

GERÄUSCHIMMISSIONSGUTACHTEN

für den Betrieb von

5 WINDENERGIEANLAGEN

TYP NORDEX N133/4.8 MW MIT 125,4 M NABENHÖHE

am Standort

26937 MORGENLAND

AUFTRAGGEBER: innoVent WP Esenshammergroden GmbH & Co. KG
c/o Verwaltung: Oldenburger Straße 49
26316 Varel

AUFTRAGNEHMER: Ingenieurbüro PLANkon
Dipl. Ing. Roman Wagner vom Berg
Blumenstr. 26
26121 Oldenburg
Tel.: 0441-390340

BERICHTSNUMMER: PK 2022001-SLG

DATUM: 20.01.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	5
2	Kartengrundlagen	6
3	Standortbeschreibung.....	6
4	Daten der emittierenden Windenergieanlagen	9
5	Infraschall.....	35
6	Randbedingungen und Berechnungsverfahren	39
7	Immissionsrichtwerte und Immissionspunkte	42
8	Betrachtung von gewerblichen Vorbelastungen	45
9	Ermittlung der Geräuschemissionen.....	48
10	Beurteilung.....	55
11	Quellenverzeichnis	57
12	Anlagen zum Geräuschemissionsgutachten 5 WEA Typ Nordex N133/4.8 am Standort Morgenland	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der berücksichtigten geplanten und vorhandenen WEA über 30 m Nabenhöhe7	7
Tabelle 2: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 2..... 11	11
Tabelle 3: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 3..... 12	12
Tabelle 4: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 4..... 13	13
Tabelle 5: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 5..... 14	14
Tabelle 6: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 01 E-70 und vorh. WEA 02 E-70, Nachtzeit 16	16
Tabelle 7: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 03 V39, Nachtzeit 17	17
Tabelle 8: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 04 E-82 und vorh. WEA 05 E-82, Nachtzeit 18	18
Tabelle 9: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 06 E-70 bis vorh. WEA 11 E-70, Nachtzeit 20	20
Tabelle 10: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 12 E-70 und vorh. WEA 19 E-70, Nachtzeit..... 22	22
Tabelle 11: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 13 E-70 und vorh. WEA 15 E-70, Nachtzeit..... 23	23
Tabelle 12: Verwendete Oktavbanddaten der 4 bestehenden WEA vorh. WEA 14 E-48, vorh. WEA 16 E-48 bis vorh. WEA 18 E-48, Nachtzeit..... 25	25
Tabelle 13: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 20 V39, Nachtzeit..... 26	26
Tabelle 14: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 21 E-70, Nachtzeit..... 27	27
Tabelle 15: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 22 E-70 und vorh. WEA 24 E-70, Nachtzeit..... 28	28

Tabelle 16: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 23 E-70, Nachtzeit.....	29
Tabelle 17: Verwendete Oktavbanddaten der 7 exemplarisch beantragten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, Vollastmodus Mode 0.....	30
Tabelle 18: Für die Prognoseberechnung erforderliche Daten der berücksichtigten WEA	31
Tabelle 19: Wahrnehmungs-und Hörschwellen im Infraschallbereich gem. DIN 45680 /9/	35
Tabelle 20: Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm	42
Tabelle 21: Betrachtete Immissionspunkte mit Lagebeschreibung	43
Tabelle 22: Berechnungsergebnisse der Vorbelastung	49
Tabelle 23: Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung.....	51
Tabelle 24: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messung des Infraschallpegels in 250 m Entfernung einer Nordex N54.....	36
Abbildung 2: Ergebnisse der Immissionsmessung durch Kötter Consulting Engineers /11/	37
Abbildung 3: Infraschall von WEA und PKW im Vergleich.....	38

1 Einleitung und Aufgabenstellung

In der Gemeinde Stadland, Ortsteil Morgenland, ist die Aufstellung eines Bebauungsplanes für den Windpark Morgenland geplant. Dieser Bebauungsplan umfasst insgesamt 5 Baufenster für nicht näher definierte Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe von < 200 m. Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans sollen eventuelle Konflikte zwischen der benachbarten Wohnbebauung und den Windenergieanlagen bezüglich des Schallimmissionsschutzes untersucht und ein genehmigungsfähiger Betrieb nachgewiesen werden.

Für die folgenden Berechnungen wird exemplarisch ein Anlagentyp herangezogen, welcher den Kriterien des Bebauungsplans entspricht. Es werden zur Berechnung der Schallimmissionen am Standort Esenshammergroden nachfolgend für die insgesamt 5 Baufenster des Bebauungsplans exemplarisch Windenergieanlagen des Typs Nordex N133/4.8 MW berücksichtigt. Die Nabenhöhe beträgt 125,4 m, der Rotordurchmesser misst 133,2 m und die Nennleistung der WEA beträgt 4.800 kW. Die WEA-Typen sind zudem zur Verminderung der Schallemissionen mit Serrations (Serrated Trailing Edge, STE) an den Rotorblatt-Hinterkanten ausgestattet. Die Lage der WEA in den Baufenstern wurde PLANKon durch den Auftraggeber über Koordinatenangaben zu den WEA vorgegeben.

Die später noch zu konkretisierende Planung kann durchaus von diesem exemplarischen WEA-Typ abweichen, jedoch muss ebenso für die spätere konkrete Planung gewährleistet sein, dass die Immissionen im genehmigungsfähigen und rechtlich zulässigen Rahmen liegen, wie es hier auch anhand des beispielhaft gewählten WEA-Typen nachgewiesen wird. Voraussetzung für die Umsetzung des Bebauungsplans ist der Rückbau des benachbarten WP Butterburg mit 6 Windenergieanlagen des Typs Enercon E-66.

Nördlich, westlich und südöstlich der geplanten WEA befinden sich in einer Entfernung zwischen 3,0 km und 5,1 km insgesamt 24 WEA unterschiedlicher Hersteller, Nabenhöhen und Rotordurchmesser sowie 2 Windenergieanlagen mit einer Nabenhöhe unter 30 m.

Darüber hinaus befinden sich noch unmittelbar am geplanten Standort 7 weitere WEA eines exemplarischen Anlagentyps in einem weiteren Bauleitplanungsverfahren für den Bebauungsplan 151 WP Esenshammergroden. Für diese 7 WEA werden in den Berechnungen ebenfalls exemplarisch Windenergieanlagen des Typs Nordex N133/4.8 MW berücksichtigt.

Der Auftraggeber, die Firma innoVent WP Esenshammergroden GmbH & Co. KG, beauftragte das Ingenieurbüro PLANKon mit der Erstellung einer Geräuschimmissionsprognose für die 5 geplanten Windenergieanlagen. Die hier vorgenommene Begutachtung erfolgt als Lärmschutznachweis im Rahmen der Bauleitplanung.

Eine Voraussetzung für den Betrieb von Windenergieanlagen ist die genehmigungsfähige Höhe der durch den Anlagenbetrieb verursachten Schallimmissionen an den für die Untersuchung relevanten Immissionspunkten. Die zu beurteilenden Immissionspunkte leiten sich aus den örtlichen Gegebenheiten unter Berücksichtigung ihrer Lage und Nutzung ab, bzw. aus der Festschreibung in der Bauleitplanung. Die Einstufung der Immissionspunkte erfolgte auf Grundlage vorliegender Flächennutzungs- und Bebauungspläne, welche aus vorangegangenen Projekten in der Gemeinde Stadland bekannt und auf Aktualität geprüft wurden sowie der Internetseite der Gemeinde Nordenham /18/ entnommen wurden.

Im Rahmen dieses Gutachtens erfolgt eine Prognoseberechnung der entstehenden Geräuschimmissionen, die durch den Betrieb der Windenergieanlagen (WEA) hervorgerufen werden, für jeden untersuchten Immissionspunkt. Die aus den Geräuschimmissionen entstehenden Umwelteinwirkungen werden hinsichtlich einer dem geltenden BImSchG /2/ entsprechenden Genehmigungsfähigkeit untersucht.

Die Windenergieanlagen sollen zu jeder Tages- und Nachtzeit betrieben werden können.

2 Kartengrundlagen

1. Topographische Karte im Maßstab 1 : 50.000
2. Topografische Karte im Maßstab 1 : 5.000
3. Luftbilder im Maßstab 1 : 10.000

3 Standortbeschreibung

Ortsteil Morgenland, der Gemeinde Stadland, gehört zum Landkreis Wesermarsch und liegt in Niedersachsen.

In den insgesamt 5 Baufenstern des Windparks Morgenland auf Gebiet der Gemeinde Stadland plant der Auftraggeber 5 Windenergieanlagen eines zur Zeit noch nicht näher definierten Typs.

Für die Berechnungen werden für die Windenergieanlagen innerhalb der 5 Baufenster, exemplarisch Windenergieanlagen des Typs Nordex N133/4.8 MW berücksichtigt. Die geplante Nabenhöhe beträgt 125,4 m, der Rotordurchmesser misst 133,2 m und die Nennleistung der WEA beträgt 4.800 kW.

Nördlich, westlich und südöstlich der geplanten Standorte befinden sich in einer Entfernung zwischen 3,0 km und 5,1 km insgesamt 24 WEA unterschiedlicher Hersteller, Nabenhöhen und Rotordurchmesser sowie 2 Windenergieanlagen mit einer Nabenhöhe unter 30 m (s. Tabelle 1 u. Kap. 8).

Darüber hinaus befinden sich noch unmittelbar am geplanten Standort 7 weitere WEA eines exemplarischen Anlagentyps im Bauleitplanungsverfahren für den Bebauungsplan 151 WP Esenshammergroden. Für diese 7 WEA werden in den Berechnungen ebenfalls exemplarisch Windenergieanlagen des Typs Nordex N133/4.8 MW berücksichtigt (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht der berücksichtigten geplanten und vorhandenen WEA über 30 m Nabenhöhe

Anzahl	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Nennleistung [kW]	Status
5	Nordex N133/4.8 MW	125,4	133,2	4.800	geplant
6	Enercon E-70 E4	64,0	71,0	2.300	vorhanden
10	Enercon E-70 E4	85,0	71,0	2.300	vorhanden
2	Enercon E-82 E2	85,0	82,0	2.300	vorhanden
4	Enercon E-48	50,0	48,0	800	vorhanden
2	Vestas V39	40,5	39,0	500	vorhanden
7	Nordex N133/4.8 MW	125,4	133,2	4.800	im Bauleitplanungsverfahren

Am östlichen Rand der Ortschaft Seefeld befinden sich gemäß dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Stadland Gewerbeflächen sowie eine Kläranlage. Des Weiteren werden nordwestlich sowie südöstlich im Plangebiet mit einem Abstand von mindestens 2,1 km zu den geplanten Baufenstern Biogasanlagen mit dazugehörigem Blockheizkraftwerk (BHKW) betrieben. Ebenfalls südöstlich der Baufenster in einer Entfernung von 2,5 km befindet sich auf dem Gebiet der Gemeinde Nordenham noch eine weitere Gewerbefläche, welche auch im Flächennutzungsplan der Gemeinde Nordenham ausgewiesen ist. In einer Entfernung von 4,3 km nordwestlich von den Baufenstern befindet sich gemäß Energieatlas des Landes Niedersachsens /19/ eine weitere Biogasanlage in Planung sowie in ca. 5,8 km nordwestlich eine genehmigte Biogasanlage.

Des Weiteren befindet sich westlich in einer Entfernung von 700 m zu den geplanten Baufenstern eine Kleinwindanlage vom Typ EAZ Twaalf mit einer Leistung von 10 kW, einem Rotordurchmesser von 12 m und einer Nabenhöhe von 15 m. In einer Entfernung von 4,8 km südöstlich, befindet sich noch eine Windenergieanlage vom Typ Vestas V25 mit einer Leistung von 200 kW einem Rotordurchmesser von 25 m und einer Nabenhöhe von 29 m.

Nähere Angaben bezgl. der gewerblichen Vorbelastung durch die Gewerbeflächen, Biogasanlagen Kleinwindanlage sowie der Windenergieanlage sind Kap. 8 zu entnehmen. Des Weiteren wurden insgesamt die Gewerbeflächen, Biogasanlagen, Kleinwindanlage sowie die Windenergieanlage vom Typ Vestas V25 im Vorfeld der Schallimmissionsprognose auf ihre mögliche Relevanz als Vorbelastung geprüft (s. Kap. 8). Gemäß dem Energieatlas Niedersachsen /19/ befinden sich nordwestlich, nordöstlich sowie südöstlich der geplanten Baufenster in Entfernungen von 1,6 km bis 3,8 km weitere Windenergieanlagen in Betrieb. Diese Windenergieanlagen wurden mittlerweile entweder zurückgebaut bzw. es wurde ein alter Planungsstand in den Energieatlas übertragen. Diese Windenergieanlagen werden in den

Berechnungen in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde des LK Wesermarsch nicht als Vorbelastung berücksichtigt, da sie real nicht mehr vorhanden sind.

Nordöstlich der Baufenster befinden sich 6 Windenergieanlagen vom Typ Enercon E-66 mit einer Leistung von 1.500 kW, einem Rotordurchmesser von 66,0 m und einer Nabhöhe von 67,0 m betrieben. Grundlage für die Umsetzung des Windparks Morgenland der Gemeinde Stadland wird sein, dass die 6 bestehenden Windenergieanlagen des Windparks Butterburg zurückgebaut werden. Die 6 Windenergieanlagen des Windparks Butterburg werden daher in den folgenden Berechnungen nicht als Vorbelastung berücksichtigt.

Das Gebiet um den Standort stellt sich als überwiegend landwirtschaftlich genutzter Einwirkungsbereich dar. Der geplante Windpark befindet sich zwischen der Ortschaft Morgenland und der Ortschaft Esenshammergroden. Weiterhin befinden sich noch kleine Ansiedelungen im näheren Umfeld des geplanten Standortes im Außenbereich. Die Anlagen besitzen zu den nächstgelegenen Ortschaften eine Entfernung von mindestens 680 m.

Als Immissionspunkte werden die als Wohnhäuser im Außenbereich und an den Ortsrändern gekennzeichneten Gebäude berücksichtigt. Die Koordinaten der Immissionspunkte wurden mit Hilfe der verwendeten Berechnungssoftware aus dem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Kartenmaterial im Maßstab 1 : 5.000 ermittelt. Die Koordinaten der vorhandenen WEA wurden aus den, vom LK Wesermarsch zur Verfügung gestellten Gutachten die Grundlage der Genehmigung der vorhandenen Windenergieanlagen war, entnommen bzw. sind aus vorangegangenen Berechnungen bekannt. Die Koordinaten der geplanten WEA wurden vom Auftraggeber vorgegeben.

4 Daten der emittierenden Windenergieanlagen

In diesem Gutachten kommen die aktualisierten „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ des LAI mit Stand 30.06.2016 /6/ zur Anwendung. Diese verweisen unter Kapitel 2, „Schallimmissionsprognosen“, auf das Interimsverfahren /17/.

Im Einzelnen bedeutet das, dass die Schallberechnungen der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung frequenzselektiv und unter Negierung der Bodendämpfung durchgeführt werden (siehe /17/).

Analog den Hinweisen in /6/ sind in den Schallimmissionsprognosen für WKA die Unsicherheit der Typvermessung σ_R , die Unsicherheit der Serienstreuung σ_P sowie die Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} zu berücksichtigen.

Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt in /6/ gemäß der nachfolgend dargestellten Formel.

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2}$$

σ_R : Unsicherheit der Emissionsvermessung, Standardwert $\sigma_R = 0,5$ dB, wenn die WEA FGW-konform vermessen wurde.

σ_P : Unsicherheit durch Serienstreuung, Standardwert: $\sigma_P = 1,2$ dB, wenn eine einzelne Typvermessung herangezogen wird. Ansonsten ist σ_P der Messberichts-Zusammenfassung zu entnehmen bzw. zu berechnen.

σ_{Prog} : Unsicherheit des Prognosemodells, Standardwert $\sigma_{Prog} = 1,0$ dB

Das Ergebnis aus der Berechnung der Gesamtunsicherheit der Schallimmissionsprognose wird zur Berücksichtigung einer oberen Vertrauensbereichsgrenze von 90 % gem. /6/ mit dem Faktor 1,28 multipliziert:

$$\Delta L = 1,28 \times \sigma_{ges}$$

Bei den Vorbelastungsanlagen sind die zu verwendenden Schalleistungspegel den Genehmigungen zu entnehmen, einschließlich der Unsicherheit. Sie ist „in der gleichen Weise zu berücksichtigen, wie sie im Rahmen der Genehmigungen der Vorbelastungsanlagen angewandt wurde“ (vgl. /6/, Kap. 3. e) ff.).

Bei vorbelastenden Windenergieanlagen sei auf das Referenzspektrum zurückzugreifen, wenn keine weiteren Informationen über detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren zur Verfügung ständen (vgl. /6/, Kap. 1.1).

1.) Volllastbetrieb der exemplarisch geplanten WEA „gepl. WEA STL 1 N133/4.8 bis gepl. WEA STL 5 N133/4.8“ vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Tagzeitraum

Die exemplarisch verwendeten Windenergieanlagen vom Typ Nordex N133/4.8 (STE) wurden im Volllastbetrieb noch nicht schalltechnisch vermessen. Gemäß den Angaben des Herstellers im Dokument „Oktav-Schallleistungspegel“ mit der Nummer „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 (Dokument s. Anhang), wird als maximaler Geräuschpegel im uneingeschränkten Betriebsmodus Mode 0 mit einer Nennleistung von 4.800 kW ein Wert von **104,5 dB(A)** in der Ausstattung mit einer Sägezahn hinterkante an den Rotorblättern der geplanten WEA angenommen.

Dieser Wert wäre zzgl. eines Zuschlages von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des LAI /6/ als Emissionspegel im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei der Berechnung des Tagzustandes angesetzt.

Die exemplarisch geplanten WEA würden bei der Berechnung des **Tagzeitraumes** also mit einem Summenpegel von **106,6dB (A)** in die Berechnung eingeführt.

Mögliche Tonhaltigkeiten wären über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Die nach /6/ vorgenommene Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel berücksichtigt die Unsicherheit für Messwerte (σ_R), die Serienstreuung des jeweiligen Anlagentyps (σ_P) und die Unsicherheit des Berechnungsmodells (σ_{Prog}). Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) würde gemäß der oben dargestellten Formel erfolgen.

Aufgrund der Herstellerangabe ist für σ_P der Wert 1,2 zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Hinweis: Da aufgrund der strengeren Richtwerte nach TA Lärm lediglich eine Berechnung für den zu beurteilenden Nachtzeitraum (22 Uhr bis 6 Uhr) erfolgt, **wird der Emissionspegel für den Volllast-Betrieb der geplanten WEA vom Typ N133/4.8 (STE) in der vorliegenden Prognose nicht verwendet.** Nachts sind die geplanten WEA schallreduziert zu betreiben (s.u.).

2.) Schallreduzierter Betrieb im Mode 2 der exemplarisch geplanten WEA „gepl. WEA STL 5 N133/4.8“ vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeitraum

Die exemplarisch verwendete Windenergieanlage vom Typ N133/4.8 (STE) wurde im Betriebsmodus Mode 2 noch nicht schalltechnisch vermessen. Gemäß den Angaben des Herstellers im Dokument „Oktav-Schallleistungspegel“ mit der Nummer „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 (Dokument s. Anhang), wird als maximaler Geräuschpegel im eingeschränkten Betriebsmodus „Mode 2“ mit einer Nennleistung von 4.580 kW ein Wert von **103,5 dB(A)** in der Ausstattung mit einer Sägezahn hinterkante an den Rotorblättern der geplanten WEA angenommen.

Dieser Wert wird zzgl. eines Zuschlages von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Hinweisen zum

Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des LAI /6/ als Emissionspegel im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei der Berechnung des Nachtzeitraumes angesetzt.

Die exemplarisch geplante WEA wird in der Berechnung des **Nachtzeitraumes** also mit einem Summenpegel von **105,6dB (A)** in die Berechnung eingeführt.

Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Die nach /6/ vorgenommene Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel berücksichtigt die Unsicherheit für Messwerte (σ_R), die Serienstreuung des jeweiligen Anlagentyps (σ_P) und die Unsicherheit des Berechnungsmodells (σ_{Prog}). Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt gemäß der oben dargestellten Formel.

Aufgrund der Herstellerangabe ist für σ_P der Wert 1,2 zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 \approx 2,1 \text{ dB(A)}$$

Der Wert 105,6 dB(A) ist als Emissionspegel für den Nachtbetrieb unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei den Berechnungen anzusetzen.

Die Oktavbanddaten wurden der Herstellerangabe Nr. „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021, entnommen:

Tabelle 2: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 2

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB(A)]	85,2	92,2	96,0	96,9	97,4	96,1	91,8	82,6
Zuschläge gem. LAI 06/2016	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB(A)]	87,3	94,3	98,1	99,0	99,5	98,2	93,9	84,7

3.) Schallreduzierter Betrieb im Mode 3 der exemplarisch geplanten WEA „gepl. WEA STL 1 N133/4.8 und gepl. WEA STL 4 N133/4.8“ vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeitraum

Die exemplarisch verwendeten Windenergieanlagen vom Typ N133/4.8 (STE) wurde im Betriebsmodus Mode 3 noch nicht schalltechnisch vermessen. Gemäß den Angaben des Herstellers im Dokument „Oktav-Schallleistungspegel“ mit der Nummer „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 (Dokument s. Anhang), wird als maximaler Geräuschpegel im eingeschränkten Betriebsmodus „Mode 3“ mit einer Nennleistung von 4.480 kW ein Wert von **103,0 dB(A)** in der Ausstattung mit einer Sägezahn hinterkante an den Rotorblättern der geplanten WEA angenommen.

Dieser Wert wird zzgl. eines Zuschlages von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des LAI /6/ als Emissionspegel im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei der Berechnung des Nachtzeitraumes angesetzt.

Die exemplarisch geplanten WEA werden in der Berechnung des **Nachtzeitraumes** also mit einem Summenpegel von **105,1dB (A)** in die Berechnung eingeführt.

Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Die nach /6/ vorgenommene Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel berücksichtigt die Unsicherheit für Messwerte (σ_R), die Serienstreuung des jeweiligen Anlagentyps (σ_P) und die Unsicherheit des Berechnungsmodells (σ_{Prog}). Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt gemäß der oben dargestellten Formel.

Aufgrund der Herstellerangabe ist für σ_P der Wert 1,2 zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Der Wert 105,1 dB(A) ist als Emissionspegel für den Nachtbetrieb unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei den Berechnungen anzusetzen.

Die Oktavbanddaten wurden der Herstellerangabe Nr. „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 entnommen:

Tabelle 3: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 3

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB(A)]	84,7	91,7	95,5	96,4	96,9	95,6	91,3	82,1
Zuschläge gem. LAI 06/2016	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB(A)]	86,8	93,8	97,6	98,5	99,0	97,7	93,4	84,2

4.) Schallreduzierter Betrieb im Mode 4 der exemplarisch geplanten WEA „gepl. WEA STL 2 N133/4.8“ vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeitraum

Die exemplarisch verwendete Windenergieanlage vom Typ N133/4.8 (STE) wurde im Betriebsmodus Mode 4 noch nicht schalltechnisch vermessen. Gemäß den Angaben des Herstellers im Dokument „Oktav-Schallleistungspegel“ mit der Nummer „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 (Dokument s. Anhang), wird als maximaler Geräuschpegel im eingeschränkten Betriebsmodus „Mode 4“ mit einer Nennleistung von 4.380 kW ein Wert von **102,5 dB(A)** in der Ausstattung mit einer Sägezahn hinterkante an den Rotorblättern der geplanten WEA angenommen.

Dieser Wert wird zzgl. eines Zuschlages von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des LAI /6/ als Emissionspegel im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei der Berechnung des Nachtzeitraumes angesetzt.

Die exemplarisch geplante WEA wird in der Berechnung des **Nachtzeitraumes** also mit einem Summenpegel von **104,6 dB (A)** in die Berechnung eingeführt.

Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Die nach /6/ vorgenommene Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel berücksichtigt die Unsicherheit für Messwerte (σ_R), die Serienstreuung des jeweiligen Anlagentyps (σ_P) und die Unsicherheit des Berechnungsmodells (σ_{Prog}). Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt gemäß der oben dargestellten Formel.

Aufgrund der Herstellerangabe ist für σ_P der Wert 1,2 zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Der Wert 104,6 dB(A) ist als Emissionspegel für den Nachtbetrieb unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei den Berechnungen anzusetzen.

Die Oktavbanddaten wurden der Herstellerangabe Nr. „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 entnommen :

Tabelle 4: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 4

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB(A)]	84,2	91,2	95,0	95,9	96,4	95,1	90,8	81,6
Zuschläge gem. LAI 06/2016	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB(A)]	86,3	93,3	97,1	98,0	98,5	97,2	92,9	83,7

5.) Schallreduzierter Betrieb im Mode 5 der exemplarisch geplanten WEA „gepl. WEA STL 3 N133/4.8“ vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeitraum

Die exemplarisch verwendete Windenergieanlage vom Typ N133/4.8 (STE) wurde im Betriebsmodus Mode 5 noch nicht schalltechnisch vermessen. Gemäß Angaben des Herstellers im Dokument „Oktav-Schallleistungspegel“ mit der Nummer „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 (Dokument s. Anhang), wird als maximaler Geräuschpegel im eingeschränkten Betriebsmodus „Mode 5“ mit einer Nennleistung von 4.290 kW ein Wert von **102,0 dB(A)** in der Ausstattung mit einer Sägezahn hinterkante an den Rotorblättern der geplanten WEA angenommen.

Dieser Wert wird zzgl. eines Zuschlages von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des LAI /6/ als Emissionspegel im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei der Berechnung des Nachtzeitraumes angesetzt.

Die exemplarisch geplante WEA wird in der Berechnung des **Nachtzeitraumes** also mit einem Summenpegel von **104,1 dB (A)** in die Berechnung eingeführt.

Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Die nach /6/ vorgenommene Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel berücksichtigt die Unsicherheit für Messwerte (σ_R), die Serienstreuung des jeweiligen Anlagentyps (σ_P) und die Unsicherheit des Berechnungsmodells (σ_{Prog}). Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt gemäß der oben dargestellten Formel.

Aufgrund der Herstellerangabe ist für σ_P der Wert 1,2 zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Der Wert 104,1 dB(A) ist als Emissionspegel für den Nachtbetrieb unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei den Berechnungen anzusetzen.

Die Oktavbanddaten wurden der Herstellerangabe Nr. „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021 entnommen:

Tabelle 5: Verwendete Oktavbanddaten der exemplarisch geplanten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, schallreduzierter Betrieb im Mode 5

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB(A)]	83,7	90,7	94,5	95,4	95,9	94,6	90,3	81,1
Zuschläge gem. LAI 06/2016	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB(A)]	85,8	92,8	96,6	97,5	98,0	96,7	92,4	83,2

6.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 01 E-70 und vorh. WEA 02 E-70“ nachts

Die 2 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 64 m am Standort Hobendiek werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten und der Genehmigung zugrunde liegenden Geräuschemissionsgutachten mit der Berichtsnummer PK 2014007-SLG mit Stand vom 14.02.2014 mit einem Schalleistungspegel von $L_{wA} = 104,2 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Im Geräuschemissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen kein emissionsseitiger Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich bei Vorlage von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des dem Geräuschemissionsgutachten angehängten Dreifachmessberichtes der Firma Windconsult mit der Berichtsnummer 087SE510/02, Stand 02.07.2010, um $0,1 \text{ dB(A)}$ auf den im Geräuschemissionsgutachten berücksichtigten Schalleistungspegel von $L_{wA} = 104,2 \text{ dB(A)}$ skaliert.

Gem. den Aussagen der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, soll für diese vorhandenen WEA abweichend von der dafür vorliegenden Genehmigung noch ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt werden. Der Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich wird in Absprache mit dem LK Wesermarsch aus der in den o.g. Dreifachmessbericht angegebenen Standardabweichung für den Schalleistungspegel von $L_{wA} = 104,2 \text{ dB(A)}$ gebildet.

Aufgrund der ermittelten Standardabweichung von $s = 0,2$ aus dem Dreifachmessbericht ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schalleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von $1,5 \text{ dB(A)}$:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 0,2^2 + 1^2} \approx 1,14$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,14 = \sim 1,5 \text{ dB(A)}$$

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schalleistungspegel von $L_{wA} = 105,7 \text{ dB(A)}$ inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 6: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 01 E-70 und vorh. WEA 02 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht WICO 087SE050/2 [dB(A)]	87,6	94,8	97,6	98,4	97,6	94,1	90,0	84,2
Skalierungsfaktor [dB]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht WICO 087SE050/2 skaliert [dB(A)]	87,7	94,9	97,7	98,5	97,7	94,2	90,1	84,3
Zuschläge gem. LAI 06/2016	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Oktavband L_{WA} mit Zuschläge aus Bericht WICO 087SE050/2 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	89,2	96,4	99,2	100,0	99,2	95,7	91,6	85,8

7.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Vestas V39 „vorh. WEA 03 V39“ nachts

Die vorhandene WEA vom Typ Vestas V39 mit einer Nabenhöhe von 40,5 m am Standort Hobendiek wird wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer PK 2014007-SLG, Stand vom 14.02.2014, mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} = 100,1$ dB(A) berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde diese WEA als Vorbelastung angesetzt. Dabei wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen kein emissionsseitiger Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt. Der Schallleistungspegel der WEA wurde aus Messbericht Windtest WT 263/94 mit Stand 06.01.1996 abgeleitet. Da die Anlage jedoch nur bis 8m/s in 10 m Höhe vermessen wurde, wurde noch ein üblicher Zuschlag von 3 dB(A) für die Umrechnung der Windgeschwindigkeit auf 10 m/s berücksichtigt.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahrens /17/ wird der im vorhandenen Geräuschimmissionsgutachten angegebene Schallleistungspegel von insgesamt $L_{WA} = 103,1$ dB(A) berücksichtigt. Mithilfe des Referenzspektrums wurden aus dem Schalleistungspegel die Oktavbanddaten je Frequenz erzeugt und in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt, da im vorliegenden Messbericht Windtest WT 263/94 mit Stand 06.01.1996 keine Oktavbanddaten aufgeführt sind.

Gem. den Aussagen der Genehmigungsbehörde LK Wesermarsch soll für diese vorhandene WEA abweichend von der dafür vorliegenden Genehmigung noch ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt werden. Der Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich wird in Absprache mit dem LK Wesermarsch gemäß LAI /6/ für eine einfach vermessene Anlage gebildet.

Die Unsicherheit der Serienstreuung wird gem. LAI /6/ mit $\sigma_p = 1,2$ dB berücksichtigt. Hieraus ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von $L_{\text{WA}} = 105,2$ dB(A) inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 7: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 03 V39, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Schallleistungspegel gem. PK 2014007-SLG L_{WA} [dB(A)]	100,1	100,1	100,1	100,1	100,1	100,1	100,1	100,1
Referenzspektrum $L_{\text{WA,norm}}$ [dB]	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9
Oktavband L_{WA} [dB]	79,8	88,2	92,4	94,6	94,1	92,1	88,1	77,2
Zuschlag 8 auf 10 m/s [dB]	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Zuschläge gem. LAI 06/2016 [dB]	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} gem. PK 2014007-SLG inkl. Zuschläge [dB(A)]	84,9	93,3	97,5	99,7	99,2	97,2	93,2	82,3

8.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-82 E2 „vorh. WEA 04 E-82 und vorh. WEA 05 E-82“ nachts

Die 2 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-82 E2 mit einer Nabenhöhe von 85 m am Standort Ahndeich werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten und der Genehmigung zugrunde liegenden Stellungnahme Berichtsnummer 2766-17-L1_01_01 mit Stand vom 11.07.2017 zum Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 2766-11-L1 mit Stand vom 18.03.2011 mit einem Schallleistungspegel von $L_{\text{WA}} = 99,0$ dB(A) berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals

geltenden Berechnungsgrundlagen ein emissionsseitiger Zuschlag von 2,0 dB(A) für den oberen Vertrauensbereich bei Berücksichtigung eines Messbericht vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des der Stellungnahme angehängten Messberichtes der Firma Kötter mit der Berichtsnummer 212237-02.04, Stand 07.04.2014, um 1,8 dB(A) auf den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von $L_{WA} = 99,0$ dB(A) skaliert.

In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, wird auch weiterhin der Zuschlag aus den o.g. Geräuschimmissionsgutachten für den oberen Vertrauensbereich angesetzt.

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von $L_{WA} = 101,0$ dB(A) inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 8: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 04 E-82 und vorh. WEA 05 E-82, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht Kötter 212237-02.02 [dB(A)]	80,8	87,3	89,4	90,4	91,8	88,9	83,5	79,7
Skalierungsfaktor [dB]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht Kötter 212237-02.02 skaliert [dB(A)]	82,6	89,1	91,2	92,2	93,6	90,7	85,3	81,5
Zuschläge gem. 2766-11-L1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Oktavband L_{WA} mit Zuschläge aus Bericht Kötter 212237-02.02 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	84,6	91,1	93,2	94,2	95,6	92,7	87,3	83,5

9.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 06 E-70 bis vorh. WEA 11 E-70“ nachts

Die 6 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 85 m am Standort Ahndeich werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten und der Genehmigung von zwei der sechs WEA zugrunde liegenden Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 2766-11-L1 mit Stand vom 18.03.2011 mit einem Schalleistungspegel von $L_{wA} = 96,5 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen ein emissionsseitiger Zuschlag von $2,0 \text{ dB(A)}$ für den oberen Vertrauensbereich der sechs WEA bei Berücksichtigung eines Messberichtes vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des dem Geräuschimmissionsgutachten angehängten Messberichtes der Firma Kötter mit der Berichtsnummer 28277-1.00, Stand 08.11.2004, um $0,1 \text{ dB(A)}$ auf den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schalleistungspegel von $L_{wA} = 96,5 \text{ dB(A)}$ skaliert.

In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde LK Wesermarsch wird auch weiterhin der Zuschlag aus den o.g. Geräuschimmissionsgutachten für den oberen Vertrauensbereich angesetzt.

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schalleistungspegel von $L_{wA} = 98,5 \text{ dB(A)}$ inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 9: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 06 E-70 bis vorh. WEA 11 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht Kötter 28277-1.001 [dB(A)]	80,3	86,5	90,7	91,7	88,8	85,3	79,1	70,7
Skalierungsfaktor [dB]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht Kötter 28277-1.001 skaliert [dB(A)]	80,4	86,6	90,8	91,8	88,9	85,4	79,2	70,8
Zuschläge gem. 2766-11-L1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Oktavband LWA mit Zuschläge aus Bericht Kötter 28277-1.001 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	82,4	88,6	92,8	93,8	90,9	87,4	81,2	72,8

10.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 12 E-70 und vorh. WEA 19 E-70“ nachts

Die 2 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 85 m am Standort Ahndeiich werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 2766-11-L1, Stand vom 18.03.2011, mit einem Schallleistungspegel von $L_{wA} = 104,5 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen kein emissionsseitiger Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich bei Vorlage von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des vorliegenden Dreifachmessbericht der Firma Windconsult mit der Berichtsnummer 087SE510/02, Stand 02.07.2010, um 0,4 dB(A) auf den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von $L_{wA} = 104,5 \text{ dB(A)}$ skaliert.

Da dem Geräuschimmissionsgutachten nur drei einzelne Messungen angehängt sind wird auf den o.g. Messbericht zurückgegriffen.

Gem. den Aussagen der Genehmigungsbehörde LK Wesermarsch soll für diese vorhanden WEA abweichend von der dafür vorliegenden Genehmigung noch ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt werden. Der Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich wird in Absprache mit dem LK Wesermarsch aus der in den o.g. Dreifachmessbericht angegebenen Standardabweichung für den Schallleistungspegel von $L_{wA} = 104,2 \text{ dB(A)}$ gebildet.

Aufgrund der ermittelten Standardabweichung von $s = 0,2$ ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 0,2^2 + 1^2} \approx 1,14$$
$$\Delta L = 1,28 \times 1,14 = \sim 1,5 \text{ dB(A)}$$

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von $L_{wA} = 106,0 \text{ dB(A)}$ inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 10: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 12 E-70 und vorh. WEA 19 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht WICO 087SE510/2 [dB(A)]	87,6	94,8	97,6	98,4	97,6	94,1	90,0	84,2
Skalierungsfaktor [dB]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht WICO 087SE510/2 skaliert [dB(A)]	88,0	95,2	98,0	98,8	98,0	94,5	90,4	84,6
Zuschläge gem. LAI 06/2016	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Oktavband LWA mit Zuschläge aus Bericht WICO 087SE510/2 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	89,5	96,7	99,5	100,3	99,5	96,0	91,9	86,1

11.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 13 E-70 und vorh. WEA 15 E-70“ nachts

Die 2 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 85 m am Standort Ahndeiح werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 2766-11-L1, Stand vom 18.03.2011, mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} = 103,0$ dB(A) berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen kein emissionsseitiger Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich bei Vorlage von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des vorliegenden Dreifachmessbericht der Firma Müller BBM mit der Berichtsnummer M62 910/3, Stand 06.02.2006, um 1,1 dB(A) auf den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von $L_{WA} = 103,0$ dB(A) skaliert. Da dem Geräuschimmissionsgutachten keine Messberichte angehängt sind, wird auf den o.g. Messbericht zurückgegriffen.

Gem. den Aussagen der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, soll für diese vorhandenen WEA abweichend von der dafür vorliegenden Genehmigung noch ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt werden. Der Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich wird, in Absprache mit dem LK Wesermarsch, aus der in den o.g. Dreifachmessbericht angegebenen Standardabweichung für den Schalleistungspegel von $L_{wA} = 101,9 \text{ dB(A)}$ gebildet.

Aufgrund der ermittelten Standardabweichung von $s = 0,2$ ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schalleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von $1,5 \text{ dB(A)}$:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 0,2^2 + 1^2} \approx 1,14$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,14 = \sim 1,5 \text{ dB(A)}$$

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schalleistungspegel von $L_{wA} = 104,5 \text{ (A)}$ inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schalleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 11: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 13 E-70 und vorh. WEA 15 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht M62 910/3 [dB(A)]	84,1	92,3	95,9	96,7	95,3	90,7	83,6	76,7
Skalierungsfaktor [dB]	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht M62 910/3 skaliert [dB(A)]	85,2	93,4	97,0	97,8	96,4	91,8	84,7	77,8
Zuschläge gem. LAI 06/2016	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Oktavband LWA mit Zuschläge aus Bericht M62 910/3 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	86,7	94,9	98,5	99,3	97,9	93,3	86,2	79,3

12.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-48 „vorh. WEA 14 E-48, vorh. WEA 16 E-48 bis vorh. WEA 18 E-48“ nachts

Die 4 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-48 mit 50 m Nabenhöhe am Standort Ahndeiich werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 2766-11-L1, Stand vom 18.03.2011, mit einem Schalleistungspegel von $L_{wA} = 102,5 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen kein emissionsseitiger Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich bei Vorlage von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des vorliegenden Dreifachmessbericht der Firma Müller BBM mit der Berichtsnummer M64 550/9, Stand 27.04.2007, um $0,2 \text{ dB(A)}$ auf den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schalleistungspegel von $L_{wA} = 102,5 \text{ dB(A)}$ skaliert. Da dem Geräuschimmissionsgutachten keine Messungen angehängt sind, wird auf den o.g. Messbericht zurückgegriffen.

Gem. den Aussagen der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, soll für diese vorhanden WEA abweichend von der dafür vorliegenden Genehmigung noch ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt werden. Der Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich wird, in Absprache mit dem LK Wesermarsch, aus der in den o.g. Dreifachmessbericht angegebenen Standardabweichung für den Schalleistungspegel von $L_{wA} = 101,2 \text{ dB(A)}$ gebildet.

Aufgrund der ermittelten Standardabweichung von $s = 0,5$ ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schalleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von $1,6 \text{ dB(A)}$:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 0,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$
$$\Delta L = 1,28 \times 1,22 = \sim 1,6 \text{ dB(A)}$$

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schalleistungspegel von $L_{wA} = 104,1 \text{ (A)}$ inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 12: Verwendete Oktavbanddaten der 4 bestehenden WEA vorh. WEA 14 E-48, vorh. WEA 16 E-48 bis vorh. WEA 18 E-48, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht M64 550/9 [dB(A)]	85,3	92,7	97,8	97,4	93,5	88,2	85,3	77,8
Skalierungsfaktor [dB]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Oktavband LWA ohne Zuschläge aus Bericht M64 550/9skaliert [dB(A)]	85,5	92,9	98,0	97,6	93,7	88,4	85,5	78,0
Zuschläge gem. LAI 06/2016	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Oktavband LWA mit Zuschläge aus Bericht WICO M64 550/9 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	87,1	94,5	99,6	99,2	95,3	90,0	87,1	79,6

13.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Vestas V39 „vorh. WEA 03 V39“ nachts

Die vorhandene WEA vom Typ Vestas V39 mit 40,5 m Nabenhöhe am Standort Düddingen wird wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 3813-16-L1 mit Stand vom 19.07.2016 mit einem Schallleistungspegel von $L_{wA} = 101,7$ dB(A) berücksichtigt. Dabei wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen kein emissionsseitiger Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahrens /17/ werden aus dem im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von insgesamt $L_{wA} = 103,1$ dB(A) mithilfe des Referenzspektrums die Oktavbanddaten je Frequenz erzeugt und in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt, da im vorliegenden Messbericht Windtest WT 263/94 mit Stand 06.01.1996 keine Oktavbanddaten aufgeführt sind.

Gem. den Aussagen der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, soll für diese vorhandene WEA abweichend von der dafür vorliegenden Genehmigung noch ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt werden. Der Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich wird, in Absprache mit dem LK Wesermarsch, gemäß LAI /6/ für eine einfach Vermessene Anlage gebildet.

Die Unsicherheit der Serienstreuung wird gem. LAI /6/ mit $\sigma_p = 1,2$ dB berücksichtigt. Hieraus ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von $L_{\text{WA}} = 103,8$ dB(A) inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 13: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 20 V39, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Schallleistungspegel gem. 3813-16-L1 L_{WA} [dB(A)]	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7
Referenzspektrum $L_{\text{WA,norm}}$ [dB]	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-22,9
Oktavband L_{WA} [dB]	81,4	89,8	94,0	96,2	95,7	93,7	89,7	78,8
Zuschläge gem. LAI 06/2016 [dB]	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} gem. 3813-16-L1 inkl. Zuschläge [dB(A)]	83,5	91,9	96,1	98,3	97,8	95,8	91,8	80,9

14.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 21 E-70“ nachts

Die vorhandene WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 64 m am Standort Düddingen werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten und der Genehmigung zugrunde liegenden Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 3813-16-L1, Stand vom 19.07.2016, mit einem Schallleistungspegel von $L_{\text{WA}} = 104,2$ dB(A) berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen ein emissionsseitiger Zuschlag von 2,0 dB(A) für den oberen Vertrauensbereich bei Berücksichtigung von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des vorliegenden, dem Geräuschimmissionsgutachtens angehängten Dreifachmessbericht der Firma Windconsult mit der Berichtsnummer 087SE510/02, Stand 02.07.2010, um 0,1 dB(A) auf den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von $L_{\text{WA}} = 104,2$ dB(A) skaliert.

In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, wird auch weiterhin der Zuschlag aus den o.g. Geräuschimmissionsgutachten für den oberen Vertrauensbereich angesetzt.

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von $L_{WA} = 106,2\text{dB(A)}$ inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 14: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 21 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht WICO 087SE510/02 [dB(A)]	87,6	94,8	97,6	98,4	97,6	94,1	90,0	84,2
Skalierungsfaktor [dB]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht Bericht 087SE510/02 skaliert [dB(A)]	87,7	94,9	97,7	98,5	97,7	94,2	90,1	84,3
Zuschläge gem. 3813-16-L1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Oktavband L_{WA} mit Zuschläge aus Bericht Bericht WICO 087SE510/02 skaliert inkl. Zuschläge [dB(A)]	89,7	96,9	99,7	100,5	99,7	96,2	92,1	86,3

15.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 22 E-70 und vorh. WEA 24 E-70“ nachts

Die 2 vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 64 m am Standort Düddingen werden wie in dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten und der Genehmigung zugrunde liegenden Geräuschemissionsgutachten mit der Berichtsnummer 3813-16-L1, Stand vom 19.07.2016, mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} = 101,8\text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Im Geräuschemissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen ein emissionsseitiger Zuschlag von 2,0 dB(A) für den oberen Vertrauensbereich bei Berücksichtigung von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des vorliegenden, dem Geräuschemissionsgutachtens angehängten Dreifachmessberichtes der Firma Müller BBM mit der Berichtsnummer M62 910/3, Stand 06.02.2006, für den im

Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von $L_{WA} = 104,2$ dB(A) berücksichtigt.

In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, wird auch weiterhin der Zuschlag aus den o.g. Geräuschimmissionsgutachten für den oberen Vertrauensbereich angesetzt.

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von $L_{WA} = 103,8$ dB(A) inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 15: Verwendete Oktavbanddaten der 2 bestehenden WEA vorh. WEA 22 E-70 und vorh. WEA 24 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht BBM M62 910/3 [dB(A)]	84,0	92,2	95,8	96,6	95,2	90,6	83,5	76,6
Zuschläge gem. 3813-16-L1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Oktavband L_{WA} mit Zuschläge aus Bericht Bericht BBM M62 910/3inkl. Zuschläge [dB(A)]	86,0	94,2	97,8	98,6	97,2	92,6	85,5	78,6

16.) Betrieb der vorhandenen WEA vom Typ Enercon E-70 E4 „vorh. WEA 23 E-70“ nachts

Die vorhandene WEA vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Nabenhöhe von 64 m am Standort Düddingen werden mit dem von der Genehmigungsbehörde zur Verfügung gestellten und der Genehmigung zugrunde liegenden Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 3813-16-L1 mit Stand vom 19.07.2016 mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} = 96,4$ dB(A) berücksichtigt. Im Geräuschimmissionsgutachten wurde gem. den damals geltenden Berechnungsgrundlagen ein emissionsseitiger Zuschlag von 2,2 dB(A) für den oberen Vertrauensbereich bei Berücksichtigung von drei Messberichten vergeben.

Für die frequenzabhängige Berechnung gem. Interimsverfahren /17/ werden die Oktavbänder des vorliegenden, dem Geräuschimmissionsgutachtens angehängten Dreifachmessberichtes der Firma Kötter mit der Berichtsnummer 228277-1.001, Stand 08.11.2004, für den im Geräuschimmissionsgutachten berücksichtigten Schallleistungspegel von $L_{WA} = 104,2$ dB(A) berücksichtigt. In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde, LK Wesermarsch, wird auch weiterhin der Zuschlag aus den o.g. Geräuschimmissionsgutachten für den oberen Vertrauensbereich angesetzt.

Es ergibt sich somit ein zu berücksichtigender Schalleistungspegel von $L_{WA} = 98,6$ (A) inkl. aller Zuschläge.

Folgende Oktavband-Schalleistungspegel wurden in das Berechnungsprogramm windPRO eingepflegt:

Tabelle 16: Verwendete Oktavbanddaten der bestehenden WEA vorh. WEA 23 E-70, Nachtzeit

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge aus Bericht Kötter 228277-1.001 [dB(A)]	80,3	86,5	90,7	91,7	88,8	85,3	79,1	70,7
Zuschläge gem. 3813-16-L1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Oktavband L_{WA} mit Zuschläge aus Bericht Bericht Kötter 228277- 1.001 inkl. Zuschläge [dB(A)]	82,5	88,7	92,9	93,9	91,0	87,5	81,3	72,9

17.) Volllastbetrieb der exemplarisch beantragten WEA „beantr. WEA 25 N133/4.8 bis beantr. WEA 31 N133/4.8“ vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeitraum

Die betriebsweisen der 7 beantragten Windenergieanlagen vom exemplarischen Typen Nordex N133/4.8 (STE) sind aus vorangegangenen Berechnungen an dem Standort bekannt. Der exemplarisch verwendete Windenergieanlagentyp, wurde im Volllastbetrieb noch nicht schalltechnisch vermessen. Gemäß den Angaben des Herstellers im Dokument „Oktav-Schalleistungspegel“ mit der Nummer „F008_272_A19_IN“, Rev. 04 vom 19.05.2021, Dokument s. Anhang, wird als maximaler Geräuschpegel im uneingeschränkten Betriebsmodus Mode 0 mit einer Nennleistung von 4.800 kW ein Wert von **104,5 dB(A)** in der Ausstattung mit einer Sägezahn hinterkante an den Rotorblättern der geplanten WEA angenommen.

Dieser Wert wird zzgl. eines Zuschlages von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen des LAI /6/ als Emissionspegel im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei der Berechnung des Nachtzeitraumes angesetzt.

Die exemplarisch beantragten WEA werden in der Berechnung des **Nachtzeitraumes** also mit einem Summenpegel von **106,6 dB (A)** in die Berechnung eingeführt.

Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Die nach /6/ vorgenommene Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel berücksichtigt die Unsicherheit für Messwerte (σ_R), die Serienstreuung des jeweiligen Anlagentyps (σ_P) und die Unsicherheit des Berechnungsmodells (σ_{Prog}). Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt gemäß der oben dargestellten Formel.

Aufgrund der Herstellerangabe ist für σ_p der Wert 1,2 zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit der einleitend genannten Formel ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1^2} \approx 1,64$$

$$\Delta L = 1,28 \times 1,64 = \sim 2,1 \text{ dB(A)}$$

Der Wert 106,6dB(A) ist als Emissionspegel für den Nachtbetrieb unter der Verwendung von Oktavbanddaten bei den Berechnungen anzusetzen.

Die Oktavbanddaten wurden der Herstellerangabe Nr. „F008_272_A19_IN“, Rev. 04, vom 19.05.2021 entnommen:

Tabelle 17: Verwendete Oktavbanddaten der 7 exemplarisch beantragten WEA vom Typ Nordex N133/4.8 (STE), Nachtzeit, Vollastmodus Mode 0

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB(A)]	86,2	93,2	97,0	97,9	98,4	97,1	92,8	83,6
Zuschläge gem. LAI 06/2016	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB(A)]	88,3	95,3	99,1	100,0	100,5	99,2	94,9	85,7

Die wichtigsten, für die Prognoseberechnung erforderlichen Daten der untersuchten Windenergieanlagen folgen im Überblick:

Tabelle 18: Für die Prognoseberechnung erforderliche Daten der berücksichtigten WEA

Parameter	1 gepl. WEA (gepl. WEA STL 5 N133/4.8)	2 gepl. WEA (gepl. WEA STL 1 N133/4.8 und gepl. WEA STL 4 N133/4.8)	1 gepl. WEA (gepl. WEA STL 2 N133/4.8)
WEA - Typ	Nordex N133/4.8 (TES)	Nordex N133/4.8 (TES)	Nordex N133/4.8 (TES)
Nennleistung	reduziert auf 4.580 kW (Mode 2)	reduziert auf 4.480 kW (Mode 3)	reduziert auf 4.380 kW (Mode 4)
Rotordurchmesser	133,2 m	133,2 m	133,2 m
Nabenhöhe	125,4 m	125,4 m	125,4 m
Vermessung Schall	Herstellerangabe	Herstellerangabe	Herstellerangabe
max. Schallpegel	103,5 dB(A)	103,0 dB(A)	102,5 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag 8 m/s auf 10 m/s	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,1 dB(A)	2,1 dB(A)	2,1 dB(A)
Summe	105,6 dB(A)	105,1 dB(A)	104,6 dB(A)

Parameter	1 gepl. WEA (gepl. WEA STL 3 N133/4.8)	2 vorh. WEA (vorh. WEA 01 E-70 und vorh. WEA 02 E- 70)	1 vorh. WEA (vorh. WEA 03 V39)
WEA - Typ	Nordex N133/4.8 (TES)	Enercon E-70 E4	Vestas V39
Nennleistung	reduziert auf 4.290 kW (Mode 5)	2.300 kW	500 kW
Rotordurchmesser	133,2 m	71,0 m	40,5 m
Nabenhöhe	125,4 m	64,0 m	39,0 m
Vermessung Schall	Herstellerangabe	WICO 087SE510/02	-
max. Schallpegel	102,0 dB(A)	104,2 dB(A)	100,1 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag 8 m/s auf 10 m/s	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	3,0 dB(A)
Zuschlag	2,1 dB(A)	1,5 dB(A)	2,1 dB(A)
Summe	104,1dB(A)	105,7 dB(A)	105,2 dB(A)

Parameter	2 vorh. WEA (vorh. WEA 04 E-82 und vorh. WEA 05 E- 82)	6 vorh. WEA (vorh. WEA 06 E-70 bis vorh. WEA 11 E- 70)	2 vorh. WEA (vorh. WEA 12 E-70 und vorh. WEA 19 E- 70)
WEA - Typ	Enercon E-82 E2	Enercon E-70 E4	Enercon E-70 E4
Nennleistung	2.300 kW	2.300 kW	2.300 kW
Rotordurchmesser	82,0 m	71,0 m	71,0 m
Nabenhöhe	85,0 m	85,0 m	85,0 m
Vermessung Schall	Kötter 212237-02.04	Kötter 28277-1.001	WICO 087SE510/2
max. Schallpegel	99,0 dB(A)	96,5 dB(A)	104,5 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag 8 m/s auf 10 m/s	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,0 dB(A)	2,0 dB(A)	1,5 dB(A)
Summe	101,0 dB(A)	98,5 dB(A)	106,0 dB(A)

Parameter	2 vorh. WEA (vorh. WEA 13 E-70 und vorh. WEA 15 E-70)	4 vorh. WEA (vorh. WEA 14 E-48, vorh. WEA 16 E-48 bis vorh. WEA 18 E-48)	1 vorh. WEA (vorh. WEA 20 V39)
WEA - Typ	Enercon E-70 E4	Enercon E-48	Vestas V39
Nennleistung	2.300 kW	800 kW	500 kW
Rotordurchmesser	71,0 m	48,0 m	40,5 m
Nabenhöhe	85,0 m	50,0 m	39,0 m
Vermessung Schall	Müller BBM M62 910/3	Müller BBM M64 550/9	-
max. Schallpegel	103,0 dB(A)	102,5 dB(A)	100,7 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag 8 m/s auf 10 m/s	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	1,5 dB(A)	1,6 dB(A)	2,1 dB(A)
Summe	104,5 dB(A)	104,1 dB(A)	103,8 dB(A)

Parameter	1 vorh. WEA (vorh. WEA 21 E-70)	2 vorh. WEA (vorh. WEA 22 E-70 und vorh. WEA 24 E-70)	1 vorh. WEA (vorh. WEA 23 E-70)
WEA - Typ	Enercon E-70 E4	Enercon E-70 E4	Enercon E-70 E4
Nennleistung	2.300 kW	2.300 kW	2.300 kW
Rotordurchmesser	71,0 m	71,0 m	71,0 m
Nabenhöhe	64,0 m	64,0 m	64,0 m
Vermessung Schall	WICO 087SE050/2	Müller BBM M62 910/3	Kötter 228277-1.001
max. Schallpegel	104,2 dB(A)	101,8 dB(A)	96,4 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag 8 m/s auf 10 m/s	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,0 dB(A)	2,0 dB(A)	2,2 dB(A)
Summe	106,2 dB(A)	103,8 dB(A)	98,6 dB(A)

Parameter	7 beantr. WEA (beantr. WEA 01 N133/4.8 bis beantr. WEA 07 N133/4.8)
WEA - Typ	Nordex N133/4.8 (TES)
Nennleistung	4.800 kW
Rotordurchmesser	133,2 m
Nabenhöhe	125,4 m
Vermessung Schall	Herstellerangabe
max. Schallpegel	104,5 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)
Zuschlag 8 m/s auf 10 m/s	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,1 dB(A)
Summe	106,6 dB(A)

5 Infraschall

Als Infraschall wird der Bereich des Lärmspektrums unterhalb einer Frequenz von 20 Hz definiert /7/. Es gibt verschiedene natürliche Quellen und künstliche Quellen, welche Infraschall verursachen können. Zu den natürlichen Quellen gehören zum Beispiel Vulkaneruptionen, Meeresbrandung, starker Wind, Gewitter etc. Zu den künstlichen Quellen zählen zum Beispiel Verkehrsmittel (Auto, Bus, Bahn, Flugzeug), Pumpen, Kompressoren, Sprengungen etc.

Es ist in der Regel feststellbar, dass auch im Lärmspektrum der Windenergieanlagen Infraschall vorkommt /7/ /8/. Schall in diesem Frequenzbereich kann gesundheitsgefährdend für Menschen sein, wenn dieser „gehört“ bzw. wahrgenommen werden kann. Bei sehr hohen Schalleistungspegeln kann Infraschall wahrgenommen werden. Er kann bei den Betroffenen zu Ohrendruck, Konzentrationsschwierigkeiten, Unsicherheits- und Angstgefühlen kommen /8/. Liegt der Pegel allerdings unterhalb der Wahrnehmungs- bzw. Hörschwelle, konnten in Studien bisher keine Herz-Kreislauf-Probleme oder andere Symptome an Menschen nachgewiesen werden /7/. Für die Beurteilung, ob ein relevanter, gesundheitsgefährdender Infraschall auftritt, ist also entscheidend mit welchen Pegeln (Schallstärke) Frequenzen im Infraschallbereich auftreten. Gemäß der DIN 45680 und dem Entwurf der DIN 45680 von 2011 sind in der folgenden Tabelle die Wahrnehmungs- und Hörschwellen im Infraschall-Frequenzbereich aufgeführt.

Tabelle 19: Wahrnehmungs- und Hörschwellen im Infraschallbereich gem. DIN 45680 /9/

Frequenz	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Hörschwelle	103 dB	95 dB	87 dB	79 dB	71 dB
Wahrnehmungsschwelle	100 dB	92 dB	84 dB	76 dB	68,5 dB

Aus der Tabelle wird der physiologische Zusammenhang wie folgt ersichtlich: Je tiefer die Frequenz, desto höher muss der Schalldruckpegel sein, damit der Mensch etwas wahrnimmt und ggf. negative Wirkungen entstehen. Um also Schall im Frequenzbereich von 8 Hz wahrzunehmen, muss der Schalleistungspegel mind. 100 dB betragen.

In einer Studie des bayrischen Landesamtes für Naturschutz wurde der Infraschallpegel einer 1 MW-Windenergieanlage (Nordex N54) in 250 m Entfernung gemessen /7//10/. In der nachfolgenden Grafik wird deutlich, dass die gemessenen Infraschallpegel alle deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle liegen (vgl. Abb. 1). Die Messungen haben außerdem ergeben, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten der durch den Wind verursachte Infraschall deutlich stärker ist, als der ausschließlich von der Windenergieanlage erzeugte Infraschall /10/ /7/.

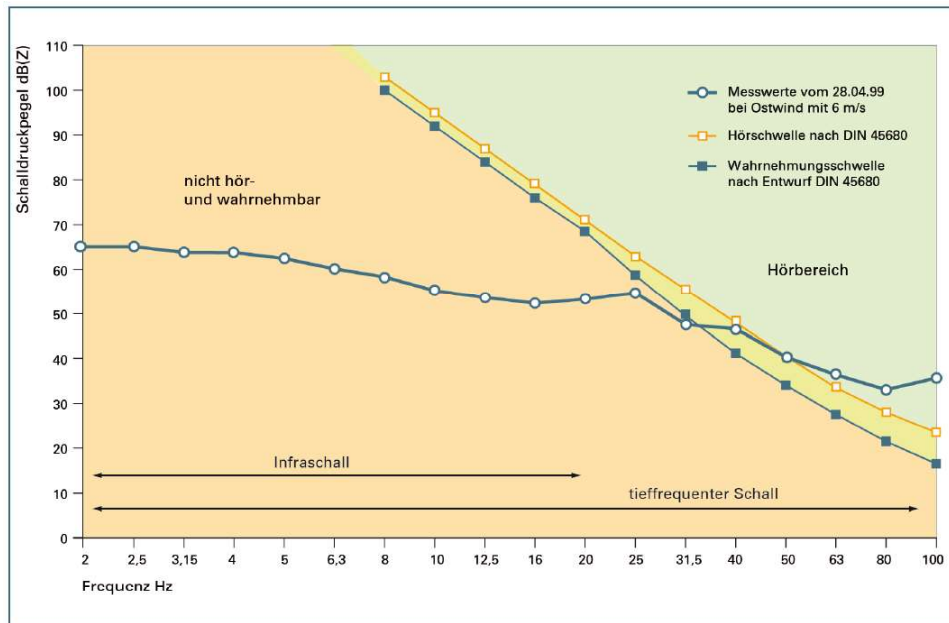


Abbildung 1: Messung des Infraschallpegels in 250 m Entfernung einer Nordex N54 (LfU Bayern 2014 /7/)

Da neu geplante Windenergieanlagen in der Regel nicht weniger als 500 m von den nächstgelegenen Wohnbebauung entfernt liegen, kann davon ausgegangen werden, dass der Infraschallpegel in 500 m Entfernung gemäß der Gesetzmäßigkeit (doppelte Entfernung = Verringerung des Pegels um 6 dB(A)) keinen relevanten Einfluss auf die nächstgelegene Wohnbebauung ausüben würden.

In einer weiteren Studie wurden Daten von 48 Windenergieanlagen unterschiedlicher Leistungsklassen (80 kW bis 3,6 MW) hinsichtlich tieffrequenter Geräusche untersucht /13/. Hier wurde festgestellt, dass die größeren WEA (2,3 MW bis 3,6 MW) einen etwas höheren tieffrequenten Anteil als kleinere WEA (< 2,0 MW) aufweisen. Aber auch diese Studie kommt zu dem Ergebnis, dass der von allen untersuchten Anlagen verursachte, gemessene Infraschall weit unterhalb des normalen Hörempfindens liegt und somit keine relevante Rolle spielt /13/.

Zu dem gleichen Ergebnis kommt die Fa. Kötter Consulting Engineers. Es wurden Immissionsmessungen außerhalb und innerhalb eines Wohnhauses vorgenommen, um den Einfluss der Geräuschimmissionen eines Windparks mit WEA des Typs Südwind S77 zu überprüfen. In 600 m Entfernung zur nächstgelegenen WEA konnte vor dem Wohnhaus bei Frequenzen unterhalb von 10 Hz und in den Räumen des Hauses kein nennenswerter Unterschied zwischen Hintergrundgeräusch und Betriebsgeräusch der WEA gemessen werden. Hierbei wird deutlich, dass auch ohne, dass der Windpark in Betrieb ist, ein gewisser infrafrequenter Anteil gemessen wurde, welcher sich durch den Betrieb der Windenergieanlagen nicht relevant erhöht (vgl. Abb. 2). In der Grafik wird auch deutlich, dass die infrafrequenten Schallpegel alle deutlich unterhalb der Hörschwelle liegen /11/.

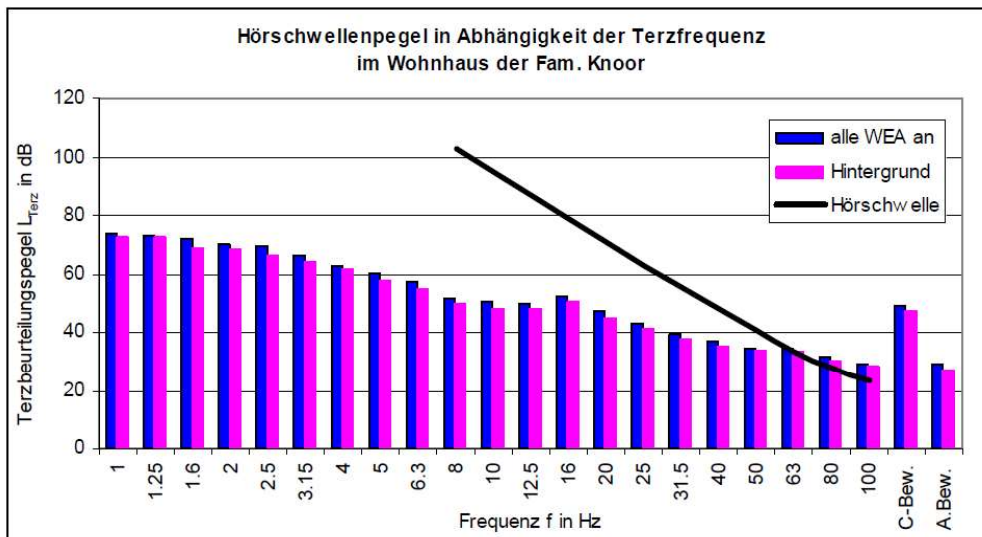


Abbildung 2: Ergebnisse der Immissionsmessung durch Kötter Consulting Engineers /11/

Auch wenn nicht jeder WEA-Typ bezüglich der tieffrequenten Geräuschanteile vermessen wurde, gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand keinen Anlass zu der Annahme, dass es sich bei den aktuell geplanten Anlagen (Nordex N133/4.8 (STE)) grundsätzlich anders verhält als bei den hier vorgestellten Untersuchungsergebnissen. Somit ist nicht zu erwarten, dass von den im hier vorliegenden Gutachten betrachteten Windenergieanlagen relevante oder gesundheitsschädigende Schallemissionen durch tieffrequente Geräuschanteile ausgehen.

Ein verbreitete Annahme bei dem Thema Infraschall und Windenergieanlagen ist, dass die tieffrequenten Anteile des Schalls mit zunehmender Entfernung nicht oder kaum vermindert werden und somit auf eine sehr große Distanz noch in voller Stärke vorhanden sind. Es ist physikalisch korrekt, dass der tieffrequente Schall im Vergleich zu hochfrequenten Geräuschen aufgrund der großen Wellenlänge (z.B. bei 10 Hz ist die Wellenlänge 34 m) weniger bis kaum von Boden, Luft oder Hindernisse und Bewuchs gedämpft wird /8/. Trotzdem nimmt auch der langwellige tieffrequente Schall gemäß der geometrischen Gesetzmäßigkeiten auf große Entfernung hin ab: Wie schon erwähnt, nimmt mit einer Verdopplung der Entfernung auch der langwellige tieffrequente Schallpegel gesetzmäßig um 6 dB ab /7/. Es liegt also eine Abnahme der Stärke des Infraschalls mit zunehmender Entfernung vor, auch wenn sie wegen der geringeren Dämpfung geringer ist als bei den hochfrequenten Schallanteilen.

Neben Windenergieanlagen ist im täglichen Umfeld eine Vielzahl von natürlichen oder künstlichen Quellen für Infraschall verantwortlich, deren Schallpegel teilweise sogar deutlich höher sein können, als die von Windenergieanlagen erzeugten. Es ist also unumgänglich, dass Menschen täglich, unabhängig von Windenergieanlagen, in Kontakt mit Infraschall aus verschiedenen Quellen (zum Beispiel Auto fahren, starker Wind) kommen. Im Falle des Autofahrens wird Infraschall durch die Motoren und je nach Geschwindigkeit auch durch den Fahrtwind erzeugt und wirkt unmittelbar während der Fahrt auf die Insassen ein. Die nachfolgende Grafik zeigt den durch Windenergieanlagen und beim Autofahren im PKW-Innenraum erzeugten Infraschall im Vergleich:

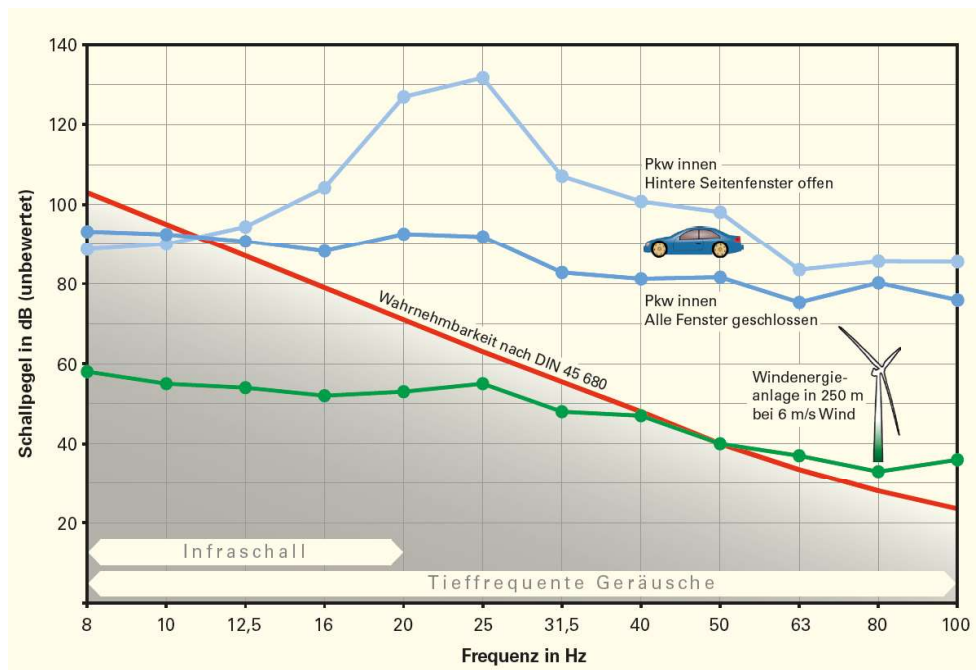


Abbildung 3: Infraschall von WEA und PKW im Vergleich (LUBW & LGA Baden-Württemberg (Darstellung) /12/ und LfU Bayern (Daten) /7/)

In der Grafik wird ersichtlich, dass die tieffrequenten Geräusche beim Autofahren aufgrund der höheren Schallpegel schon bei deutlich geringeren Frequenzen im Bereich des Infraschalls wahrnehmbar sind, als bei Windenergieanlagen. Es ist jedoch nicht bekannt, dass aufgrund der hohen Infraschallpegel durch Kraftfahrzeuge gemäß der dargelegten Annahmen (hoher Infraschall = Gesundheitsschädigung) PKW- und LKW-Fahrer, insbesondere natürlich die Berufskraftfahrer, durch dauerhafte unmittelbare Einwirkung ohne einen mindernden Abstand durch das Einwirken von Infraschall erkrankt oder dauerhaft geschädigt worden sind.

Dass Infraschall von Windenergieanlagen erzeugt wird, ist unzweifelhaft und ist nicht zu bestreiten. Dass Infraschall in sehr hohen Schallstärken gesundheitsschädlich wirkt, steht ebenso außer Frage. Allerdings kann aufgrund der beschriebenen Fakten nicht davon ausgegangen werden, dass durch die in diesem Gutachten betrachteten WEA des Typs Nordex N133/4.8 (STE) relevanter und gesundheitsschädigender Infraschall erzeugt wird, da der nächstgelegene Immissionspunkt 670 m von den geplanten WEA entfernt liegt. Wenn davon ausgegangen wird, dass in 250 m Entfernung bei ungünstigen Mitwindbedingungen höchstens 65 dB bei einer Frequenz von 8 Hz gemessen wurde /10/, würde sich die Schallstärke des infrafrequenten Anteils in 500 m Entfernung gemäß der geometrischen Ausbreitung nochmal um ca. 6dB verringern und läge so mit ca. 59 dB bei Weitem nicht mehr im hör- oder wahrnehmbaren Bereich /9/.

6 Randbedingungen und Berechnungsverfahren

Windenergieanlagen erzeugen abhängig von der Windgeschwindigkeit zwei Arten von Geräuschen. Zum einen entstehen Maschinengeräusche durch Generator und Getriebe mit einem anlagenabhängigen Frequenzspektrum, zum anderen entstehen aerodynamische Geräusche infolge der Luftverwirbelungen an den Rotorblättern, die ein breitbandiges Frequenzspektrum aufweisen.

Schallimmissionspegel werden als A-bewertete Schallpegel in der Einheit Dezibel dB(A) angegeben. Die A-Bewertung berücksichtigt das vom menschlichen Gehör subjektiv wahrnehmbare Frequenzspektrum und Lärmempfinden. Die Schallemissionen der Windenergieanlagen liegen ebenfalls als A-bewertete Schalleistungspegel vor.

Aus den Frequenzspektren der Windenergieanlagen heraustretende Einzeltöne, die abhängig von ihrer Frequenz über weitere Entfernungen hörbar bleiben (Tonhaltigkeiten) und im Hörempfinden als besonders störend gelten, werden durch einen Tonhaltigkeitszuschlag k_T berücksichtigt.

Die Beurteilungssituation ist in der Regel bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe über Grund gegeben, dies entspricht $v(10) = 10$ m/s. Es wird in dieser Situation davon ausgegangen, dass bei flachem Gelände für umliegende, von Bewuchs gesäumte Immissionspunkte die ungünstigste Beurteilungssituation entsteht, da dann nahezu die Nennleistung der Windenergieanlagen erreicht ist und die WEA i.d.R. den max. Schallpegel emittieren. Bei modernen WEA kann der maximale Pegel jedoch auch schon in anderen Windgeschwindigkeitsklassen gegeben sein. Dies ist bei Auswahl der Pegel zu berücksichtigen.

Die Berechnung der Schallausbreitung wird nach DIN ISO 9613-2 /5/ vorgenommen. Da sie sich jedoch nur auf bodennahe Quellen (maximale mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger von 30 m, siehe Kapitel 9, Tabelle 5) bezieht, wurde vom Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) ein „Interimsverfahren“ /17/ veröffentlicht. Dieses gelte für hochliegende Schallquellen (mehr als 30 m) wie WEA. Analog den Vorgaben in /17/ sei der immissionsrelevante Schalleistungspegel mit Hilfe von Oktavbanddaten im Bereich der Oktaven 63 Hz bis 8.000 Hz zu ermitteln.

Die Berechnungen werden mit dem Programm „WINDPRO, Modul: DECIBEL“ der Fa. EMD durchgeführt. Die Ergebnisprotokolle sind im Anhang zu finden.

In der Regel wird, aufgrund der vorliegenden Oktavbanddaten als A-bewertete Daten, die Berechnung mit A-bewerteten Oktavband-Schalleistungspegeln der WEA durchgeführt.

Der äquivalente Oktavband-Dauerschalldruckpegel L_{fT} an einem Immissionsort im Abstand d vom Mittelpunkt einer Schallquelle wird für eine Mitwindwetterlage nach folgender Gleichung berechnet:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A$$

In der Formel bedeuten:

L_{fT} : äquivalenter Oktavband-Dauerschalldruckpegel bei Mitwind

L_W : =Oktavband-Schallleistungspegel einer Punktschallquelle in dB bezogen auf eine Bezugsschallleistung von einem Picowatt

D_C : Richtwirkungskorrektur in dB; für eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktschallquelle ist $D_c = 0$ dB

A: Oktavbanddämpfung in Dezibel zwischen der Punktschallquelle (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

Die Berechnung der Dämpfungsterme erfolgt analog den Vorgaben der DIN ISO 9613-2:1999-10 /5/.

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

$$A_{div} = 20 \lg (d / 1m) + 11 \text{ dB}$$

d : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

A_{atm} : Dämpfung durch Luftabsorption

$$A_{atm} = \alpha \times d / 1.000$$

α : Absorptionskoeffizient der Luft, in dB/km für jedes Oktavband bei der Bandmittenfrequenz

Anmerkung: Im Berechnungsprogramm windPRO sind die frequenzabhängigen Absorptionskoeffizienten für die relevante Temperatur von 10° und der relativen Luftfeuchte von 70% hinterlegt.

A_{gr} : Bodendämpfung. Während bei der Berechnung aller Dämpfungsterme nach den Regelungen der DIN ISO 9613-2:1999-10 verfahren wird, erfolgt nach den Vorgaben des Interimsverfahrens /17/ an dieser Stelle eine Modifizierung: A_{gr} wird auf -3 dB gesetzt.

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutzmaßnahmen), hier $A_{bar} = 0$

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung etc.) In der Regel gehen diese Effekte nicht in die Prognose ein; hier $A_{misc} = 0$

In der Praxis dämpfen Bebauung und Bewuchs den Schall, d.h. $A_{misc} > 0$, insofern ist die hier vorgenommene Prognoserechnung konservativ angesetzt.

Bei mehreren Schallquellen werden die Beurteilungspegel L_r am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert. Gem. der TA Lärm /1/ ist der aus allen Schallquellen resultierende Beurteilungspegel L_r bei Berücksichtigung von eventuell erforderlichen Zuschlägen nach der im Folgenden aufgeführten Gleichung zu ermitteln:

$$L_r = 10 \lg \left[\frac{1}{T_r} \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,j} - c_{met} + K_{T,j} + K_{I,j} + K_{R,j})} \right]$$

mit

$$T_r = \sum_{j=1}^N T_j$$

= 16 h tags
= 1 h oder 8 h nachts nach
Maßgabe gem. /1/ 6.4 (hier: 1 h
nachts)

- T_j : Teilzeit j
 N : Zahl der gewählten Teilzeiten
 $L_{Aeq,j}$: Mittelungspegel während der Teilzeit T_j
 c_{met} : meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2 /5/, Ausgabe Oktober 1999, Gleichung (6) (gem. /17/ $c_{met} = 0$ dB)
 $K_{T,j}$: Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit gem. /1/ A.2.5.2 (Prognose) oder /1/ A.3.3.5 (Messung) in der Teilzeit T_j
 $K_{I,j}$: Zuschlag für die Impulshaltigkeit gem. /1/ A.2.5.2 (Prognose) oder /1/ A.3.3.5 (Messung) in der Teilzeit T_j
 $K_{R,j}$: Zuschlag Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach /1/ 6.5 in der Teilzeit T_j

Für die Entstehung von tonhaltigen Geräuschen bei Windenergieanlagen können Anlagenteile wie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen verantwortlich sein. Die Hersteller bemühen sich durch konstruktive Maßnahmen, Tonhaltigkeiten in den Geräuschemissionen bei Windenergieanlagen zu vermeiden, bzw. zu minimieren. Genauere Daten dazu sind in der Regel dem Messbericht zu entnehmen.

Treten aus den Anlagengeräuschen Einzeltöne deutlich hervor, ist gem. TA Lärm /1/ und /6/ erforderlichenfalls ein Zuschlag K_T anzusetzen. WEA, die im Nahbereich höhere Tonhaltigkeiten erzeugen, seien gemäß /6/ nicht mehr Stand der Technik.

Ansonsten gelte gemäß /6/:

$$K_T = 0 \text{ dB für } 0 \text{ dB} \leq K_{TN} \leq 2 \text{ dB}$$

7 Immissionsrichtwerte und Immissionspunkte

Für die Beurteilung von Industrie- und Gewerbegeräuschen sind in der TA Lärm /1/ Immissionsrichtwerte sowohl für den Beurteilungspegel, als auch für Maximalpegel einzelner Geräuscheignisse genannt. Sie sind nach Einwirkungsorten entsprechend der baulichen Nutzung ihrer Umgebung, sowie nach Tag und Nacht unterteilt (s. Tabelle unten). Die Beurteilungspegel beziehen sich auf die Zeiträume tags von 6:00 bis 22:00 Uhr und nachts von 22:00 bis 6:00 Uhr. Somit werden auch die Einflüsse der Ortsüblichkeiten und des Zeitpunktes des Auftretens der Geräusche berücksichtigt. Im vorliegenden Fall ist die lauteste Nachtstunde maßgeblich.

Tabelle 20: Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm

Art der baulichen Nutzung	Immissionsrichtwerte [dB(A)]	
	Tags*)	Nachts**)
Industriegebiete	70	70
Gewerbegebiete	65	50
Urbane Gebiete	63	45
Kerngebiete, Dorf- und Mischgebiete	60	45
Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
Reine Wohngebiete	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Es werden insgesamt 39 Punkte in der näheren Umgebung zu den geplanten Windenergieanlagen als Immissionspunkte untersucht. Bei den Immissionspunkten handelt es sich hauptsächlich um die nächstgelegene Wohnbebauung, die mit Ausnahme von IP O in eingeschossiger Bauweise mit ausgebautem Dachgeschoß ausgebildet ist. Die Einstufung der Immissionspunkte erfolgte nach Rücksprache mit den örtlichen Baubehörden und nach der Einstufung der Gebiete gem. den Vorgaben der Bauleitplanung. Die Koordinaten der Immissionspunkte wurden mit Hilfe der verwendeten Berechnungssoftware aus dem vom Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) zur Verfügung gestellten Kartenmaterial im Maßstab 1 : 5.000 ermittelt. Die Höhe der Aufpunkte wird mit 5 m, bzw. 10 m bei IP O, über Gelände angesetzt. Die Immissionspunkte wurden im Zuge einer Ortsbegehung am 30.06.2021 besichtigt.

Bei dem Immissionspunkt IP A sowie IP C handelt es gemäß dem Bebauungsplan Nr. 7 der Gemeinde Stadland mit Datum vom 09.03.1985 um eine Wohnbaufläche mit der Gebietseinstufung eines allgemeinen Wohngebietes. Ebenfalls um eine Wohnbaufläche mit der Gebietseinstufung eines allgemeinen Wohngebietes handelt es sich, gem. Bebauungsplan Nr. 5 der Gemeinde Stadland mit Datum vom 15.04.1983, bei dem IP D.

Bei dem IP O handelt es sich um die Helios Klinik Wesermarsch, welche gemäß der 52. Änderung des Flächennutzungsplans der Gemeinde Nordenham mit Datum vom 20.07.2012

in einer Sonderfläche „Krankenhaus“ liegt. Der Immissionspunkt wird daher mit einer Schutzbedürftigkeit gem. TA-Lärm /1/ für Krankenhäuser berücksichtigt.

Der IP V befindet sich gemäß dem Bebauungsplan Nr. 86 der Stadt Nordenham mit Datum vom 18.06.2012 in Wohnbaufläche mit der Gebietseinstufung eines allgemeinen Wohngebietes.

Alle weiteren Immissionspunkte befinden sich gemäß der vorliegenden Bauleitplanung in Misch- bzw. Dorfgebieten (IP B) bzw. im Außenbereich.

Die Bezeichnungen und Lagebeschreibungen sowie zulässigen Richtwerte für die verschiedenen Immissionspunkte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 21: Betrachtete Immissionspunkte mit Lagebeschreibung

Immissionspunkt	Lagebeschreibung	Richtwert Tag/Nacht in dB(A)
IP A	Whs. Morgenländerstraße 19, Seefeld	55/40
IP B	Whs. Morgenländerstraße 20, Seefeld	60/45
IP C	Whs. Kleistraße 3, Seefeld	55/40
IP D	Whs. Schaartmarkstraße 1, Seefeld	55/40
IP E	Whs. Seefelder Straße 22, Nordenham	60/45
IP F	Whs. Esenshammergroden 21, Nordenham	60/45
IP G	Whs. Esenshammergroden 20, Nordenham	60/45
IP H	Whs. Esenshammergroden 19, Nordenham	60/45
IP I	Whs. Esenshammergroden 17, Nordenham	60/45
IP J	Whs. Esenshammergroden 16, Nordenham	60/45
IP K	Whs. Esenshammergroden 14A, Nordenham	60/45
IP L	Whs. Esenshammergroden 13, Nordenham	60/45
IP M	Whs. Esenshammergroden 11, Nordenham	60/45
IP N	Whs. Esenshammergroden 10, Nordenham	60/45
IP O	Helios Klinik Wesermarsch, Nordenham	45/35
IP P	Whs. Esenshammergroden 8, Nordenham	60/45
IP Q	Whs. Esenshammergroden 7, Nordenham	60/45
IP R	Whs. Esenshammergroden 6, Nordenham	60/45
IP S	Whs. Esenshammergroden 5, Nordenham	60/45
IP T	Whs. Esenshammergroden 4A, Nordenham	60/45
IP U	Whs. Esenshammergroden 4, Nordenham	60/45
IP V	Whs. An der Weide 24, Nordeham	55/40
IP W	Whs. Esenshammergroden 3, Nordenham	60/45

Immissionspunkt	Lagebeschreibung	Richtwert Tag/Nacht in dB(A)
IP X	Whs. Grünhof, Nordenham	60/45
IP Y	Whs. Morgenländerstraße 37, Stadland	60/45
IP Z	Whs. Morgenländerstraße 34, Stadland	60/45
IP AA	Whs. Morgenländerstraße 35, Stadland	60/45
IP AB	Whs. Morgenländerstraße 32, Stadland	60/45
IP AC	Whs. Morgenländerstraße 29, Stadland	60/45
IP AD	Whs. Morgenländerstraße 25, Stadland	60/45
IP AE	Whs. Morgenländerstraße 23, Stadland	60/45
IP AF	Whs. Morgenländerstraße 21, Stadland	60/45
IP AG	Whs. Morgenländerstraße 20, Stadland	60/45
IP AH	Whs. Morgenländerstraße 20A, Stadland	60/45
IP AI	Whs. Morgenländerstraße 17, Stadland	60/45
IP AJ	Whs. Morgenländerstraße 16, Stadland	60/45
IP AK	Whs. Morgenländerstraße 14, Stadland	60/45
IP AL	Whs. Morgenländerstraße 13, Stadland	60/45
IP AM	Whs. Morgenländerstraße 12, Stadland	60/45

Bei der Ortsbegehung wurde kein Immissionspunkt gesichtet, bei dem Reflexionen in relevantem Maße möglich sind. Es ist also davon auszugehen, dass bei den in der Umgebung befindlichen Immissionspunkten keine Reflexionseffekte in relevantem Maße stattfinden.

8 Betrachtung von gewerblichen Vorbelastungen

Die Berechnungen der Schallimmissionen der Windenergieanlagen mit einer Nabenhöhe unter 30 m, Biogasanlagen sowie den gewerblichen Schallquellen werden gemäß dem alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2 /5/ durchgeführt, da das Interimsverfahren /17/ für die Berechnungen von Windenergieanlagen mit einer Quellhöhe von mehr als 30 m angewandt wird.

Windenergieanlagen unter 30 m Nabenhöhe

In einer Entfernung von 700 m westlich der geplanten Baufenster befindet sich eine Kleinwindanlage vom Typ EAZ Twaalf mit einer Leistung von 10 kW, einem Rotordurchmesser von 12 m und einer Nabenhöhe von 15 m. Diese Kleinwind-WEA wird gem. dem von der Genehmigungsbehörde LK Wesermarsch zur Verfügung gestellten Gutachten der Firma Ramboll BBB GmbH mit der Bericht Nr. 17-1-3084-000 SL mit Stand vom 17.05.2018 mit einem Schallleistungspegel von 89,1 dB(A) inkl. aller Unsicherheiten berücksichtigt. Die Kleinwindanlage kann als Vorbelastung ausgeschlossen werden, weil sich alle Immissionspunkte gem. 2.2 a) TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereiches der Kleinwindanlage befinden, da die Immissionsrichtwerte um mind. 10 dB(A) unterschreiten werden (s. Berechnung im Anhang).

Darüber hinaus befindet sich noch eine Windenergieanlage vom Typ Vestas V25 mit einer Leistung von 200 kW, einem Rotordurchmesser und einer Nabenhöhe von 29,0 m in einer Entfernung von 4,8 km südöstlich der geplanten Baufenster. Diese WEA wurde gem. dem von der Genehmigungsbehörde LK Wesermarsch zur Verfügung gestellten Geräuschimmissionsgutachten mit der Berichtsnummer 3813-16-L1 und Stand vom 19.07.2016 mit einem Schallleistungspegel von 100,1 dB(A) berücksichtigt. Aufgrund der Entfernung zu den Immissionspunkten und den geplanten Baufenstern kann diese WEA als Vorbelastung ausgeschlossen werden. Die Kleinwindanlage kann als Vorbelastung ausgeschlossen werden, weil sich alle Immissionspunkten gem. 2.2 a) TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereiches der Kleinwindanlage befinden, da die Immissionsrichtwerte um mind. 10 dB(A) unterschreiten werden und die geplanten WEA nicht auf Immissionspunkte um die WEA Vestas V25 einwirken (s. Berechnung im Anhang).

Vorbelastung Biogas

Es befinden sich nordöstlich sowie südöstlich im Plangebiet mit einem Abstand von mindestens 2,1 km zu den geplanten Baufenstern insgesamt 2 Biogasanlagen mit jeweils dazugehörigem Blockheizkraftwerk (BHKW) in Betrieb. Darüber hinaus befindet sich nordwestlich in 4,3 km Entfernung von den Baufenstern gemäß Energieatlas des Landes Niedersachsen /19/ eine weitere Biogasanlage in Planung sowie in ca. 5,8 km nordwestlich eine genehmigte Biogasanlage. Im Rahmen der Ortsbegehung konnte festgestellt werden, dass die geplanten und genehmigten Biogasanlagen noch nicht errichtet wurden, werden aber dennoch in den Berechnungen als vorhanden angenommen. In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde LK Wesermarsch werden aufgrund der Datenlage für die Biogasanlagen schalltechnische Erfahrungswerte im Sinne einer worst case Betrachtung berücksichtigt. Es wurden in den Berechnungen ein Schallleistungspegel von 95 dB(A) in einer Höhe von 8 m für die Biogasanlagen berücksichtigt. Aufgrund der Entfernung zu den Immissionspunkten und den geplanten Baufenstern können die Biogasanlagen mit dazugehörigen (BHKW) gem. den durchgeführten Berechnungen als Vorbelastung ausgeschlossen werden. Darüber hinaus befinden sich alle Immissionspunkten gem. 2.2 a) TA

Lärm außerhalb des Einwirkungsbereich der Biogasanlage da die Immissionsrichtwerte um mind. 10 dB(A) unterschritten werden (s. Berechnung im Anhang).

Gewerbliche Vorbelastungen

Aus vorangegangenen Projekten am Standort ist durch Auszüge der Flächennutzungspläne der Gemeinde Stadland bekannt, dass sich am östlichen Rand der Ortschaft Seefeld gemäß dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Stadland in der 26. Änderung, Stand 2011, sowie in der 27. Änderung, Stand 2014, Gewerbeflächen ausgewiesen sind. Die ausgewiesene Fläche der 27. Änderung des Flächennutzungsplans ist teilweise bebaut worden. Hier befindet sich augenscheinlich eine Lagerhalle der Reifeisen-Warengenossenschaft Butjadingen Seefeld eG. Auf der Ortsbegehung am 30.06.2021 konnte festgestellt werden, dass die ausgewiesene Gewerbefläche der 26. Änderung des Flächennutzungsplans aktuell immer noch nicht bebaut ist. Ebenfalls am östlichen Ortsrand befindet sich die Reifeisen-Warengenossenschaft Butjadingen Seefeld eG, eine SB-Tankstelle und eine weitere Lagerhalle der Reifeisen-Warengenossenschaft Butjadingen Seefeld eG. Östlich der SB Tankstelle befindet sich der Verlege- Meisterbetrieb „Fliesen Locker GmbH“. Es konnte ebenfalls bei der Ortsbegehung am östlichen Ortsrand der Ortschaft Seefeld der Metallbaubetrieb „W.Schubert“ ausgemacht werden. Es sind von den o.g. Betrieben keine relevanten schalltechnischen Emissionen während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) zu erwarten. Die Gewerbefläche der 26. Änderung des Flächennutzungsplans der Gemeinde Stadland wird ebenfalls nicht als Vorbelastung berücksichtigt, da diese Fläche bis Dato noch nicht bebaut ist und auch bei einer Bebauung nicht zu erwarten ist, dass hier relevante Emissionen während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) auftreten werden.

Nördlich der Flächen der 27. Änderung des Flächennutzungsplans der Gemeinde Stadland an der Straße Seefelderschaart befindet sich das Klärwerk der Ortschaft Seefeld. Es konnten hier bei der Ortsbegehung keine relevanten schalltechnischen Emissionen festgestellt werden. Das Klärwerk wird daher nicht als Vorbelastung während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) berücksichtigt.

Gemäß den Aussagen des Landkreis Wesermarsch im Juni 2021, befinden sich in der Ortschaft Seefeld lediglich genehmigte Gewerbe zum Handel oder zur Dienstleistung. Bei solchen Betrieben sind für gewöhnlich keine relevanten schalltechnischen Emissionen während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) zu erwarten.

Es ist hier noch einmal anzumerken, dass aus den von der Gemeinde Stadland im Juni 2021 zur Verfügung gestellten Daten (Flächennutzungsplan der Gemeinde Stadland mit Stand 14.03.1977) keine der o.g. Gewerbeflächen zu entnehmen sind. Nachfragen zu den Gewerbeflächen in Seefeld wurden bis Dato nicht beantwortet.

Es wurde von der Gemeinde Stadland im Juni 2021 noch der Auszug der 21. Änderung des Flächennutzungsplans der Gemeinde Stadland zur Verfügung gestellt. Diese Gewerbefläche befindet sich allerdings in 4,2 km zu den geplanten Baufenstern und kann aufgrund der Entfernung zu den relevanten Immissionspunkten als Vorbelastung während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) ausgeschlossen werden.

In einer Entfernung von 2,5 km südöstlich der geplanten Baufenster befindet sich das Gewerbegebiet am Wesertunnel Nordenham Havendorf. Hierzu liegt der Bebauungsplan Nr. 99 der Stadt Nordenham mit Stand 24.06.2011 vor. Das Gewerbegebiet kann ebenfalls aufgrund der Entfernung zu den relevanten Immissionspunkten als Vorbelastung ausgeschlossen werden.

Am südlichen Ortsausgang von Esenshamm in einer Entfernung von ebenfalls 2,5 km zu den geplanten Baufenstern befindet sich gemäß Flächennutzungsplan der Stadt Nordenham mit

Stand vom Februar 2019 eine Gewerbefläche. Auch diese Gewerbefläche kann aufgrund der Entfernung zu den relevanten Immissionspunkten als Vorbelastung ausgeschlossen werden. Es ist auf dieser Gewerbefläche das Omnibusunternehmen „Wegehorst“ ansässig. Es ist nicht davon auszugehen, dass hier relevante Immissionen während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) zu erwarten sind.

Um die geplanten Baufenster im Norden, Nordosten, Osten (Ortschaft Esenshammergroden) und Westen (Morgenländerstraße) befinden sich diverse nicht genehmigungsbedürftige landwirtschaftliche Anlagen. An diesen Höfen konnten während der Ortsbegehung Stallanlagen zur Rinderhaltung gesichtet werden mit teilweise offener Bauweise. Es konnten dort keine Lüfter oder ähnliches bei der Ortsbegehung ausgemacht werden. Es sind deshalb von den Höfen ebenfalls keine relevanten Immissionen während des Nachtzeitraumes (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) zu erwarten. Die Höfe können somit ebenfalls als zu berücksichtigende Vorbelastung ausgeschlossen werden.

Hinweis: Es ist in Bezug auf Lärm aus Lüftungsanlagen von Ställen grundsätzlich zu beachten, dass für eine Lärmprognose nach TA Lärm der Lärm, der in die Nachbarschaft abgegeben wird, beurteilt wird und nicht die Eigenbeschallung durch selbsterzeugten Lärm wie z.B. durch landwirtschaftliches Gewerbe am eigenen Wohnhaus. Aufgrund dieses Umstandes und der erfahrungsgemäß durch Lüftungsanlagen an Ställen meist geringen Anteile des Lärmes für die schutzwürdige Nachbarschaft werden bei erforderlichen Genehmigungsverfahren nach Baurecht oder BImSchG in der überwiegenden Mehrheit der Verfahren für die Genehmigung der Ställe von den zuständigen Behörden keine Schallgutachten zum Nachweis des Nachbarschaftsschutzes vom Antragsteller/Betreiber der Ställe gefordert. Es wird in der überwiegenden Mehrheit der Fälle nicht von beeinflussenden Schallgrößen bzw. relevanten Einflüssen der Schallentwicklung für die Nachbarschaft durch die Lüftungsanlagen von Ställen ausgegangen, da sonst im Zuge der Genehmigungsverfahren schalltechnische Gutachten erforderlich wären.

Deshalb existieren auch zu den hier betrachteten Stallanlagen weder Schallgutachten, denen die Schallwerte der Anlagen zu entnehmen wären, noch Unterlagen, denen die Schallwerte der verbauten Komponenten inkl. der Effekte der isolierten und schallmindernden Gehäuse und Abzugskamine oder ggf. eingebauter Schalldämpfungen in den Abluftkaminen zu entnehmen wären.

Die Lüftungsanlagen von Ställen werden zudem abhängig von der Stallinnentemperatur geregelt, d.h. eine Belüftung muss insbesondere bei höheren Innentemperaturen im Sommer und dann insbesondere bei Sonneneinstrahlung tagsüber zum Schutz der Tiere gewährleistet und die Lüftungsanlagen dafür ausgelegt sein. Dies bedeutet zugleich, dass die Lüfter im Sommer nachts (22:00 – 6:00 Uhr) überwiegend entweder gar nicht oder nur mit niedriger Leistung und damit auch deutlich niedrigerem Schall als tagsüber laufen. Da die Windkraftanlagen zum Schallgeschehen relevant nur nachts beitragen, ist hier auch nur die Nachtzeit als relevante Überlagerung zu betrachten. Wie oben dargestellt ist in der Nachtzeit auch im Sommer nur von einem reduzierten bis stark reduzierten Betrieb der Lüftungen auszugehen, da die erforderlichen Belüftungen und der dadurch erzeugte und erforderliche Luftstrom immer auf den Tagzeitraum im Sommer ausgelegt wird. Im Tagzeitraum tragen jedoch die WEA gem. TA Lärm nicht relevant zum Schallgeschehen bei.

9 Ermittlung der Geräuschimmissionen

Grundlage für die Berechnung der Geräuschimmissionen sind die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen gem. Kap. 4, sowie die Randbedingungen und Berechnungsgrundlagen gem. Kap. 6.

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programmsystem DECIBEL. Das Programmsystem führt die Schallausbreitungsrechnungen auf Grundlage der DIN ISO 9613-2 /5/ in Verbindung mit dem Interimsverfahren /16/ unter Berücksichtigung der LAI 2016 /6/ durch. Die Berechnungen ermöglichen eine Analyse des Einflusses jeder Emissionsquelle auf die Geräuschimmission an jedem Immissionsort.

Berechnet werden die Zustände im Nachtzeitraum (22:00 bis 06:00 Uhr), da am Tage gem. TA Lärm /1/ 15 dB(A) höhere Richtwerte möglich sind und dann die WEA mit ihren Schallpegeln in der Regel keinen relevanten Beitrag mehr leisten.

Berechnet wurden drei verschiedene Zustände, bedingt durch die 24 vorhandenen sowie 7 beantragte Anlagen. Es wurden die insgesamt 31 vorhandenen bzw. beantragten WEA (Vorbelastung) und die 5 geplante WEA (Zusatzbelastung) jeweils getrennt betrachtet. Weiterhin wurden Immissionen durch die Gesamtbelastung der insgesamt 36 WEA berechnet.

Gem. aktualisierten LAI-Hinweisen /6/ sind die ermittelten Beurteilungspegel nach den Rundungsregeln der DIN 1333 gemäß Ziffer 4.5.1 ganzzahlige Werte anzugeben. Dieses Verfahren wird bei den Rundungen der nachfolgenden Tabellen angewandt.

Berechnet wurde die Vorbelastung durch 24 bestehende und 7 beantragte WEA am Standort Morgenland. In den Berechnungsausdrücken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 22: Berechnungsergebnisse der Vorbelastung

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s bei $v(10) = 10$ m/s [dB(A)]	Richtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP A	39,6	40	40	0
IP B	39,7	45	40	5
IP C	38,6	40	39	1
IP D	38,8	40	39	1
IP E	41,3	45	41	4
IP F	44,6	45	45	0
IP G	44,9	45	45	0
IP H	44,8	45	45	0
IP I	45,0	45	45	0
IP J	45,0	45	45	0
IP K	45,0	45	45	0
IP L	44,9	45	45	0
IP M	45,4	45	45	0
IP N	44,1	45	44	1
IP O	32,5	35	33	2
IP P	44,2	45	44	1
IP Q	44,1	45	44	1
IP R	44,1	45	44	1
IP S	43,2	45	30	15
IP T	41,8	45	29	16
IP U	40,7	45	29	16
IP V	34,1	40	30	10
IP W	39,2	45	29	16
IP X	36,9	45	29	16
IP Y	39,5	45	28	17
IP Z	40,4	45	28	17

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s bei $v(10) = 10$ m/s [dB(A)]	Richtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP AA	40,6	45	41	4
IP AB	40,7	45	41	4
IP AC	41,2	45	41	4
IP AD	41,5 ^{*)}	45	41	4
IP AE	41,6	45	42	3
IP AF	41,9	45	42	3
IP AG	42,1	45	42	3
IP AH	42,4	45	42	3
IP AI	42,8	45	43	2
IP AJ	43,1	45	43	2
IP AK	43,2	45	43	2
IP AL	42,6	45	43	2
IP AM	42,3	45	42	3

^{*)} Der berechnete Schallimmissionspegel an diesem Immissionspunkt IP AD beträgt 41,46...dB(A). Die ermittelten Beurteilungspegel werden in der obenstehenden Tabelle mit einer Nachkommastelle angegeben, werden jedoch in den Berechnungen mit zwei Nachkommastellen berücksichtigt (vgl. detaillierte Berechnungsergebnisse im Anhang). Vor dem Vergleich mit den Immissionsrichtwerten sind die Ergebnisse jedoch auf ganzzahlige Werte zu runden. Dabei ist gem. Windenergie-Handbuch /15/ die Rundung nach DIN 1333 anzuwenden. Demnach ergibt sich aus dem berechneten Schallpegel von 41,46...dB(A) ein gerundeter Schallpegel gem. TA Lärm von erst 41,5 dB(A) und dann 41 dB(A) und nicht 42 dB(A).

Als Immissionspunkte mit dem höchsten Immissionspegeln ergeben sich in der Berechnung der Vorbelastung die Immissionspunkte IP F bis IP M. Der Immissionsrichtwert von 45 dB(A) wird an diesen Immissionspunkten durch die Vorbelastung erreicht. An dem Immissionspunkt IP A wird der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) ebenfalls durch die Vorbelastung erreicht. An allen weiteren Immissionspunkten wird der Immissionsrichtwert durch die Vorbelastung um mindestens 1 dB(A) unterschritten.

Die Berechnung der Vorbelastung ergibt, dass die Richtwerte an allen Immissionspunkten eingehalten werden.

Die Berechnung der Vorbelastung zeigt, dass die Immissionspunkte IP S bis IP Z gem. 2.2 a) TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereiches der vorhandenen Anlagen liegen, da die Immissionspegel an den Immissionspunkten den jeweils geltenden Richtwert um mind. 10 dB(A) unterschreiten.

Berechnet wurde die Zusatzbelastung durch 5 geplante WEA am Standort Morgenland. In den Berechnungsausdrücken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 23: Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s bei $v(10) = 10$ m/s [dB(A)]	Richtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP A	33,1	40	33	7
IP B	33,0	45	33	12
IP C	31,7	40	32	8
IP D	30,8	40	31	9
IP E	31,8	45	32	13
IP F	34,1	45	34	11
IP G	34,9	45	35	10
IP H	35,0	45	35	10
IP I	35,4	45	35	10
IP J	36,2	45	36	9
IP K	36,5	45	37	8
IP L	37,1	45	37	8
IP M	38,2	45	38	7
IP N	38,2	45	38	7
IP O	27,9	35	28	7
IP P	40,6	45	41	4
IP Q	42,3	45	42	3
IP R	42,6	45	43	2
IP S	42,3	45	42	3
IP T	42,1	45	42	3
IP U	40,9	45	41	4
IP V	31,1	40	31	9
IP W	40,2	45	40	5
IP X	38,7	45	39	6
IP Y	39,8	45	40	5
IP Z	40,4	45	40	5

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s bei $v(10) = 10$ m/s [dB(A)]	Richtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP AA	40,6	45	41	4
IP AB	40,7	45	41	4
IP AC	41,3	45	41	4
IP AD	42,1	45	42	3
IP AE	42,3	45	42	3
IP AF	42,2	45	42	3
IP AG	42,1	45	42	3
IP AH	42,0	45	42	3
IP AI	41,7	45	42	3
IP AJ	41,0	45	41	4
IP AK	40,0	45	40	5
IP AL	37,7	45	38	7
IP AM	37,2	45	37	8

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel ergibt sich in der Berechnung der Zusatzbelastung der IP R. Zudem handelt es sich bei IP R um den Immissionspunkt mit dem geringsten Abstand zum Richtwert. Der Richtwert wird hier durch die Zusatzbelastung um 2 dB(A) unterschritten.

An allen weiteren Immissionspunkten wird der Immissionsrichtwert durch die Zusatzbelastung um mindestens 3 dB(A) unterschritten.

Die Berechnung der Zusatzbelastung zeigt, dass die Immissionspunkte IP B und IP E bis IP I gem. 2.2 a) TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereiches der vorhandenen Anlagen liegen, da die Immissionspegel an den Immissionspunkten den jeweils geltenden Richtwert um mind. 10 dB(A) unterschreiten.

Darüber hinaus wird in der Berechnung der Zusatzbelastung ersichtlich, dass die geplanten WEA gem. 3.2.1 Abs. 2 TA Lärm keinen relevanten Einfluss auf die Immissionspegel an den Immissionspunkten IP A, IP C, IP D, IP J bis IP O, IP V, IP X, IP AL und IP AM haben, da an allen Immissionspunkten ein Abstand zum Richtwert von mind. 6 dB(A) eingehalten wird.

Berechnet wurde die Gesamtbelastung aus insgesamt 36 Anlagen (5 geplante WEA und 31 vorhandene/beantragte WEA). In den Berechnungsausdrucken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 24: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s bei $v(10) = 10$ m/s [dB(A)]	Richtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP A	40,5 ^{*)}	40	40	0
IP B	40,5	45	41	4
IP C	39,4	40	39	1
IP D	39,5 ^{**)}	40	39	1
IP E	41,7	45	42	3
IP F	45,0	45	45	0
IP G	45,3	45	45	0
IP H	45,3	45	45	0
IP I	45,4	45	45	0
IP J	45,6	45	46	-1
IP K	45,5	45	46	-1
IP L	45,6	45	46	-1
IP M	46,1	45	46	-1
IP N	45,1	45	45	0
IP O	33,8	35	34	1
IP P	45,8	45	46	-1
IP Q	46,3	45	46	-1
IP R	46,4	45	46	-1
IP S	45,8	45	46	-1
IP T	44,9	45	45	0
IP U	43,8	45	44	1
IP V	35,8	40	36	4
IP W	42,7	45	43	2
IP X	40,9	45	41	4
IP Y	42,7	45	43	2
IP Z	43,4	45	43	2

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s bei $v(10) = 10$ m/s [dB(A)]	Richtwert gem. TA Lärm [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP AA	43,6	45	44	1
IP AB	43,7	45	44	1
IP AC	44,3	45	44	1
IP AD	44,8	45	45	0
IP AE	45,0	45	45	0
IP AF	45,0	45	45	0
IP AG	45,1	45	45	0
IP AH	45,2	45	45	0
IP AI	45,3	45	45	0
IP AJ	45,2	45	45	0
IP AK	44,9	45	45	0
IP AL	43,8	45	44	1
IP AM	43,5 ^{***)}	45	43	2

^{*)} Der berechnete Schallimmissionspegel an diesem Immissionspunkt IP A beträgt 40,49...dB(A). Die ermittelten Beurteilungspegel werden in der obenstehenden Tabelle mit einer Nachkommastelle angegeben, werden jedoch in den Berechnungen mit zwei Nachkommastellen berücksichtigt (vgl. detaillierte Berechnungsergebnisse im Anhang). Vor dem Vergleich mit den Immissionsrichtwerten sind die Ergebnisse jedoch auf ganzzahlige Werte zu runden. Dabei ist gem. Windenergie-Handbuch /15/ die Rundung nach DIN 1333 anzuwenden. Demnach ergibt sich aus dem berechneten Schallpegel von 40,49...dB(A) ein gerundeter Schallpegel gem. TA Lärm von erst 40,5 dB(A) und dann 41 dB(A) und nicht 42 dB(A).

^{**)} Der berechnete Schallpegel an diesem Immissionspunkt D beträgt 39,46...dB(A). Aus den gleichen Gründen wie oben erfolgt zuerst eine Rundung auf 39,5 dB(A) und dann auf 39 dB(A) und nicht 40 dB(A).

^{***)} Der berechnete Schallpegel an diesem Immissionspunkt AM beträgt 43,49...dB(A). Aus den gleichen Gründen wie oben erfolgt zuerst eine Rundung auf 43,5 dB(A) und dann auf 43 dB(A) und nicht 44 dB(A).

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegeln ergeben sich in der Berechnung der Gesamtbelastung die Immissionspunkte IP J bis IP M, IP P bis IP S. Der Immissionsrichtwert wird an diesen Immissionspunkten, aufgrund der Vorbelastung, um gem. TA Lärm 3.2.1 Abs. 3 zulässige 1 dB(A) überschritten.

Weiterhin werden die Richtwerte durch die Gesamtbelastung an den Immissionspunkten IP A, IP F bis IP I, IP N, IP T und IP AD bis IP AK ausgeschöpft.

An allen weiteren Immissionspunkten wird der Immissionsrichtwert durch die Gesamtbelastung um mindestens 1 dB(A) unterschritten.

10 Beurteilung

Folgende Vorschriften werden zur Beurteilung herangezogen:

- BImSchG /2/ mit allen ergänzenden und relevanten Verordnungen
- TA Lärm /1/

Die Begutachtung erfolgt im Rahmen des BImSchG-Genehmigungsverfahrens. In den Berechnungsausdrücken ist der Belastungszustand durch die geplanten WEA aus schalltechnischer Sicht dokumentiert. Bewertet werden die Ergebnisse für die verschiedenen Immissionspunkte gemäß der relevanten Belastung nachts (22:00 bis 6:00Uhr). Aufgrund der um 15 dB(A) höheren Richtwerte tagsüber sind am Tage (6:00 bis 22:00 Uhr) generell höhere Emissionswerte möglich.

Alle Berechnungen wurden nach Vorgabe der aktualisierten LAI-Hinweise mit Stand vom 30.06.2016 /6/ durchgeführt. Dementsprechend wurde ebenfalls auf das Interimsverfahren zur Prognose aus dem Jahr 2015 /17/ zurückgegriffen. Die Berechnungen erfolgen somit auf der Basis der in den LAI-Hinweisen /6/ genannten Qualität der Prognose und unter der Einbeziehung der vom Hersteller angegebenen Oktavbanddaten für die geplante Windenergieanlage. Für die Prüfung der gewerblichen Vorbelastungen wird das alternative Verfahren der DIN ISO 9613-2 angewandt. Die Berechnungen enthalten einen Zuschlag zum Emissionspegel (gepl. WEA) von 2,1 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 %-igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den „Hinweisen Geräusche von Windenergieanlagen“ des LAI /6/ im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze (s. Kap. 4) bzw. gem. den vorliegenden Ansätzen aus den Geräuschimmissionsgutachten der bestehenden Genehmigungen für die Bestands-WEA.

In der Berechnung der Gesamtbelastung ergeben sich als Immissionspunkte mit dem höchsten Immissionspegeln die Immissionspunkte IP J bis IP M, IP P bis IP S. Der Immissionsrichtwert wird an diesen Immissionspunkten aufgrund der Vorbelastung, um gem. TA Lärm 3.2.1 Abs. 3 zulässige 1 dB(A) überschritten.

Weiterhin werden die Richtwerte durch die Gesamtbelastung an den Immissionspunkten IP A, IP F bis IP I, IP N, IP T und IP AD bis IP AK ausgeschöpft.

An allen weiteren Immissionspunkten wird der Immissionsrichtwert durch die Gesamtbelastung um mindestens 1 dB(A) unterschritten.

Die 5 geplanten exemplarischen Windenergieanlagen können während der Tageszeit uneingeschränkt bei Volllast und während der Nachtzeit im schallreduzierten Betrieb betrieben werden. Aus schalltechnischer Sicht bestehen keine Bedenken bei Errichtung der Anlagen.



Oldenburg, den 20. Januar 2022

Erstellt durch



B.Eng. Hennes Hake
(Sachbearbeiter)

Freigabe durch:



Dipl.-Ing. Roman Wagner vom Berg
(Technischer Leiter)

11 Quellenverzeichnis

- /1/ TA Lärm Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), Fassung vom August 1998 mit Änderungen durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BA Vz AT 8.6.2017 B5)
- /2/ BImSchG Bundesimmissionsschutzgesetz Fassung vom September 2002, letzte Änderung Juni 2005
- /3/ 4. BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes Fassung vom Juni 2005
- /4/ DIN 18005 Schallschutz im Städtebau Teil 1: Berechnungsverfahren Fassung vom Juli 2002
- /5/ DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“ Deutsche Fassung ISO 9613-2 vom Oktober 1999
- /6/ LAI Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA); Stand 30.06.2016
- /7/ LfU 2014 Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2014: „Windkraftanlagen- beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“ , Aktualisierung im März 2014, Augsburg
- /8/ Kötter 2007 Kötter Engineering Mai 2007: “Tieffrequente Geräusche in der Windenergieanlagentechnik“ in Lärmbekämpfung Bd. 2, Nr.3 Mai
- /9/ DIN 45 680 DIN 45 680: “Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“ von März 1997 und Entwurf der DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen“ vom August 2011
- /10/ Hammler & Fichtner 2000 „Langzeit-Geräuschimmissionsmessungen an der 1-MW- Windenergieanlage Nordex N54“ Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2000
- /11/ Kötter 2010 Kötter Consulting Engineers: Schalltechnischer Bericht Nr.27257-1.006:-über die Ermittlung und Beurteilung der anlagenbezogenen Geräuschimmissionen der Windenergieanlagen im Windpark Hohen Pritz vom 26.05.2010
- /12/ LUBW 2016 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen LL Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015 Stand Februar 2016
- /13/ Möller & Pedersen 2010 Tieffrequenter Lärm von großen Windenergieanlagen , Abteilung für Akustik, Institut für Elektronische Systeme, Aalborg Universität
- /14/ Piorr, Hillen & Janssen 2001 Akustische Ringversuche zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen. Fortschritte der Akustik, Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., DEGA, von 2001.

-
- /15/ Agatz 2020 Monika Agatz: Windenergie-Handbuch, 17. Ausgabe, Dezember 2020
- /16/ Nds 2019 Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (RdErl. D. MU v.21.1.2019-40500/4.0-1.6-) Einführung der „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) Stand 21.01.2019
- /17/ Interimsverfahren Dokumentation zur Schallausbreitung; Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen; Fassung 2015-05.1
- /18/Nordenham2021: Flächennutzungspläne der Gemeinde Nordenham URL: <https://www.nordenham.de/de/rathaus/verwaltung/bauleitplanung001/category/f-plan-gesamtuebersicht> abgerufen 04.06.2021
Bebauungspläne der Gemeinde Nordenham URL: <https://www.nordenham.de/de/rathaus/downloads/category/bplaene-mit-rechtkraft> abgerufen 04.06.2021
- /19/EnANds2021: Energieatlas Niedersachsen URL: <https://sla.niedersachsen.de/Energieatlas/> abgerufen 04.06.2021