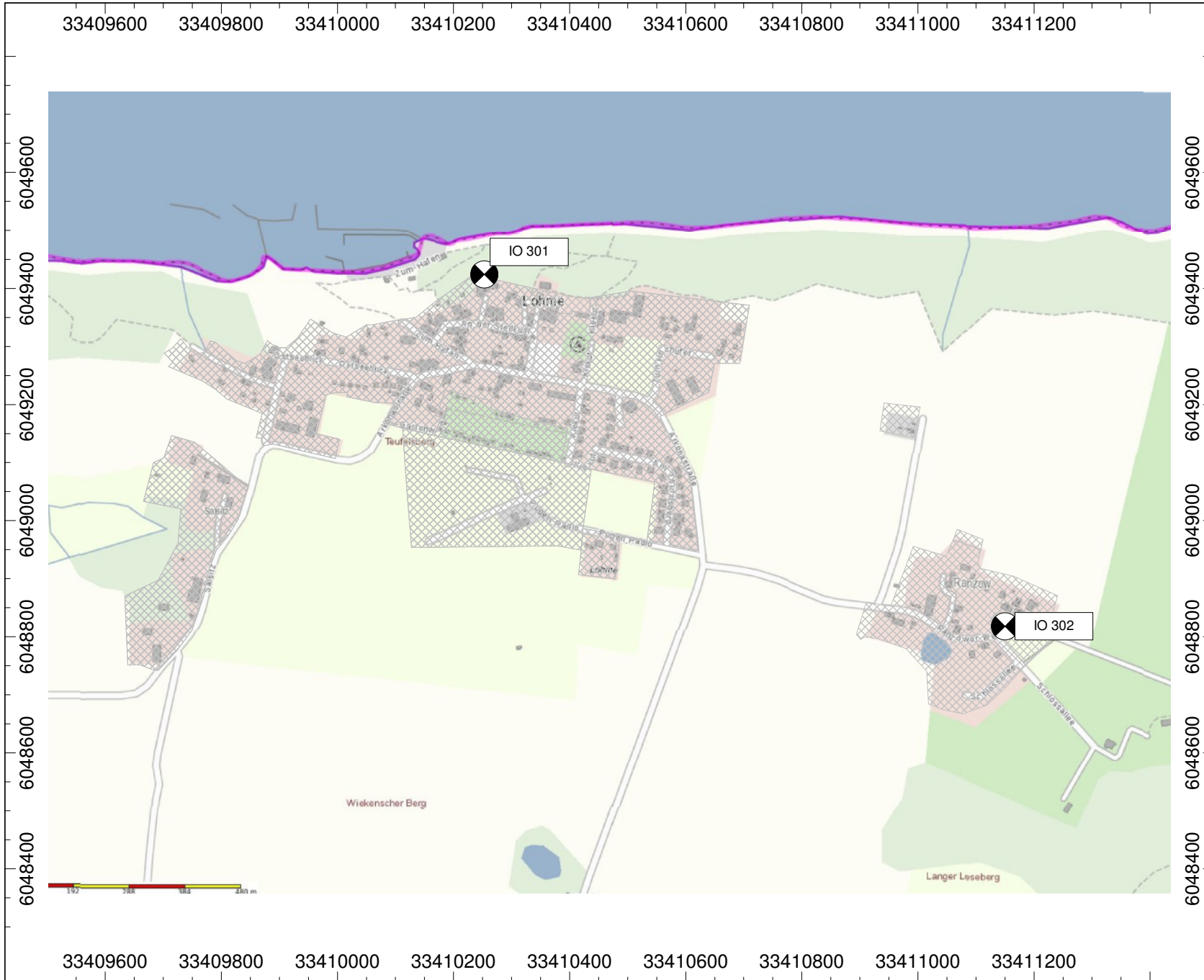
-  Punktquelle
-  Immissionspunkt
-  Rechengebiet

Auftraggeber

Parkwind Ost
Sonnenplatz 1
D-61118 Bad Vilbel

Auftragnehmer

TÜV NORD Umweltschutz
Büro Bremen
Hermine Berthold Straße 17
28205 Bremen



Darstellung

Lageplan
Immissionsorte in Lohme






Auftrag: 419SST009-02
Bearbeiter: R. Nagel
Datum: 04.10.2019

Anhang 1.5

Projekt

Schalltechnische Untersuchung

Geplante Errichtung von 28 OWEA vom Typ Vestas V174-9,5 MW im Offshore Windpark ARCADIS OST 1: Ermittlung der Schallemissionen der Offshoreanlagen und der Schallemissionen in der Bauphase

-  Punktquelle
-  Immissionspunkt
-  Rechengebiet

Auftraggeber

Parkwind Ost
Sonnenplatz 1
D-61118 Bad Vilbel

Auftragnehmer

TÜV NORD Umweltschutz
Büro Bremen
Hermine Berthold Straße 17
28205 Bremen

Immissionspunkt
 Bez.: IO 101
 ID:
 X: 33398970,00 m
 Y: 6060284,00 m
 Z: 5,00 m

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"														
Nr.	X	Y	Z	DEN	Freq.	Lw	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Lr
	(m)	(m)	(m)		(Hz)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	63	124,2	0,0	0,0	96,6	2,3	-3,0	0,0	0,0	28,3
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	125	133,6	0,0	0,0	96,6	7,8	-3,0	0,0	0,0	32,2
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	250	140,7	0,0	0,0	96,6	19,8	-3,0	0,0	0,0	27,3
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	500	144,8	0,0	0,0	96,6	36,6	-3,0	0,0	0,0	14,6
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	1000	144,3	0,0	0,0	96,6	69,5	-3,0	0,0	0,0	-18,7
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	2000	137,2	0,0	0,0	96,6	183,5	-3,0	0,0	0,0	-139,9
1	33408340,00	6076805,00	20,00	DEN	4000	133,9	0,0	0,0	96,6	622,4	-3,0	0,0	0,0	-582,1

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"														
Nr.	X	Y	Z	DEN	Freq.	Lw	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Lr
	(m)	(m)	(m)		(Hz)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	63	124,2	0,0	0,0	97,1	2,5	-3,0	0,0	0,0	27,6
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	125	133,6	0,0	0,0	97,1	8,3	-3,0	0,0	0,0	31,1
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	250	140,7	0,0	0,0	97,1	21,2	-3,0	0,0	0,0	25,4
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	500	144,8	0,0	0,0	97,1	39,1	-3,0	0,0	0,0	11,5
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	1000	144,3	0,0	0,0	97,1	74,2	-3,0	0,0	0,0	-24,1
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	2000	137,2	0,0	0,0	97,1	196,2	-3,0	0,0	0,0	-153,1
2	33413801,00	6074142,00	20,00	DEN	4000	133,9	0,0	0,0	97,1	665,2	-3,0	0,0	0,0	-625,4

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"														
Nr.	X	Y	Z	DEN	Freq.	Lw	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Lr
	(m)	(m)	(m)		(Hz)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	63	124,2	0,0	0,0	98,1	2,7	-3,0	0,0	0,0	26,4
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	125	133,6	0,0	0,0	98,1	9,3	-3,0	0,0	0,0	29,3
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	250	140,7	0,0	0,0	98,1	23,5	-3,0	0,0	0,0	22,1
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	500	144,8	0,0	0,0	98,1	43,5	-3,0	0,0	0,0	6,3
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	1000	144,3	0,0	0,0	98,1	82,5	-3,0	0,0	0,0	-33,2
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	2000	137,2	0,0	0,0	98,1	217,9	-3,0	0,0	0,0	-175,8
3	33410951,00	6079385,00	20,00	DEN	4000	133,9	0,0	0,0	98,1	738,9	-3,0	0,0	0,0	-700,0

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"														
Nr.	X	Y	Z	DEN	Freq.	Lw	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Lr
	(m)	(m)	(m)		(Hz)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	63	124,2	0,0	0,0	98,2	2,8	-3,0	0,0	0,0	26,2
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	125	133,6	0,0	0,0	98,2	9,4	-3,0	0,0	0,0	29,0
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	250	140,7	0,0	0,0	98,2	23,8	-3,0	0,0	0,0	21,7
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	500	144,8	0,0	0,0	98,2	44,0	-3,0	0,0	0,0	5,6
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	1000	144,3	0,0	0,0	98,2	83,6	-3,0	0,0	0,0	-34,4
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	2000	137,2	0,0	0,0	98,2	220,8	-3,0	0,0	0,0	-178,7
4	33418443,00	6072227,00	20,00	DEN	4000	133,9	0,0	0,0	98,2	748,6	-3,0	0,0	0,0	-709,9

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"														
Nr.	X	Y	Z	DEN	Freq.	Lw	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Lr
	(m)	(m)	(m)		(Hz)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	63	124,2	0,0	0,0	98,4	2,8	-3,0	0,0	0,0	26,0
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	125	133,6	0,0	0,0	98,4	9,6	-3,0	0,0	0,0	28,6
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	250	140,7	0,0	0,0	98,4	24,4	-3,0	0,0	0,0	21,0
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	500	144,8	0,0	0,0	98,4	45,0	-3,0	0,0	0,0	4,4
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	1000	144,3	0,0	0,0	98,4	85,4	-3,0	0,0	0,0	-36,5
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	2000	137,2	0,0	0,0	98,4	225,7	-3,0	0,0	0,0	-183,8
5	33419183,00	6071975,00	20,00	DEN	4000	133,9	0,0	0,0	98,4	765,2	-3,0	0,0	0,0	-726,7

Berechnung der Schallimmissionspegel L_{Aeq} nach dem modifizierten Interimsverfahren mit Zusammenfassung der Oktavpegel

Immissionspunkt												Übergang geometrische Ausbreitungsdämpfung		
Bez.:		IO 101										6 dB > 3 dB je Abstandsverdopplung		
ID:												bei Abständen ab		3500
X:		33398970												
Y:		6060284												
Berechnung nach dem Interimsverfahren												Korrektur große Abstände		
Nr.	X	Y	Z	Abstand	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Laeq	delta Adiv	L _{Aeq} '	
	(m)	(m)	(m)	(m)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)	(dB)	dB(A)	
Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"	33408340	6076805	20	18993	149	96,6	20,8	-3	0	0	34,6	7,3	41,9	
Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"	33413801	6074142	20	20298	149	97,1	21,4	-3	0	0	33,5	7,6	41,1	
Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"	33410951	6079385	20	22548	149	98,1	22,3	-3	0	0	31,6	8,1	39,7	
Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"	33418443	6072227	20	22844	149	98,2	22,4	-3	0	0	31,4	8,1	39,5	
Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"	33419183	6071975	20	23350	149	98,4	22,6	-3	0	0	31,0	8,2	39,2	
Rammen bei minimalem Abstand				18993							34,6		41,9	
Rammen bei maximalem Abstand				23350							31,0		39,2	

Immissionspunkt												Übergang geometrische Ausbreitungsdämpfung		
33398206,00 m		IO 102										6 dB > 3 dB je Abstandsverdopplung		
6059870,00 m												bei Abständen ab		3500
5,00 m		33398879												
Y:		6058748												
Berechnung nach dem Interimsverfahren												Korrektur große Abstände		
Nr.	X	Y	Z	Abstand	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Cmet	Laeq	delta Adiv	L _{Aeq} '	
	(m)	(m)	(m)	(m)	dB(A)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	dB(A)	(dB)	dB(A)	
Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"	33408340	6076805	20	20385	149	97,2	21,4	-3	0	0	33,4	7,7	41,1	
Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"	33413801	6074142	20	21439	149	97,6	21,9	-3	0	0	32,5	7,9	40,4	
Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"	33418443	6072227	20	23758	149	98,5	22,8	-3	0	0	30,7	8,3	39,0	
Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"	33419183	6071975	20	24232	149	98,7	23	-3	0	0	30,3	8,4	38,7	
Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"	33410951	6079385	20	23909	149	98,6	22,9	-3	0	0	27,9	8,3	36,2	
Rammen bei minimalem Abstand				20385							33,4		41,1	
Rammen bei maximalem Abstand				24232							27,9		36,2	

Berechnung der Schallimmissionspegel L_{Aeq} nach dem modifizierten Interimsverfahren mit Zusammenfassung der Oktavpegel

Immissionspunkt													Übergang geometrische Ausbreitungsdämpfung
33398206,00 m	IO 201												6 dB > 3 dB je Abstandsverdopplung
6059870,00 m													bei Abständen ab
5,00 m	33401208												3500
Y:	6048374												

Nr.	Berechnung nach dem Interimsverfahren											Korrektur große Abstände	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Abstand (m)	Lw dB(A)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Cmet (dB)	Laeq dB(A)	delta Adiv (dB)	L _{Aeq} ' dB(A)
Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"	33413801	6074142	20	28681	149	100,2	24,5	-3	0	0	27,3	9,1	36,4
Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"	33408340	6076805	20	29312	149	100,3	24,7	-3	0	0	27,0	9,2	36,2
Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"	33418443	6072227	20	29428	149	100,4	24,7	-3	0	0	26,9	9,2	36,1
Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"	33419183	6071975	20	29667	149	100,4	24,8	-3	0	0	26,7	9,3	36,0
Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"	33410951	6079385	20	32506	149	101,2	25,6	-3	0	0	25,1	9,7	34,8
Rammen bei minimalem Abstand				28681							27,3		36,4
Rammen bei maximalem Abstand				32506							25,1		34,8

Immissionspunkt													Übergang geometrische Ausbreitungsdämpfung
33398206,00 m	IO 202												6 dB > 3 dB je Abstandsverdopplung
6059870,00 m													bei Abständen ab
5,00 m	33400342												3500
Y:	6047735												

Nr.	Berechnung nach dem Interimsverfahren											Korrektur große Abstände	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Abstand (m)	Lw dB(A)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Cmet (dB)	Laeq dB(A)	delta Adiv (dB)	L _{Aeq} ' dB(A)
Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"	33413801	6074142	20	29639	149	100,4	24,8	-3	0	0	26,8	9,3	36,1
Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"	33408340	6076805	20	30150	149	100,6	25	-3	0	0	26,5	9,4	35,9
Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"	33418443	6072227	20	30455	149	100,7	25	-3	0	0	26,3	9,4	35,7
Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"	33419183	6071975	20	30701	149	100,7	25,1	-3	0	0	26,1	9,4	35,5
Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"	33410951	6079385	20	33381	149	101,5	25,9	-3	0	0	24,6	9,8	34,4
Rammen bei minimalem Abstand				29639							26,8		36,1
Rammen bei maximalem Abstand				33381							24,6		34,4

Berechnung der Schallimmissionspegel L_{Aeq} nach dem modifizierten Interimsverfahren mit Zusammenfassung der Oktavpegel

Immissionspunkt													Übergang geometrische Ausbreitungsdämpfung
33398206,00 m	IO 301												6 dB > 3 dB je Abstandsverdopplung
6059870,00 m													bei Abständen ab
5,00 m	33410253												3500
Y:	6049424												

Nr.	Berechnung nach dem Interimsverfahren											Korrektur große Abstände	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Abstand (m)	Lw dB(A)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Cmet (dB)	Laeq dB(A)	delta Adiv (dB)	L _{Aeq} ' dB(A)
Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"	33418443	6072227	20	24229	149	98,7	23	-3	0	0	30,3	8,4	38,7
Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"	33419183	6071975	20	24255	149	98,7	23	-3	0	0	30,3	8,4	38,7
Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"	33413801	6074142	20	24971	149	98,9	23,2	-3	0	0	29,8	8,5	38,3
Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"	33408340	6076805	20	27448	149	99,8	24,1	-3	0	0	28,1	8,9	37,0
Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"	33410951	6079385	20	29969	149	100,5	24,9	-3	0	0	26,6	9,3	35,9
Rammen bei minimalem Abstand				24229							30,3		38,7
Rammen bei maximalem Abstand				29969							26,6		35,9

Immissionspunkt													Übergang geometrische Ausbreitungsdämpfung
33398206,00 m	IO 302												6 dB > 3 dB je Abstandsverdopplung
6059870,00 m													bei Abständen ab
5,00 m	33411150												3500
Y:	6048818												

Nr.	Berechnung nach dem Interimsverfahren											Korrektur große Abstände	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Abstand (m)	Lw dB(A)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Cmet (dB)	Laeq dB(A)	delta Adiv (dB)	L _{Aeq} ' dB(A)
Bez: "Rammen am Standort OWEA G04 (ehem 58)", ID: "!070200!"	33419183	6071975	20	24511	149	98,8	23,1	-3	0	0	30,1	8,5	38,6
Bez: "Rammen am Standort OWEA E04 (ehem 57)", ID: "!070200!"	33418443	6072227	20	24519	149	98,8	23,1	-3	0	0	30,1	8,5	38,6
Bez: "Rammen am Standort OWEA D01 (ehem 44)", ID: "!070200!"	33413801	6074142	20	25462	149	99,1	23,4	-3	0	0	29,5	8,6	38,1
Bez: "Rammen am Standort OWEA D04 (ehem 36)", ID: "!070200!"	33408340	6076805	20	28128	149	100	24,3	-3	0	0	27,7	9,1	36,8
Bez: "Rammen am Standort OWEA A04 (ehem 1)", ID: "!070200!"	33410951	6079385	20	30568	149	100,7	25,1	-3	0	0	26,2	9,4	35,6
Rammen bei minimalem Abstand				24511							30,1		38,6
Rammen bei maximalem Abstand				30568							26,2		35,6