

**Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung  
und den Betrieb von vier neuen Windenergieanlagen  
im Windpark Ohe**

**Dokumenten-Nr.:** 15-070-GBK-18

Messstelle nach § 29b BImSchG

**Datum:** 15.07.2022



**Auftraggeber:** Nord-Ostsee Windkraft Ohe  
GmbH & Co. KG  
Uhlenhorst 1  
24790 Schülldorf

Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage D-PL-21117-01-00  
aufgeführten Akkreditierungsumfang.

**Auftragnehmer:** T&H Ingenieure GmbH  
Bremerhavener Heerstraße 10  
28717 Bremen

Fon: +49 (0) 421 7940 0600  
Fax: +49 (0) 421 7940 0601  
E-Mail: info@th-ingenieure.de

**Bearbeiter:** B. Eng. Björn Klefeker  
Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hünerberg

Dieses Gutachten umfasst 19 Seiten Textteil und 27 Seiten Anlagen. Eine auszugsweise Veröffentlichung des Gutachtens bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung der unterzeichnenden Gutachter.

## Gliederung

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Zusammenfassung.....  | 3  |
| 2   | Ausgangslage und Zielsetzung.....   | 4  |
| 3   | Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien.....                               | 5  |
| 4   | Örtliche Gegebenheiten.....   | 6  |
| 5   | Anlagenbeschreibung.....  | 6  |
| 6   | Grundlagen zur Geräuschbeurteilung.....   | 7  |
| 7   | Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit..... | 9  |
| 8   | Schallquellen.....  | 10 |
| 8.1 | Vorbelastung.....   | 10 |
| 8.2 | Fremdgeräusche.....   | 13 |
| 8.3 | Schallleistungspegel der Windenergieanlagen.....                                | 13 |
| 9   | Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen .....                        | 15 |
| 9.1 | Schallausbreitungsmodell .....  | 15 |
| 9.2 | Ergebnisse und Beurteilung .....  | 17 |
| 9.3 | Qualität der Ergebnisse.....  | 18 |
| 9.4 | Tieffrequente Geräusche .....   | 19 |

## Anlagen

|     |   |
|-----|---|
| A-1 | Lageplan mit Immissionsorten und Schallquellen              |
| A-2 | Eingabedaten  |
| A-3 | Darstellung der Beurteilungspegel und Teilbeurteilungspegel |
| A-4 | Immissionsraster  |
| A-5 | Berechnungsprotokoll IO 13                                  |
| A-6 | Fotodokumentation   |
| A-7 | Auszüge aus den Herstellerangaben                           |

## 1 Zusammenfassung

Die Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH & Co. KG plant die Errichtung von vier neuen Windenergieanlagen des Typs Vestas V150-6.0 MW mit einer Nabenhöhe von 125 m im Windpark Ohe in Schleswig-Holstein. Im Umfeld der geplanten Windenergieanlagen bzw. der maßgeblichen Immissionsorte sind außerdem mehrere Freileitungen vorhanden, die bei den Berechnungen mit berücksichtigt wurden.

Für die Genehmigung durch das zuständige Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) soll der Nachweis geführt werden, dass durch den Betrieb der geplanten WEA die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (Stand 30.06.2016) /8/ und des Erlasses des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) /13/ eingehalten werden.

Im Rahmen der Untersuchung wurden insgesamt 14 Immissionsorte in der Umgebung des geplanten Windparks festgesetzt.

Die Berechnungen ergaben, dass die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ nachts an allen Immissionsorten durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung unterschritten werden. Die detaillierten Ergebnisse sind dem Abschnitt 0 zu entnehmen.

Tagsüber befinden sich bei Betrieb der geplanten WEA im leistungsoptimierten Betrieb keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen.

Damit sind die geplanten WEA vom Typ Vestas V150-6.0 MW aus sachverständiger Sicht tags und nachts im leistungsoptimierten Betrieb (Mode PO6000) im Sinne der TA Lärm /1/, der LAI-Hinweise /8/ und des Erlasses des MELUND /13/ genehmigungsfähig.

## 2 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH & Co. KG plant die Errichtung von vier neuen Windenergieanlagen des Typs Vestas V150-6.0 MW mit einer Nabenhöhe von 125 m im Windpark Ohe in Schleswig-Holstein. Im Umfeld der geplanten Windenergieanlagen bzw. der maßgeblichen Immissionsorte sind außerdem mehrere Freileitungen vorhanden, die bei den Berechnungen mit berücksichtigt wurden.

Für die Genehmigung durch das zuständige Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) soll der Nachweis geführt werden, dass durch den Betrieb der geplanten WEA die Anforderungen der TA Lärm /1/ unter Berücksichtigung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (Stand 30.06.2016) /8/ und des Erlasses des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) /13/ eingehalten werden.

Gemäß des Erlasses des MELUND /13/ zur Einführung der aktuellen LAI-Hinweise des Landes Schleswig-Holstein könnten neu zu genehmigende WEA, die auf die gleichen Immissionsorte wie die Bestandsanlagen einwirken, wenn die Irrelevanzregelung gemäß Nr. 3.2.1 Absatz 2 TA Lärm /1/ angewendet würde, schrittweise zu einer deutlichen Überschreitung der Immissionsrichtwerte (IRW) und damit zu schädlichen Umwelteinwirkungen führen. In derartigen Fällen ist hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit eine Sonderfallprüfung erforderlich, die der besonderen Situation zahlreicher, auf einen Immissionsort einwirkender Anlagen Rechnung trägt.

Gemäß des Erlasses soll die Genehmigung für die zu beurteilenden WEA in derartigen Sonderfällen in Anlehnung an die Irrelevanzregelung der Nr. 3.2.1 Abs. 2 TA Lärm /1/ auch bei einer Überschreitung der IRW aufgrund der Vorbelastung durch vorhandene Anlagen aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der WEA verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist.

Bisherige Untersuchungen aus Schleswig-Holstein zur Anwendung der überarbeiteten LAI-Hinweise /8/ weisen darauf hin, dass dies in der Regel der Fall ist, wenn die von der einzelnen WEA ausgehende Zusatzbelastung den IRW an den maßgeblichen Immissionsorten um mindestens 12 dB(A) unterschreitet und damit keine wahrnehmbaren, zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen verursacht. Das Irrelevanzkriterium gilt im Regelfall auch bei der Ermittlung der Vorbelastung.

### 3 Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien

Grundlage für die Ausarbeitung sind u. a. die folgenden Vorschriften und Richtlinien:

- /1/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm -, 8/98, veröffentlicht im Gemeinsamen Ministerialblatt Nr. 26 vom 28.8.98, Seite 503 ff, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (Banz AT 08.06.2017 B5) in Kraft getreten am 9. Juni 2017,
- /2/ DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, 10/99,
- /3/ DIN 45645-1: Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft,
- /4/ DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, 3/97,
- /5/ DIN 4109: Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, 11/89,
- /6/ DIN EN 61400-11: Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren, 03/2007,
- /7/ Fördergesellschaft Windenergie e.V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 0: Allgemeine Anforderungen, Stand 01.12.2001 und Teil 1: Bestimmung der Schall-emissionswerte, Revision 18, Stand 01.02.2008.

Weitere verwendete Unterlagen:

- /8/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI): Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Stand 30.06.2016,
- /9/ Dokumentation zur Schallausbreitung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1,
- /10/ Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V150-5.6/6.0 MW, Dokument-Nr. 0079-9481.V07, Vestas Wind Systems A/S, 19.03.2021,
- /11/ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen, Lärmschutz in Hessen, Heft 5, 2015,
- /12/ Ermittlung und Beurteilung von Koronageräuschen an Höchstspannungsfreileitungen, Lärmbekämpfung Band 6 (2012) Nr. 4 - Juli,
- /13/ Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND), 31.01.2018,
- /14/ Auslegung der LAI Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Stand: 27.03.2018,
- /15/ Schalltechnische Untersuchung zur geplanten Freileitungstrasse B 157 UW Redwitz – Landesgrenze, Bericht-Nr. F13/094-LG, TÜV Süd, 25.04.2013.

#### 4 Örtliche Gegebenheiten

Der Windpark Ohe befindet sich südlich der Ortschaft Ohe in der Gemeinde Schülldorf im Landkreis Rendsburg-Eckernförde in Schleswig-Holstein. Nördlich des Windparks verläuft die Dorfstraße (L 123). Östlich des Windparks verläuft die Autobahn A7 und westlich verläuft die Landstraße L 255. In der Umgebung des Windparks befinden sich vereinzelte Hofstellen und Wohnhäuser. Das Gelände weist keine für die Schallausbreitungsberechnung relevanten Höhenunterschiede auf. Einen genauen Überblick über die örtlichen Gegebenheiten vermitteln der Lageplan sowie die Fotodokumentation im Anhang des Berichtes.

#### 5 Anlagenbeschreibung

Die geplanten Windenergieanlagen weisen folgende technische Eigenschaften auf:

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| Typ:                 | Vestas V150-6.0 MW mit Serrations |
| Leistungsbegrenzung: | pitch                             |
| Drehzahlregelung:    | variabel                          |
| Nennleistung:        | 6.0 MW                            |
| Rotordurchmesser:    | 150 m                             |
| Rotorblätter:        | 3                                 |
| Nabenhöhe:           | 125 m                             |
| Turmbauart:          | Stahlrohrturm                     |

Für die geplanten Windenergieanlagen wurden vom Auftraggeber folgende Standortkoordinaten angegeben:

**Tabelle 1 Koordinaten der geplanten Windenergieanlagen**

| Anlage | Koordinaten und Nabenhöhen, UTM 32 (ETRS89) |               |                         | Typ                |
|--------|---|---------------|-------------------------|--------------------|
|        | Rechtswert in m                             | Hochwert in m | Nabenhöhe in m über GOK |                    |
| WEA 1  | 549.224                                     | 6.014.140     | 125                     | Vestas V150-6.0 MW |
| WEA 2  | 549.453                                     | 6.013.763     | 125                     | Vestas V150-6.0 MW |
| WEA 3  | 549.882                                     | 6.013.471     | 125                     | Vestas V150-6.0 MW |
| WEA 4  | 549.827                                     | 6.013.916     | 125                     | Vestas V150-6.0 MW |

Die Lage der Standorte kann auch dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

## 6 Grundlagen zur Geräuschbeurteilung

Die Einwirkung des zu beurteilenden Geräusches wird entsprechend der TA Lärm /1/ anhand eines Beurteilungspegels bewertet, der aus den A-bewerteten Schallpegeln unter Berücksichtigung der Einwirkdauer, der Tageszeit des Auftretens und besonderen Zuschlägen, z. B. für Töne, Impulse oder den Informationsgehalt, gebildet wird.

### **Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit $K_T$ :**

Für die Teilzeiten, in denen in den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag  $K_T$  je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche nicht ton- oder informationshaltig sind, ist  $K_T = 0$  dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

### **Zuschlag für Impulshaltigkeit $K_I$ :**

Für die Teilzeiten, in denen das zu beurteilende Geräusch Impulse enthält, ist für den Zuschlag  $K_I$  je nach Störwirkung der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche keine Impulse enthalten, ist  $K_I = 0$  dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

### **Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit:**

Für folgende Zeiten ist in Gebieten nach Buchstaben e) bis g) (siehe unten) bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu berücksichtigen:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. an Werktagen            | 06.00 - 07.00 Uhr,<br>20.00 - 22.00 Uhr.                       |
| 2. an Sonn- und Feiertagen | 06.00 - 09.00 Uhr,<br>13.00 - 15.00 Uhr,<br>20.00 - 22.00 Uhr. |

Die Immissionsrichtwerte sind gemäß Abschnitt 6.1 der TA Lärm /1/ wie folgt festgelegt:

**Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:**

Beurteilungspegel werden vor dem Vergleich mit dem Immissionsrichtwert mathematisch korrekt auf ganze Zahlen gerundet.

Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

a) in Industriegebieten

70 dB(A)

b) in Gewerbegebieten

tags 65 dB(A)

nachts 50 dB(A)

c) in urbanen Gebieten

tags 63 dB(A)

nachts 45 dB(A)

d) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags 60 dB(A)

nachts 45 dB(A)

e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags 55 dB(A)

nachts 40 dB(A)

f) in reinen Wohngebieten

tags 50 dB(A)

nachts 35 dB(A)

g) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

tags 45 dB(A)

nachts 35 dB(A).

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z. B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt. Die Nachtzeit beträgt acht Stunden, sie beginnt im Allgemeinen um 22.00 Uhr und endet um 6.00 Uhr. Im Fall abweichender örtlicher Regelungen sind diese zu Grunde zu legen.

Zur Zuordnung der Einwirkungsorte zu den unter a) bis g) bezeichneten Gebieten und Einrichtungen ist in der TA Lärm /1/ folgendes festgelegt:

Die Art der mit a) bis g) bezeichneten Gebiete und Einrichtungen ergibt sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen sowie Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Nutzung zu beurteilen.

## 7 Immissionsorte, Zuordnung nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten wurden folgende maßgebliche Immissionsorte für die Beurteilung der Geräuschimmissionen, verursacht durch das geplante Vorhaben, festgesetzt:

**Tabelle 2 Einstufung der maßgeblichen Immissionsorte nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit**

| Immissionsort | Lage / Adresse                    | Höhe des Immissionsortes in m | Einstufung der Schutzbedürftigkeit | Immissionsrichtwerte in dB(A) |           |
|---------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------|
|               |                                   |                               |                                    | Tageszeit                     | Nachtzeit |
| IO 1          | Heidkrug 3, 24790 Schülldorf      | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 2          | Bornbrook 1, 24783 Osterrönfeld   | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 3          | Burhorst 5, 24790 Schülldorf      | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 4          | Ohe 2, 24790 Schülldorf           | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 5          | Eggershof, 24790 Haßmoor          | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 6          | Wittenkamp 2, 24790 Haßmoor       | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 7          | Wittenkamp 5, 24790 Haßmoor       | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 8          | Branden, 24790 Haßmoor            | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 9*         | Schwarzer Weg, 24783 Osterrönfeld | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 10         | Burhorst 4, 24790 Schülldorf      | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 11         | Burhorst 3, 24790 Schülldorf      | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |

| Immissionsort | Lage / Adresse                     | Höhe des Immissionsortes in m | Einstufung der Schutzbedürftigkeit | Immissionsrichtwerte in dB(A) |           |
|---------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------|
|               |                                    |                               |                                    | Tageszeit                     | Nachtzeit |
| IO 12         | Uhlenhorst 1, 24790 Schülldorf     | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 13         | Kameruner Weg 22, 24802 Emkendorf  | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |
| IO 14         | Timmerhorstweg 11, 24802 Emkendorf | 5                             | MD                                 | 60                            | 45        |

<sup>7)</sup> Keine Hausnummer vorhanden

Die genaue Lage der Immissionsorte wurde im Rahmen einer Ortsbesichtigung geprüft und kann dem Lageplan in Anlage 1 des Berichtes entnommen werden. Für die Bereiche existieren laut Auskunft des Auftraggebers keine rechtskräftigen Bebauungspläne. Die Einstufung der Schutzbedürftigkeit der Wohnbebauungen erfolgt entsprechend der tatsächlichen Nutzung.

## 8 Schallquellen

### 8.1 Vorbelastung

Auf dem Eggershof, nordöstlich der geplanten WEA, wird zwar eine Biogasanlage betrieben, jedoch liegt in diesem Bereich der Einzelbeitrag jeder geplanten WEA mindestens 12 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert der TA Lärm /1/. Somit werden in diesem Bereich keine wahrnehmbaren zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen verursacht. Eine Überschreitung des Immissionsrichtwertes um mehr als 1 dB durch die Gesamtbelastung ist in diesem Bereich damit ausgeschlossen. Die restlichen Immissionsorte weisen zur Biogasanlage einen Abstand von mehr als 600 m auf. Damit ist durch die Biogasanlage kein immissionsrelevanter Beitrag an den restlichen Immissionsorten zu erwarten.

Gemäß des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) sind alle nicht genehmigungsbedürftigen landwirtschaftliche Anlagen unabhängig von Ihrer Größe als gewerbliche Vorbelastung zu berücksichtigen. Im Rahmen der Ortsbesichtigung am 14.08.2015 wurden im Wesentlichen ältere Hofstellen und kleinere Tierställe ausgemacht, die jedoch nach in Augenscheinnahme deutlich unter der Größe einer genehmigungsbedürftigen Anlage gemäß 4. BImSchV, Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, liegen und keine immissionsrelevanten Einflüsse an den maßgeblichen Immissionsorten besitzen. Eine detaillierte Betrachtung der vorhandenen landwirtschaftlichen Betriebe wurde daher im Rahmen dieser Untersuchung nicht durchgeführt.

Im Umfeld der geplanten Windenergieanlagen bzw. der maßgeblichen Immissionsorte sind außerdem mehrere Freileitungen vorhanden, die bei den Berechnungen mit zu berücksichtigen sind.

Die Geräuschemissionen von Höchstspannungsleitungen werden durch das Auftreten von Koronaentladungen (Koronageräuschen) verursacht, deren Lautstärken von unterschiedlichen Einflussfaktoren abhängig sind.

Eine Hauptursache für das Auftreten von Koronageräuschen ist die Benetzung der Leiterseile mit Wasser (z. B. Regen, Schnee, Nebel). Neben der Witterungsverhältnisse sind zudem die Höhe der Spannung und die Art der Beseilung (Durchmesser, Bündelung usw.), aus welcher die direkte Randfeldstärke resultiert, sowie die Oberflächenbeschaffung der einzelnen Leiterseile (Verschmutzung etc.).

Bei hohem Niederschlag sind die Koronageräusche erwartungsgemäß wesentlich lauter als bei geringem Niederschlag, Nebel, Raureif oder ähnlichen Witterungsverhältnissen. Hoch- und Mittelspannungsleitungen bis einschließlich 110 kV sind von dem Phänomen der Koronageräusche nicht betroffen, da hier die elektrischen Ausgangsfeldstärken auf den Leiterseilen zu gering sind, um relevante Koronaentladungen zu verursachen. Die in der Umgebung des Windparks vorhandenen 110 kV-Trassen sind, daher im Rahmen der Berechnungen zu vernachlässigen.

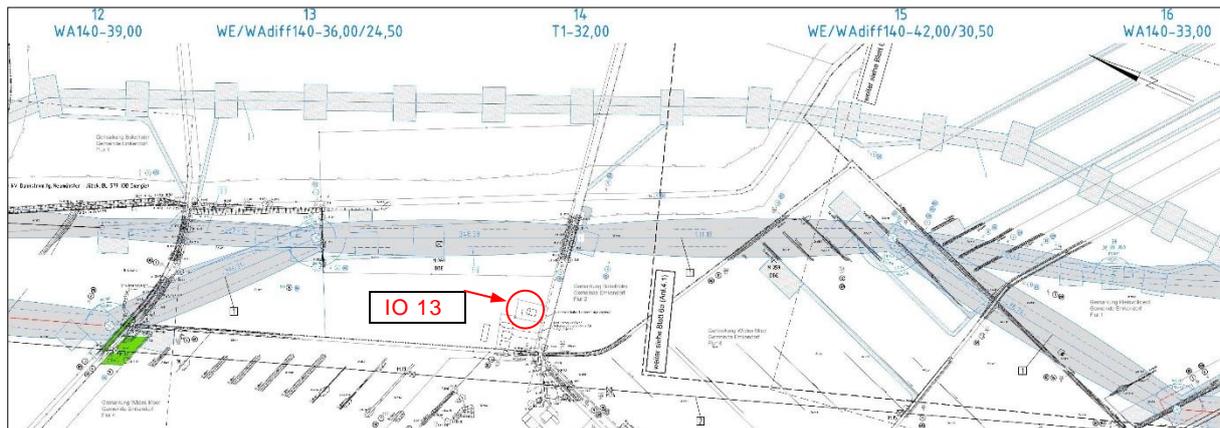
In /11/ wird darüber hinaus beschrieben, dass bereits während der Emissions- und Immissionsmessungen mit idealisierten Umgebungsbedingungen (weicher Ackerboden bzw. Wiese; keine Gebäude in näherer Umgebung mit Vordächern o. ä.) die Leiterseilgeräusche nur bei sehr geringen Regenstärken (0,0 - 0,2 mm/5 min) auch in Entfernungen bis zu 112 m überhaupt wahrgenommen werden konnten. Bei höheren Regenniederschlägen steigt das Fremdgeräusch gemäß /11/ durch das Regenrauschen an und die Leiterseilemissionen sind nur noch bis etwa 38 m gut zu hören. Zwischen 38 m und 63 m „verschwimmen“ die Leiterseilgeräusche gemäß /11/ fortlaufend mit dem Regenrauschen, und es kann keine klare Trennung mehr vollzogen werden (Überdeckung).

Unter Berücksichtigung der o. g. Fremdgeräuschüberdeckung wurde daher zunächst geprüft, welche maßgeblichen Immissionsorte sich im potenziellen Einwirkungsbereich der Freileitungstrassen (> 110 kV) befinden. Als Einwirkungsbereich wird definiert, wenn der Abstand zwischen Bebauung und Mittelachse weniger als 155 m beträgt (erforderlicher Mindestabstand, um den Immissionsrichtwert eines WR-Gebietes von 35 dB(A) nachts einzuhalten) /15/.

Die Vorabermittlung ergab, dass sich lediglich der Immissionsort IO 13 (Wohnhaus Kameruner Weg 22) mit einem Abstand von ca. 90 m zur östlich verlaufenden 380 kV-Höchstspannungsfreileitung LH-13-317 zwischen Audorf-Hamburg/Nord innerhalb des o. g. Einwirkungsbereiches befindet. Alle anderen maßgeblichen Immissionsorte befinden sich mehr als 155 m entfernt zu den relevanten Höchstspannungsfreileitungen. Der relevante Bereich, zur Ermittlung der Schallimmissionen am IO 13, verursacht durch die 380 kV-Höchstspannungsfreileitung LH-13-317, befindet sich zwischen dem Mast Nr. 12 und dem Mast Nr. 16.

Eine Übersicht über den relevanten Abschnitt 12 bis 16 ist dem folgenden Ausschnitt aus dem Lageplan der TenneT TSO GmbH zu entnehmen.

**Abbildung 1 Auszug aus dem Lageplan der 380-kV-Ltg. Audorf – Hamburg/Nord Nr. 317; Mast Nr. 12 – Mast Nr. 16 der TenneT TSO GmbH**



Nach Auskunft der TenneT TSO GmbH handelt es sich zwischen dem Mast Nr. 12 und Mast Nr. 13 um eine 380-kV-Leitung mit 6 Phasen (2 Stromkreise). Jede Phase besteht wiederum aus einem 4-er Bündel mit Leiterseilen vom Typ 564-AL1/72-ST1A. Anhand der angegebenen Leiterquerschnitte handelt es sich gemäß Definition aus /11/ somit um „dicke“ Leiterseile. Die niedrigste Phasenführung zwischen Mast Nr. 12 und Mast Nr. 13 ist mit 15,7 m Bodenabstand der unteren Phasen angegeben. Zwischen Mast Nr. 13 und Mast Nr. 15 liegt die niedrigste Phasenführung bei 10,7 m Bodenabstand der unteren Phasen. Die niedrigste Phasenführung zwischen Mast Nr. 15 und Mast Nr. 16 ist mit 16 m Bodenabstand der unteren Phasen angegeben.

Die oben angegebenen Durchhänge der Leiterseile wurden bei den Berechnungen mit berücksichtigt. Hierzu wurden die Linienschallquellen zwischen den einzelnen Mastabschnitten in jeweils zwei Segmente eingeteilt. Unter Berücksichtigung der von der TenneT TSO GmbH angegebenen Masthöhen wurde somit der Verlauf der Leiterseile zwischen den Mastabschnitten gemäß /11/ nachgebildet.

Wie bereits oben beschrieben, besteht die Trasse in dem für die Schallausbreitungsberechnungen relevanten Bereich aus zwei Stromkreisen mit jeweils 3 Leiterseilbündeln (3 Leiterseilbündel rechts und 3 Leiterseilbündel links der Mastachse). Ein Leiterseilbündel besteht nochmals aus 4 einzelnen Leiterseilen (4-er Bündel), die allerdings akustisch nicht weiter differenziert werden.

Bei Regenniederschlag kommt es mit zunehmender Regenstärke zu einer Überlagerung der tonalen Komponente durch das damit verbundene Regengeräusch. Daher beträgt die Bewertung der Tonalität bei starkem Regen nur 3 dB(A) in Trassennähe. Ab Entfernungen > 25 m ist gemäß /11/ aufgrund der Überdeckung kein Tonzuschlag mehr zu erteilen.

Zur sicheren Seite wurde jedoch im Rahmen der Berechnungen ein emissionsseitiger Tonzuschlag von 3 dB berücksichtigt. Gemäß /11/ ergibt sich der höchste längenbezogene Schalleistungspegel für „dicke“ Leiterseile mit  $L_{WA'} = 48,6 \text{ dB(A)/m}$  Leiterseilbündel. Dieser Wert bezieht sich auf starken Regenfall mit einer Niederschlagsmenge ( $> 4,8 \text{ mm/h}$  bzw. entsprechend  $> 0,4 \text{ mm/5 min}$ ). Im Rahmen der Berechnungen wurde somit für insgesamt 6 Leiterseilbündeln ein längenbezogener Schalleistungspegel von  $L_{WA'} = 56,4 \text{ dB(A)} + 3 \text{ dB}$  Tonzuschlag =  $59,3 \text{ dB(A)}$  pro Leiterseilbündel berücksichtigt.

## 8.2 Fremdgeräusche

Fremdgeräusche entstehen durch Windgeräusche an den in der Nähe der Wohnhäuser stehenden Bäumen und Sträuchern sowie in geringem Umfang durch den Straßenverkehr. Je nach Vegetation am Immissionsort, Bauweise der Wohnhäuser und Windrichtung können die Geräusche der WEA durch windinduzierte Fremdgeräusche verdeckt werden. In der Regel tritt diese Verdeckung jedoch erst bei höheren Windgeschwindigkeiten auf. Da die o. g. WEA ihre Nennleistung bereits unterhalb von  $v_s = 10 \text{ m/s}$  erreichen, kann für das Genehmigungsverfahren zunächst nicht von einer Verdeckung der Anlagengeräusche durch windinduzierte Geräusche ausgegangen werden.

## 8.3 Schalleistungspegel der Windenergieanlagen

Gemäß den LAI-Hinweisen /8/ sollen als Eingangskenngrößen für Schalimmissionsprognosen die für den geplanten WEA-Typ und Betriebsmodus spezifischen Schalleistungspegel verwendet werden. Dieser wird anhand einer Einfachvermessung, der Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen oder den Angaben des Herstellers ermittelt.

Für die Windenergieanlage vom Typ Vestas V150-6.0 MW mit Serrations liegt bisher kein Messbericht vor. Von der Vestas Wind Systems A/S wird für den Betrieb der Vestas V150-6.0 MW im leistungsoptimierten Betrieb (Betriebsmodus PO6000) ein maximaler Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 104,9 \text{ dB(A)}$  angegeben /10/. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die geplanten WEA dem Stand der Technik entsprechen, und somit keine immissionsrelevanten Ton- und Impulshaltigkeiten von den geplanten Windenergieanlagen ausgehen.

Hinsichtlich eines zu berücksichtigenden Tonzuschlags soll gemäß /8/ wie folgt verfahren werden:

$$0 < K_{TN} \leq 2 \text{ Tonzuschlag } K_T \text{ von } 0 \text{ dB}$$

Dabei ist:

$K_{TN}$ : Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der FGW-Richtlinie gemessen,

$K_T$ : Tonzuschlag, der bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden ist.

WEA, die im Nahbereich höhere tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, sind nicht Stand der Technik. Falls im Nahbereich im Frequenzbereich ab 3 kHz eine Tonhaltigkeit von  $K_{TN} > 2$  dB festgestellt wird, und im Emissionsmessbericht plausibel und nachvollziehbar dargelegt wird, dass die festgestellte Tonhaltigkeit aufgrund der hohen Luftabsorption für Immissionsorte in Abständen größer als 500 m keine Immissionsrelevanz hat, kann in der Geräuschprognose der Tonzuschlag in dem entsprechenden Entfernungsbereich zu  $K_T = 0$  dB gesetzt werden.

Für WEA-Typen, bei denen in Messberichten nach der FGW-Richtlinie ein  $K_{TN} = 2$  dB im Nahbereich ausgewiesen wird, ist gemäß Ziffer 5.3 in /8/ am maßgeblichen Immissionsort eine Abnahmemessung zur Beurteilung der Tonhaltigkeit erforderlich. Wird hierbei eine immissionsseitige Tonhaltigkeit festgestellt, müssen Maßnahmen zur Minderung der Tonhaltigkeit ergriffen werden (kurzfristig: z. B. Vermeiden des Dauerbetriebs mit der Drehzahl, bei welcher die Tonhaltigkeit auftritt; langfristig: technische Minderungsmaßnahmen).

Die durch die Drehbewegung der Rotorblätter erzeugte windkraftanlagentypische Geräuschcharakteristik ist in der Regel weder als ton- noch als impulshaltig einzustufen. Die Infraschallerzeugung moderner WEA liegt selbst im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen /8/. Damit sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.

Gemäß der Auslegung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen /14/, die in einem Fachgespräch im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz entstanden sind, sind die Unsicherheiten gemäß Auskunft des LLUR im Bundesland Schleswig-Holstein in der Prognose für ein Genehmigungsverfahren mit Herstellerangaben wie folgt zu berücksichtigen:

Die Ausbreitungsrechnung der Prognose mit dem Interimsverfahren /9/ ist mit den vom Hersteller angegebenen Oktavschallleistungspegeln ( $L_{WA,Okt,i}$ ) durchzuführen. Die Schallausbreitungsrechnung einer WEA ist wie folgt durchzuführen:

$$L_{r,i} = 10 \lg \sum_{i=63\text{Hz}}^{4000\text{Hz}} 10^{0,1 \left( L_{WA,Okt,i} + 1,28 \sqrt{\sigma_{Prog}^2 + \sigma_R^2} - A_i \right)} \leq IRW$$

Dabei ist:

- $A_i$  = Die nach dem Interimsverfahren in der Oktave  $i$  zu berücksichtigenden Ausbreitungsterme
- $IRW$  = Immissionsrichtwert
- $\sigma_R$  = Unsicherheit für die Typvermessung
- $\sigma_{Prog}$  = Standardabweichung der Prognoseberechnung
- $L_{r,i}$  = Beurteilungspegel am Immissionsort
- $L_{WA,Okt,i}$  = vom Hersteller angegebener Oktavschallleistungspegel

Nach Abschnitt A.2.3.1 der TA Lärm /1/ soll die Prognose in der Regel in Oktaven für die Mittenfrequenzen 63 Hz bis 4000 Hz erfolgen. Sofern Daten für die 31,5 Hz-Oktave verfügbar sind, sind diese mit zu berücksichtigen. Die 8 kHz-Oktave hat bei Windenergieanlagen keine Immissionsrelevanz und könnte daher entfallen.

Für Vestas V150-6.0 MW wurde für die Unsicherheit der Typvermessung ein Wert von  $\sigma_R = 0,5$  dB berücksichtigt. Die Prognoseunsicherheit wurde gemäß /8/ mit  $\sigma_{\text{prog}} = 1$  dB berücksichtigt.

Für die Immissionsprognose ergibt sich für ein erforderliches Vertrauensniveau von 90 % somit die Gesamtunsicherheit von 1,43 dB.

Die im Rahmen der Berechnung verwendeten Oktavspektren können der folgenden Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 3 Schalleistungspegel WEA Typ Vestas V150-6.0 MW aus /10/**

| Betriebskennlinie | Schalleistungspegel in dB(A) |        |        |        |       |       |       |       |       |
|-------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 63 Hz                        | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | Summe |
| V150 Mode PO6000  | 85,5                         | 93,3   | 98,2   | 100,1  | 99,0  | 94,8  | 87,7  | 77,6  | 104,9 |

Für die Immissionsberechnungen werden daher folgende schalltechnischen Kenngrößen als oberer Vertrauensbereich berücksichtigt:

Vestas V150-6.0 MW, leistungsoptimiert  
 $h_N = 125$  m

$L_{WA} = 104,9$  dB(A) + 1,43 dB = 106,3 dB(A)  
 $K_T = 0$  dB,  $K_I = 0$  dB

Für die geplanten Windenergieanlagen wird eine Einwirkzeit von 24 Stunden pro Tag im Nennleistungsbetrieb berücksichtigt.

## 9 Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen

### 9.1 Schallausbreitungsmodell

Die Beurteilungspegel werden, wie in Abschnitt 6 bereits erläutert, aus den Schalleistungspegeln, ihren Einwirkzeiten und den ggf. erforderlichen Zuschlägen ermittelt. Weiterhin wurde für die geplanten WEA gemäß /8/ der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels ermittelt. Die Schallimmissionsprognose ist gemäß Nr. A 2 der TA Lärm /1/ nach der DIN ISO 9613-2 /2/ durchzuführen.

Die DIN ISO 9613-2 /2/ gilt für die Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ /9/ veröffentlicht. Für WEA als hochliegende Schallquellen (> 50 m) sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

Die Immissionsprognose der Windenergieanlagen erfolgt nach der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/. Die Berechnungen wurden gemäß /9/ frequenzselektiv durchgeführt. Die Berechnung der Koronageräusche der Freileitungen gemäß /12/ erfolgt nach DIN ISO 9613-2 – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien /2/ ebenfalls frequenzselektiv mit dem Rechenprogramm Cadna A, Version 2021 MR2 der Datakustik GmbH. Zur Berechnung der Luftabsorption werden für die Berechnung der Schallimmissionen die Luftdämpfungskoeffizienten  $\alpha$  nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 /2/ für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10 °C angesetzt.

Gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/ wurde für die Bodendämpfung bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{gr} = -3$  dB berücksichtigt. Für die Schirmdämpfung wurde bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{bar} = 0$  dB berücksichtigt. Bei den Berechnungen der Koronageräusche der vorhandenen Freileitungen wurde für die Bodendämpfung ein Bodenfaktor von  $G = 0,5$  nach DIN ISO 9613-2 /2/ berücksichtigt ( $G = 0$  für harten (reflektierenden Boden) und  $G = 1$  für porösen (absorbierenden Boden)).

Die meteorologische Korrektur wurde im Rahmen der Berechnungen mit  $C_{met} = 0$  dB berücksichtigt.

In dem Rechenprogramm werden die Berechnungen richtlinienkonform anhand eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführt. Die Zerlegung komplexer Schallquellen in einzelne punktförmige Teilschallquellen in Abhängigkeit von den Abstandsverhältnissen erfolgt automatisch. Dabei werden z. T. mehrere hundert Schallquellen erzeugt. Die vollständige Dokumentation der Berechnungen umfasst eine erhebliche Datenmenge. Auf die vollständige Wiedergabe der Rechenprotokolle muss daher verzichtet werden. Diese können jedoch auf Wunsch jederzeit ausgedruckt oder auf Datenträger zur Verfügung gestellt werden.

In Anlage 2 sind die Eingabedaten für die Berechnung vollständig dargestellt. In Anlage 3 sind die berechneten Beurteilungspegel und die oberen Vertrauensbereiche der Beurteilungspegel dargestellt. In Anlage 5 ist ein Berechnungsprotokoll, exemplarisch für den Immissionsort IO 13, aufgeführt. Anlage 7 enthält Auszüge aus den Datenblättern des Herstellers.

## 9.2 Ergebnisse und Beurteilung

Tagsüber befinden sich bei Betrieb der geplanten WEA im leistungsoptimierten Betrieb keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen. Im Folgenden wird daher nur die kritische Nachtzeit betrachtet.

Die unter Berücksichtigung der Gesamtunsicherheit berechneten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Immissionsanteile der schalltechnisch relevanten Windenergieanlagen sowie die ungerundeten Beurteilungspegel der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für alle maßgeblichen Immissionsorte sind in der als Anlage 3 beigefügten Tabelle aufgeführt.

Die folgende Tabelle 4 fasst die für alle maßgeblichen Immissionsorte errechneten oberen Vertrauensbereichsgrenzen der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der in Abschnitt 8 dargestellten Emissionsansätze für den Beurteilungszeitraum nachts zusammen. Dabei wurde zu Grunde gelegt, dass die geplanten vier WEA nachts im leistungsoptimierten Betrieb betrieben werden.

**Tabelle 4 Beurteilungspegel, bzw. oberer Vertrauensbereich der Beurteilungspegel für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung in der Nachtzeit**

| Immissionsort | Beurteilungspegel, bzw. oberer Vertrauensbereich der Beurteilungspegel in dB(A), nachts |     |     | Immissionsrichtwerte in dB(A)<br>Nachtzeit |
|---------------|---|-----|-----|--|
|               | VB  | ZB  | GB  |  |
| IO 1          | -1)   | 39  | 39  | 45   |
| IO 2          | -1)   | 34  | 34  | 45   |
| IO 3          | -1)   | 40  | 40  | 45   |
| IO 4          | -1)   | 38  | 38  | 45   |
| IO 5          | -1)   | 34  | 34  | 45   |
| IO 6          | -1)   | 35  | 35  | 45   |
| IO 7          | -1)   | 37  | 37  | 45   |
| IO 8          | -1)   | 38  | 38  | 45   |
| IO 9          | -1)   | -1) | -1) | 45   |
| IO 10         | -1)   | 36  | 36  | 45   |
| IO 11         | -1)   | -1) | -1) | 45   |
| IO 12         | -1)   | 44  | 44  | 45   |
| IO 13         | -1)   | -1) | -1) | 45   |
| IO 14         | -1)   | -1) | -1) | 45   |

**Fettdruck:** Überschreitung des Immissionsrichtwertes

VB = Schallimmissionen durch die vorhandenen WEA und sonstige gewerbliche Betriebe

ZB = Schallimmissionen durch die geplanten WEA

GB = Schallimmissionen durch die VB und ZB

- 1) Der Immissionsbeitrag jeder einzelnen geplanten oder vorhandenen WEA liegt an diesem Immissionsort mindestens 12 dB unter dem Immissionsrichtwert

Die Berechnungen ergaben, dass die Immissionsrichtwerte der TA Lärm /1/ nachts an allen Immissionsorten durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung unterschritten werden.

Zur Veranschaulichung der Ausbreitung des Lärms im Untersuchungsgebiet wurden Isophonen, d. h. Linien gleicher mittlerer Beurteilungspegel, errechnet. Die Aufpunkthöhe wurde mit 5 m angesetzt, das entspricht der Höhe der Fenster im ersten Obergeschoss. Die Isophonen stellen Grenzen dar, hinter denen der zugehörige Beurteilungspegel eingehalten bzw. unterschritten wird.

Die beigefügten Immissionsraster in Anlage 4 sind die Isophonen für den oberen Vertrauensbereich der Beurteilungspegel nachts dargestellt. Eventuelle Abweichungen zu den tabellarischen Ergebnissen in Anlage 3 ergeben sich aus dem Sachverhalt, dass bei der Ermittlung der Beurteilungspegel nur die Betriebe und Anlagen als VB berücksichtigt wurden, deren Immissionsbeiträge am betrachteten Immissionsort bis zu 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen.

Eine Überschreitung des Spitzenpegelkriteriums nach TA Lärm, Nr. 6.1 /1/ durch einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen ist nicht zu erwarten. Tieffrequente Geräusche werden in Abschnitt 9.4 gesondert betrachtet.

Damit sind die geplanten WEA vom Typ Vestas V150-6.0 MW aus sachverständiger Sicht tags und nachts im leistungsoptimierten Betrieb (Mode PO6000) im Sinne der TA Lärm /1/, der LAI-Hinweise /8/ und des Erlasses des MELUND /13/ genehmigungsfähig.

### 9.3 Qualität der Ergebnisse

Die TA Lärm /1/ fordert unter Punkt 3.5 des Anhangs eine Aussage zur Qualität der Ergebnisse. In den Hinweisen des LAI /8/ werden die Anforderungen der TA Lärm /1/ an die Durchführung von Immissionsprognosen im Rahmen der Errichtung und des Betriebes von WEA konkretisiert. Die der Schallimmissionsprognose zu Grunde liegenden Emissionswerte beinhalten verfahrensbedingte Ungenauigkeiten. Bei der Prognose ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert auch bei Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten (Produkt- oder Serienstreuung, Messunsicherheit) und der Ausbreitungsrechnung nicht überschritten wird.

Zur Berechnung der Beurteilungspegel wurde entsprechend der Empfehlungen des LAI /8/ das Interimsverfahren gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/ durchgeführt. Die Berechnungen wurden gemäß /9/ frequenzselektiv durchgeführt. Dämpfungen durch Bewuchs wurden nicht berücksichtigt. Gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /9/ für die Bodendämpfung, wurde bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{gr} = -3$  dB berücksichtigt. Für die Schirmdämpfung wurde bei den Berechnungen ein Wert von  $A_{bar} = 0$  dB berücksichtigt. Darüber hinaus wurde gemäß der LAI-Hinweise /8/ der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels für die geplanten WEA berücksichtigt. Die Berechnungen enthalten damit Sicherheiten.

#### 9.4 Tieffrequente Geräusche

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auch das Auftreten tieffrequenter Geräusche entsprechend Punkt 7.3 der TA Lärm /1/ untersucht. In der TA Lärm /1/ werden Hinweise zur Ermittlung und Bewertung schädlicher Umwelteinwirkungen in Innenräumen gegeben. Aufgrund der schalltechnischen Komplexität von Innenräumen (Größe, Ausstattung, Außenbauteile) sind allgemeingültige Regeln, die von Außenschallpegeln eindeutig auf das Vorliegen von tieffrequenten Geräuschen in Innenräumen schließen lassen, bisher nicht vorhanden. Aus den Ergebnissen von Messungen, die im Außenbereich vorgenommen wurden, sind daher nur Abschätzungen tieffrequenter Geräusche im Innenraum möglich.

Gemäß unseren eigenen und den im Arbeitskreis Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e. V. vorliegenden Erfahrungen bei Messungen von Geräuschen in Wohnhäusern im Einwirkungsbereich von Windenergieanlagen ist das Auftreten deutlich wahrnehmbarer tieffrequenter Geräusche im Sinne der DIN 45680 /4/ an Windenergieanlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, nicht zu erwarten. Angesichts der großen Entfernungen zwischen den Immissionsorten und den geplanten WEA ist mit Belästigungen durch tieffrequente Geräusche im Sinne der TA Lärm /1/ in Verbindung mit der DIN 45680 /4/ daher nicht zu rechnen.

Prüfer:

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hünenberg  
(Geschäftsführer / Messstellenleiter)

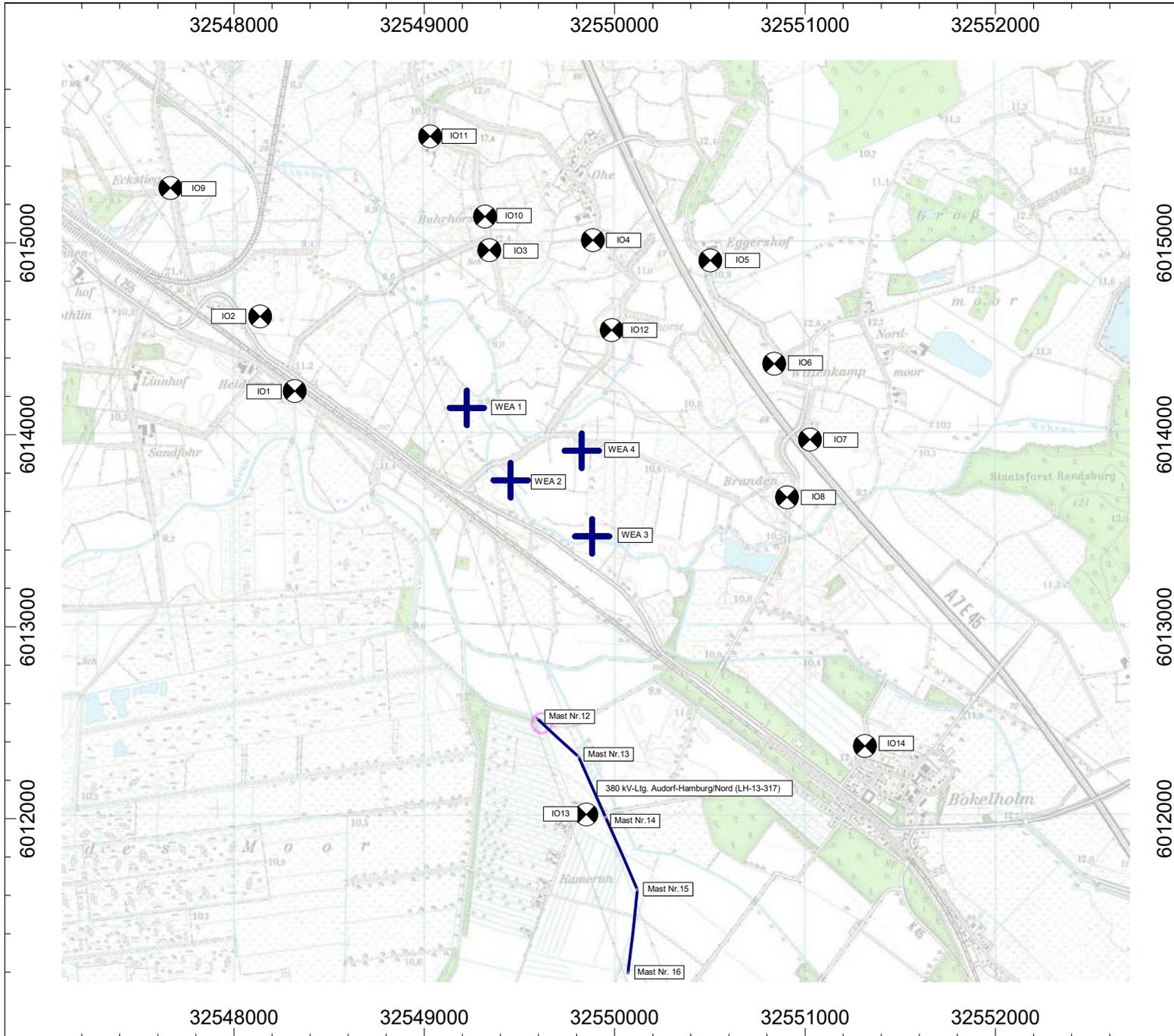


Verfasser:

B. Eng. Björn Klefer  
(Sachverständiger / stellv. Messstellenleiter)

## **Anlage 1**

### **Lageplan mit Immissionsorten und Schallquellen**



-  Punktquelle
-  Linienquelle
-  Immissionspunkt
-  Rechengebiet

**Anlage 1.1**

Lageplan mit Immissionsorten  
 und Schallquellen



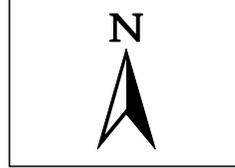
**Maßstab:  
 1:30000**



-  Punktquelle
-  Linienquelle
-  Immissionspunkt
-  Rechengebiet

**Anlage 1.2**

Lageplan mit Immissionsorten  
 und Schallquellen



**Maßstab:**  
**1:10000**

**Anlage 2**  
**Eingabedaten**

## Anlage 2 - Eingabedaten

### Schallquellen

#### Punktquellen

| Bezeichnung | M. | ID | Schalleistung Lw |       |       | Lw / Li |                         |       |     | Korrektur |       |   |        | Schalldämmung |      | Dämpfung |       |       | Einwirkzeit |         |        | K0  | Freq.       | Richtw.    | Höhe   | Koordinaten |     |     |
|-------------|----|----|------------------|-------|-------|---------|-------------------------|-------|-----|-----------|-------|---|--------|---------------|------|----------|-------|-------|-------------|---------|--------|-----|-------------|------------|--------|-------------|-----|-----|
|             |    |    | Tag              | Abend | Nacht | Typ     | Wert                    | norm. | Tag | Abend     | Nacht | R | Fläche | Tag           | Ruhe | Nacht    | Tag   | Ruhe  | Nacht       | X       | Y      |     |             |            |        | Z           |     |     |
|             |    |    | (dBA)            | (dBA) | (dBA) |         |                         |       |     |           |       |   |        |               | (m²) | (min)    | (min) | (min) | (dB)        | (Hz)    |        | (m) | (m)         | (m)        | (m)    | (m)         | (m) | (m) |
| WEA 1       | ~  | zb | 106,3            | 106,3 | 106,3 | Lw      | specV150ModePO6000+1,43 |       | 0,0 | 0,0       | 0,0   |   |        |               |      |          |       | 0,0   |             | (keine) | 125,00 | r   | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00 |             |     |     |
| WEA 2       | ~  | zb | 106,3            | 106,3 | 106,3 | Lw      | specV150ModePO6000+1,43 |       | 0,0 | 0,0       | 0,0   |   |        |               |      |          |       | 0,0   |             | (keine) | 125,00 | r   | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00 |             |     |     |
| WEA 3       | ~  | zb | 106,3            | 106,3 | 106,3 | Lw      | specV150ModePO6000+1,43 |       | 0,0 | 0,0       | 0,0   |   |        |               |      |          |       | 0,0   |             | (keine) | 125,00 | r   | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00 |             |     |     |
| WEA 4       | ~  | zb | 106,3            | 106,3 | 106,3 | Lw      | specV150ModePO6000+1,43 |       | 0,0 | 0,0       | 0,0   |   |        |               |      |          |       | 0,0   |             | (keine) | 125,00 | r   | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00 |             |     |     |

### Immissionsorte

#### Immissionspunkte

| Bezeichnung | M. | ID | Richtwert |       | Nutzungsart |      |           | Höhe | Koordinaten |             |            |      |
|-------------|----|----|-----------|-------|-------------|------|-----------|------|-------------|-------------|------------|------|
|             |    |    | Tag       | Nacht | Gebiet      | Auto | Lärmart   |      | X           | Y           | Z          |      |
|             |    |    | (dBA)     | (dBA) |             |      |           | (m)  | (m)         | (m)         | (m)        |      |
| IO1         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32548319,54 | 6014228,24 | 5,00 |
| IO2         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32548137,61 | 6014616,34 | 5,00 |
| IO3         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32549341,29 | 6014961,41 | 5,00 |
| IO4         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32549885,56 | 6015013,20 | 5,00 |
| IO5         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32550502,21 | 6014908,25 | 5,00 |
| IO6         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32550837,18 | 6014369,61 | 5,00 |
| IO7         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32551025,65 | 6013975,38 | 5,00 |
| IO8         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32550905,18 | 6013673,87 | 5,00 |
| IO9         |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32547667,00 | 6015285,00 | 5,00 |
| IO10        |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32549319,00 | 6015137,00 | 5,00 |
| IO11        |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32549030,00 | 6015555,00 | 5,00 |
| IO12        |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32549984,00 | 6014545,00 | 5,00 |
| IO13        |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32549851,00 | 6012021,00 | 5,00 |
| IO14        |    | io | 60,0      | 45,0  | MI          |      | Industrie | 5,00 | r           | 32551314,59 | 6012378,65 | 5,00 |

### Spektren

#### Schalleistung

| Bezeichnung   | ID                 | Typ | Terzspektrum (dB) |      |      |      |       |      |      |      |      |       |       | Quelle                         |
|---------------|--------------------|-----|-------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|--------------------------------|
|               |                    |     | Bew.              | 63   | 125  | 250  | 500   | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A     | lin   |                                |
| V150 / PO6000 | specV150ModePO6000 | Lw  | A                 | 85,5 | 93,3 | 98,2 | 100,1 | 99,0 | 94,8 | 87,7 | 77,6 | 104,9 | 115,0 | Vestas Dok.-Nr.: 0079-9481.V07 |
| Freileitung   | specFreileitung    | Lw  | A                 | 25,5 | 37,1 | 34,2 | 41,3  | 48,3 | 53,7 | 54,3 | 55,3 | 59,7  | 61,1  | HLUG                           |

### **Anlage 3**

#### **Darstellung der Beurteilungspegel und Teilbeurteilungspegel**

### Anlage 3 - Immissionsanteile und Beurteilungspegel

Tabelle 1: Oberer Vertrauensbereich des Beurteilungspegels nachts

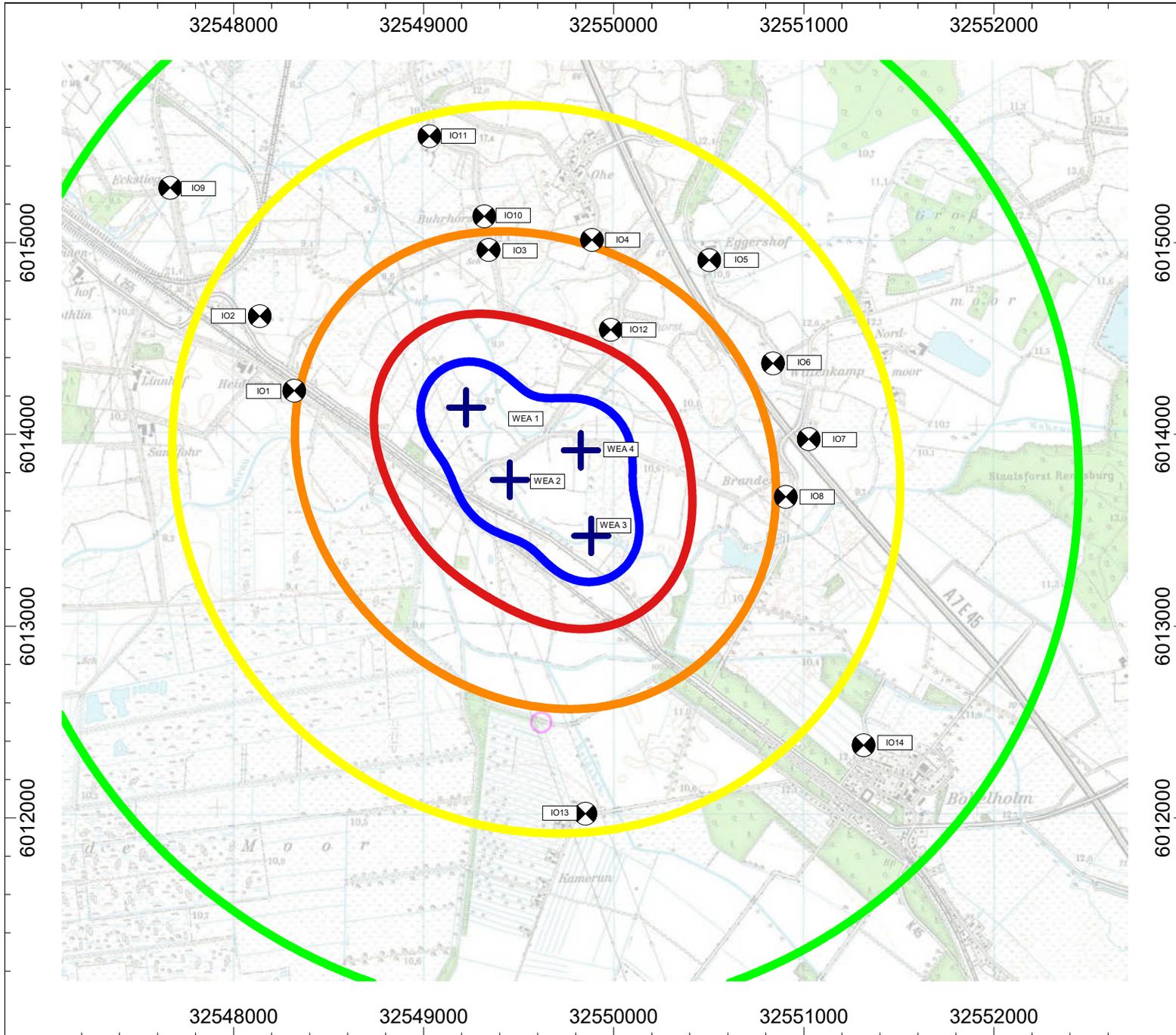
| Quelle  |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bezeichnung                                   | M. | ID   | IO1  | IO2  | IO3  | IO4  | IO5  | IO6  | IO7  | IO8  | IO9  | IO10 | IO11 | IO12 | IO13 | IO14 |
| <i>Geplante Windenergieanlagen</i>            |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| WEA 1   |    | zb   | 36,9 | 34,0 | 37,8 | 34,9 | 31,5 | 30,5 | 29,3 | 29,7 | 28,6 | 35,8 | 32,0 | 37,4 | 27,0 | 24,3 |
| WEA 2   |    | zb   | 33,7 | 31,0 | 33,9 | 32,9 | 31,1 | 31,4 | 30,8 | 31,8 | 26,2 | 32,4 | 29,1 | 36,4 | 29,5 | 26,4 |
| WEA 3   |    | zb   | 29,8 | 27,6 | 30,8 | 31,1 | 31,0 | 33,0 | 33,5 | 35,4 | 23,8 | 29,7 | 26,7 | 35,1 | 31,8 | 29,4 |
| WEA 4   |    | zb   | 31,2 | 29,2 | 34,3 | 34,9 | 33,9 | 34,8 | 33,9 | 34,8 | 25,2 | 32,9 | 29,2 | 40,2 | 28,8 | 27,3 |
| <i>Sonstige Betriebe und Anlagen</i>          |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 380 kV-Ltg. Audorf-Hamburg/Nord (LH-13-317) ~ |    | vbfl | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 1,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 30,7 | 5,1  |
| Vorbelastung                                  |    |      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Zusatzbelastung                               |    |      | 38,6 | 34,0 | 40,5 | 37,9 | 33,9 | 34,8 | 36,7 | 38,1 | -    | 35,8 | -    | 43,7 | -    | -    |
| Gesamtbelastung                               |    |      | 38,6 | 34,0 | 40,5 | 37,9 | 33,9 | 34,8 | 36,7 | 38,1 | -    | 35,8 | -    | 43,7 | -    | -    |
| Immissionsrichtwert                           |    |      | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   |
| Überschreitung                                |    |      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

Hinweis: Immissionsbeiträge, die mehr als 12 dB unter dem Immissionsrichtwert liegen, wurden bei der Ermittlung der Beurteilungspegel durch die Vorbelastung nicht berücksichtigt

#### Immissionsbeitrag der geplanten WEA liegt mindestens 12 dB unter dem Immissionsrichtwert?

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |      |    |      |    |    |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|----|------|----|----|
| WEA 1 | nein | nein | nein | nein | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja | nein | ja | nein | ja | ja |
| WEA 2 | nein | ja   | nein | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | ja | ja   | ja | nein | ja | ja |
| WEA 3 | ja   | ja   | ja   | ja   | ja   | nein | nein | nein | nein | ja | ja   | ja | nein | ja | ja |
| WEA 4 | ja   | ja   | nein | ja | ja   | ja | nein | ja | ja |

**Anlage 4**  
**Immissionsraster**



- 20 dB(A)
- 25 dB(A)
- 30 dB(A)
- 35 dB(A)
- 40 dB(A)
- 45 dB(A)
- 50 dB(A)

**Anlage 4**

Immissionsraster für die Nachtzeit  
 in 5 m Höhe, Zusatzbelastung



**Maßstab:**  
**1:30000**

## **Anlage 5**

### **Berechnungsprotokoll IO 13**

Anlage 5 - Berechnungsprotokoll IO 13

Immissionspunkt  
 Bez.: IO13  
 ID: io  
 X: 32549851,00 m  
 Y: 6012021,00 m  
 Z: 5,00 m

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 3", ID: "zb"

| Nr. | X<br>(m)    | Y<br>(m)   | Z<br>(m) | Ref. | DEN | Freq.<br>(Hz) | Lw<br>dB(A) | l/a<br>dB | EinwZeit<br>dB | K0<br>(dB) | Di<br>(dB) | Adiv<br>(dB) | Aatm<br>(dB) | Agr<br>(dB) | Afol<br>(dB) | Ahours<br>(dB) | Abar<br>(dB) | Cmet<br>(dB) | RV<br>(dB) | Lr<br>dB(A) |
|-----|-------------|------------|----------|------|-----|---------------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 63            | 86,9        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 0,2          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 15,5        |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 125           | 94,7        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 0,6          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 22,9        |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 250           | 99,6        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 1,5          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 26,9        |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 500           | 101,5       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 2,8          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 27,5        |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 1000          | 100,4       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 5,3          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 23,8        |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 2000          | 96,2        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 14,1         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 10,9        |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 4000          | 89,1        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 47,7         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -29,8       |
| 45  | 32549882,00 | 6013471,00 | 125,00   | 0    | DEN | 8000          | 79,0        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 74,3         | 170,1        | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -162,3      |

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 2", ID: "zb"

| Nr. | X<br>(m)    | Y<br>(m)   | Z<br>(m) | Ref. | DEN | Freq.<br>(Hz) | Lw<br>dB(A) | l/a<br>dB | EinwZeit<br>dB | K0<br>(dB) | Di<br>(dB) | Adiv<br>(dB) | Aatm<br>(dB) | Agr<br>(dB) | Afol<br>(dB) | Ahours<br>(dB) | Abar<br>(dB) | Cmet<br>(dB) | RV<br>(dB) | Lr<br>dB(A) |
|-----|-------------|------------|----------|------|-----|---------------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 63            | 86,9        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 0,2          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 13,7        |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 125           | 94,7        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 0,7          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 20,9        |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 250           | 99,6        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 1,9          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 24,7        |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 500           | 101,5       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 3,5          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 25,0        |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 1000          | 100,4       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 6,6          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 20,8        |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 2000          | 96,2        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 17,3         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 5,9         |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 4000          | 89,1        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 58,7         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -42,6       |
| 48  | 32549453,00 | 6013763,00 | 125,00   | 0    | DEN | 8000          | 79,0        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,1         | 209,3        | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -203,4      |

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 4", ID: "zb"

| Nr. | X<br>(m)    | Y<br>(m)   | Z<br>(m) | Ref. | DEN | Freq.<br>(Hz) | Lw<br>dB(A) | l/a<br>dB | EinwZeit<br>dB | K0<br>(dB) | Di<br>(dB) | Adiv<br>(dB) | Aatm<br>(dB) | Agr<br>(dB) | Afol<br>(dB) | Ahours<br>(dB) | Abar<br>(dB) | Cmet<br>(dB) | RV<br>(dB) | Lr<br>dB(A) |
|-----|-------------|------------|----------|------|-----|---------------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 63            | 86,9        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 0,2          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 13,1        |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 125           | 94,7        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 0,8          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 20,4        |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 250           | 99,6        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 2,0          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 24,1        |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 500           | 101,5       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 3,7          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 24,3        |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 1000          | 100,4       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 6,9          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 19,9        |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 2000          | 96,2        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 18,4         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 4,3         |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 4000          | 89,1        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 62,2         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -46,7       |
| 52  | 32549827,00 | 6013916,00 | 125,00   | 0    | DEN | 8000          | 79,0        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 76,6         | 222,0        | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -216,5      |

Punktquelle nach ISO 9613, Bez: "WEA 1", ID: "zb"

| Nr. | X<br>(m)    | Y<br>(m)   | Z<br>(m) | Ref. | DEN | Freq.<br>(Hz) | Lw<br>dB(A) | l/a<br>dB | EinwZeit<br>dB | K0<br>(dB) | Di<br>(dB) | Adiv<br>(dB) | Aatm<br>(dB) | Agr<br>(dB) | Afol<br>(dB) | Ahours<br>(dB) | Abar<br>(dB) | Cmet<br>(dB) | RV<br>(dB) | Lr<br>dB(A) |
|-----|-------------|------------|----------|------|-----|---------------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 63            | 86,9        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 0,3          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 11,8        |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 125           | 94,7        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 0,9          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 18,9        |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 250           | 99,6        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 2,3          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 22,4        |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 500           | 101,5       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 4,3          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 22,4        |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 1000          | 100,4       | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 8,1          | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 17,4        |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 2000          | 96,2        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 21,4         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -0,1        |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 4000          | 89,1        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 72,5         | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -58,3       |
| 54  | 32549224,00 | 6014140,00 | 125,00   | 0    | DEN | 8000          | 79,0        | 0,0       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 77,9         | 258,7        | -3,0        | 0,0          | 0,0            | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -254,5      |

Anlage 5 - Berechnungsprotokoll IO 13

Immissionspunkt  
 Bez.: IO13  
 ID: io  
 X: 32549851,00 m  
 Y: 6012021,00 m  
 Z: 5,00 m

| Linienquelle nach ISO 9613, Bez: "380 kV-Ltg. Audorf-Hamburg/Nord (LH-13-317) ", ID: "vbfl" |             |            |       |       |     |       |       |      |          |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
|---|-------------|------------|-------|-------|-----|-------|-------|------|----------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Nr.   | X           | Y          | Z     | Refl. | DEN | Freq. | Lw    | l/a  | EinwZeit | K0   | Di   | Adiv | Aatm | Agr  | Afol | Ahous | Abar | Cmet | RV   | Lr    |
|   | (m)         | (m)        | (m)   |       |     | (Hz)  | dB(A) | dB   | dB       | (dB)  | (dB) | (dB) | (dB) | dB(A) |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -6,4  |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 0,0  | -0,2 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 2,4   |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 0,1  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,4   |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 0,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 7,8   |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 0,4  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 14,6  |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 0,9  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 19,4  |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 3,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 17,7  |
| 87  | 32549943,09 | 6012027,66 | 38,47 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,8 | 11,5 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 10,5  |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -5,7  |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 0,0  | -0,3 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 3,1   |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 0,1  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 1,0   |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 0,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 8,4   |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 0,3  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 15,3  |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 0,9  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 20,1  |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 3,0  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 18,6  |
| 88  | 32549925,76 | 6012065,79 | 31,23 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 50,2 | 10,6 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 12,0  |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -6,7  |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 0,0  | -0,2 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 2,0   |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 0,1  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -0,0  |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 0,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 7,4   |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 0,4  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 14,2  |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 1,0  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 19,0  |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 3,4  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 17,2  |
| 89  | 32549908,43 | 6012103,91 | 23,98 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 51,2 | 12,0 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 9,6   |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -8,7  |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 0,1  | -0,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -0,0  |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 0,1  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -2,0  |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 0,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 5,4   |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 0,5  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 12,2  |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 1,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 16,8  |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 4,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 14,4  |
| 90  | 32549891,10 | 6012142,04 | 16,74 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 16,3 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 53,1 | 15,0 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 4,7   |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -9,7  |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 0,1  | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -1,2  |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 0,2  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -3,2  |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 0,4  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 4,1   |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 0,8  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 10,7  |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 2,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 14,7  |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 7,6  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 10,0  |
| 91  | 32550017,87 | 6011860,06 | 18,55 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 20,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 58,3 | 27,1 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -8,6  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -9,6  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 0,1  | -0,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -1,0  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 0,2  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -3,0  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 0,3  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 4,4   |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 0,6  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 11,1  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 1,6  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 15,6  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 5,3  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 12,4  |
| 110   | 32549984,81 | 6011934,33 | 30,32 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 55,2 | 18,9 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -0,1  |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -7,2  |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 0,1  | -0,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 1,5   |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 0,1  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -0,5  |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 0,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 6,9   |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 0,4  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 13,7  |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 1,2  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 18,4  |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 4,0  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 16,1  |
| 111   | 32549962,77 | 6011983,84 | 38,17 | 0     | DEN | 8000  | 55,0  | 17,4 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 52,8 | 14,3 | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 6,8   |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 63    | 25,2  | 19,5 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 56,2 | 0,0  | -3,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -8,5  |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 125   | 36,8  | 19,5 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 56,2 | 0,1  | -0,0 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,1   |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 250   | 33,9  | 19,5 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 56,2 | 0,2  | -1,1 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -1,9  |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 500   | 41,0  | 19,5 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 56,2 | 0,4  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 5,5   |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 1000  | 48,0  | 19,5 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 56,2 | 0,7  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 12,2  |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 2000  | 53,4  | 19,5 | 0,0      | 0,0  | 0,0  | 56,2 | 1,8  | -1,5 | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 16,5  |
| 112   | 32549864,47 | 6012201,58 | 18,48 | 0     | DEN | 4000  | 54,0  |      |          |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |       |

Anlage 5 - Berechnungsprotokoll IO 13

| Linienquelle nach ISO 9613, Bez: "380 kV-Ltg. Audorf-Hamburg/Nord (LH-13-317) ", ID: "vbfi" |             |            |          |       |     |               |             |           |                |            |            |              |              |             |              |               |              |              |            |             |  |
|---|-------------|------------|----------|-------|-----|---------------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|------------|-------------|--|
| Nr.   | X<br>(m)    | Y<br>(m)   | Z<br>(m) | Refl. | DEN | Freq.<br>(Hz) | Lw<br>dB(A) | l/a<br>dB | EinwZeit<br>dB | K0<br>(dB) | Di<br>(dB) | Adiv<br>(dB) | Aatm<br>(dB) | Agr<br>(dB) | Afol<br>(dB) | Ahaus<br>(dB) | Abar<br>(dB) | Cmet<br>(dB) | RV<br>(dB) | Lr<br>dB(A) |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 0,1          | 0,0         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -3,3        |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 0,3          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -5,2        |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 0,5          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 2,1         |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 1,0          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 8,6         |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 2,5          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 12,4        |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 8,6          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 7,0         |  |
| 113   | 32549828,54 | 6012282,52 | 29,21    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 19,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 59,4         | 30,8         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -14,2       |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 63            | 25,2        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 0,1          | -3,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -15,5       |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 0,2          | 0,1         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -7,1        |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 0,4          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -9,1        |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 0,8          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -1,9        |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 1,6          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 4,3         |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 4,1          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 7,2         |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 14,0         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -2,1        |  |
| 114   | 32550099,56 | 6011674,89 | 33,55    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 63,6         | 49,9         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -37,0       |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 63            | 25,2        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 0,0          | -3,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -13,2       |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 0,1          | 0,1         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -4,8        |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 0,3          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -6,8        |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 0,6          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 0,5         |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 1,2          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 6,9         |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 3,2          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 10,3        |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 10,8         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 3,3         |  |
| 115   | 32550059,79 | 6011765,33 | 18,31    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 20,0      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 61,4         | 38,6         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -23,5       |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 63            | 25,2        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 0,0          | -3,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -12,4       |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 0,2          | 0,1         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -4,0        |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 0,4          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -6,0        |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 0,7          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 1,3         |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 1,3          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 7,6         |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 3,5          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 10,8        |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 12,0         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 3,0         |  |
| 116   | 32549755,36 | 6012372,58 | 30,51    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 21,7      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 62,3         | 42,7         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -26,7       |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 63            | 25,2        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 0,1          | -3,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -14,4       |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 0,2          | 0,2         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -6,1        |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 0,6          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -8,1        |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 1,1          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -1,1        |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 2,1          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 4,9         |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 5,5          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 6,9         |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 18,5         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -5,5        |  |
| 117   | 32550107,86 | 6011518,21 | 28,59    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 23,5      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 66,0         | 66,0         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -52,1       |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 63            | 25,2        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 0,1          | -3,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -15,0       |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 0,2          | 0,1         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -6,7        |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 0,5          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -8,7        |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 1,0          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -1,6        |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 1,8          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 4,5         |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 4,8          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 6,9         |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 16,3         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -3,9        |  |
| 118   | 32549645,65 | 6012472,45 | 37,63    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 21,8      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 64,9         | 58,1         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -44,8       |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 63            | 25,2        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 0,1          | -3,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -17,1       |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 125           | 36,8        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 0,3          | 0,2         | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -9,0        |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 250           | 33,9        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 0,8          | -1,0        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -11,1       |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 500           | 41,0        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 1,5          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -4,2        |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 1000          | 48,0        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 2,8          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 1,5         |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 2000          | 53,4        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 7,3          | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | 2,3         |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 4000          | 54,0        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 24,8         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -14,5       |  |
| 119   | 32550082,84 | 6011301,18 | 29,48    | 0     | DEN | 8000          | 55,0        | 23,3      | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 68,6         | 88,4         | -1,5        | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0        | -77,2       |  |

**Anlage 6**  
**Fotodokumentation**



**Bild 1: Ausblick auf Immissionsort 1**



**Bild 2: Ausblick auf Immissionsort 2**

|  |   |
|--|---|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>Uhlenhorst 1<br/>24790 Schülldorf</p>                           | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von vier neuen Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |   |
| <p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>   |



**Bild 3: Ausblick auf Immissionsort 3**



**Bild 4: Ausblick auf Immissionsort 4**

|  |  |
|--|--|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>         Uhlenhorst 1<br/>         24790 Schülldorf</p>                                   | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>         Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung<br/>         und den Betrieb von vier neuen<br/>         Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |  |
| <p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>  |



**Bild 5: Ausblick auf Immissionsort 5**



**Bild 6: Ausblick auf Immissionsort 6**

|  |   |
|--|---|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>Uhlenhorst 1<br/>24790 Schülldorf</p>                           | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von vier neuen Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |   |
| <p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>   |



**Bild 7: Ausblick auf Immissionsort 7**



**Bild 8: Ausblick auf Immissionsort 8**

|  |   |
|--|---|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>Uhlenhorst 1<br/>24790 Schülldorf</p>                           | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von vier neuen Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |   |
| <p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>   |



**Bild 9: Ausblick auf Immissionsort 9**



**Bild 10: Ausblick auf Immissionsort 10**

|  |   |
|--|---|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>Uhlenhorst 1<br/>24790 Schülldorf</p>                                       | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt:<br/>Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung<br/>und den Betrieb von vier neuen<br/>Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |   |
| <p>Bezeichnung:<br/><b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>   |



**Bild 11: Ausblick auf Immissionsort 11**



**Bild 12: Ausblick auf Immissionsort 12**

|  |   |
|--|---|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>Uhlenhorst 1<br/>24790 Schülldorf</p>                           | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von vier neuen Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |   |
| <p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>   |



**Bild 13: Ausblick auf Immissionsort 13**



**Bild 14: Ausblick auf Immissionsort 14**

|  |   |
|--|---|
| <p>Auftraggeber: Nord-Ostsee Windkraft Ohe GmbH &amp; Co. KG<br/>Uhlenhorst 1<br/>24790 Schülldorf</p>                           | <p><b>T&amp;H INGENIEURE</b><br/>Büro für Umweltschutz und technische Akustik</p> |
| <p>Projekt: Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von vier neuen Windenergieanlagen im Windpark Ohe</p> |   |
| <p>Bezeichnung: <b>Fotodokumentation</b></p>   | <p><b>Anlage: 6</b></p>   |

## **Anlage 7**

### **Auszüge aus den Herstellerangaben**

### Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V150-5.6/6.0 MW

Die für den Windenergieanlagentyp und Betriebsmodus spezifische Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen bestehen aus

- Mittlerer Schalleistungspegel  $\overline{L_W}$  (P50) und
- dazugehörigen Oktavspektrum
- Unsicherheit des Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90):  $1,28 \times \sigma_{WTG}$

und bilden die WEA-spezifischen Eingangsgrößen der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

Als Datengrundlage stehen Schalleistungspegel und Oktavspektrum in Abhängigkeit der Verfügbarkeit aus einer der folgenden Quellen zu Verfügung:

- Herstellerangabe (siehe Absatz A)
- Einfachvermessung (siehe Absatz B)
- Mehrfachvermessung (Ergebniszusammenfassung aus mind. 3 Einzelmessungen (siehe Absatz C)

Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage, jedoch Minimum 500m betragen.

| Blattkonfiguration          | STE & RVG (Standard)                           |                |             |             |             |             |            |                           |
|-----------------------------|--|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------------------|
| Spezifikation               | 0081-6997.V05 + 0098-0749.V02                  |                |             |             |             |             |            |                           |
| Betriebsmodi                | PO6000   | PO5600 (104,9) | SO0 (104,0) | SO2 (102,0) | SO3 (101,0) | SO4 (100,0) | SO5 (99,0) | SO6 (98,0)                |
| Nennleistung [kW]           | 6000   | 5600           | 5600        | 4951        | 4714        | 4434        | 4260       | 3997                      |
| Max. Rotor-drehzahl [1/min] | 10,1   | 10,1           | 9,9         | 9,3         | 8,8         | 8,4         | 7,9        | 7,5                       |
|                             | <b>Nabenhöhen [m]</b>                          |                |             |             |             |             |            |                           |
| Verfügbar:                  | 125* / 148* / 166* / 169*                      |                |             |             |             |             |            | -                         |
| Auf Anfrage:                | -  |                |             |             |             |             |            | 125* / 148* / 166* / 169* |
| Datengrundlage              | Absatz A                                       | Absatz A       | Absatz A    | Absatz A    | Absatz A    | Absatz A    | Absatz A   | Auf Anfrage               |
| STE:                        | Serrated Trailing Edges (Sägezahn hinterkante) |                |             |             |             |             |            |                           |
| RVG:                        | Rood Vortex Generatoren                        |                |             |             |             |             |            |                           |
| SO:                         | Geräuschoptimierte Modi                        |                |             |             |             |             |            |                           |
| *                           | Vorbehaltlich des Finalen Turm designs         |                |             |             |             |             |            |                           |

*Tabelle 1: Verfügbare Betriebsmodi für Errichtungen in Deutschland V150-5.6/6.0 MW*

**HINWEIS:** Es besteht die Möglichkeit der Tag/Nachtbetriebskombination mit Geräuschreduzierten Modi (SO). Das heißt Tag/Nacht in der Kombination M0/SO oder ausschließlich M0 ist möglich.

**Dieses Dokument dient – wie die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information über die Eingangsdaten der Garantie der akustischen Eigenschaft und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Garantie der akustischen Eigenschaft ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.**

## A. Herstellerangabe

Liegt kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vor muss die Schallimmissionsprognose auf den hier dargestellten Herstellerangaben  $L_{e,max}$  (P90) basieren.

In den VESTAS Spezifikationen (Allgemeine Spezifikation bzw. Leistungsspezifikation) ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel  $\overline{L}_W$  (P50) dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise) enthält die hier dargestellte Herstellerangaben (P90)  $L_{e,max}$  (P90) ebenfalls zu berücksichtigende die Unsicherheit des Schalleistungspegels.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA  $L_{e,max}$  (P90) gemäß nachfolgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

| Blattkonfiguration             | STE & RVG  |                   |                |                |                |                |               |               |                                    |
|--------------------------------|--|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------------------------|
|                                | PO6000<br>(104,9)                                      | PO5600<br>(104,9) | SO0<br>(104,0) | SO2<br>(102,0) | SO3<br>(101,0) | SO4<br>(100,0) | SO5<br>(99,0) | SO6<br>(98,0) |                                    |
| $\overline{L}_W$ (P50) [dB(A)] | 104,9  | 104,9             | 104,0          | 102,0          | 101,0          | 100,0          | 99,0          | 98,0          |                                    |
| $\sigma_{WTG}$                 | 1,3  | 1,3               | 1,3            | 1,3            | 1,3            | 1,3            | 1,3           | 1,3           |                                    |
| $1,28 \times \sigma_{WTG}$     | 1,664  | 1,664             | 1,664          | 1,664          | 1,664          | 1,664          | 1,664         | 1,664         |                                    |
| $L_{e,max}$ (P90)              | <b>106,6</b>   | <b>106,6</b>      | <b>105,7</b>   | <b>103,7</b>   | <b>102,7</b>   | <b>101,7</b>   | <b>100,7</b>  | <b>99,7</b>   |                                    |
| <b>Frequenzen</b>              | <b>Oktavspektrum <math>\overline{L}_W</math> (P50)</b> |                   |                |                |                |                |               |               | <b>Projektspezifische Freigabe</b> |
| 63 Hz                          | 85,5   | 85,6              | 85,0           | 82,9           | 81,9           | 80,8           | 79,9          | 79,0          |                                    |
| 125 Hz                         | 93,3   | 93,4              | 92,7           | 90,6           | 89,6           | 88,6           | 87,6          | 86,7          |                                    |
| 250 Hz                         | 98,2   | 98,2              | 97,4           | 95,4           | 94,4           | 93,4           | 92,4          | 91,4          |                                    |
| 500 Hz                         | 100,1  | 100,1             | 99,1           | 97,1           | 96,2           | 95,2           | 94,2          | 93,1          |                                    |
| 1 kHz                          | 99,0   | 98,9              | 98,0           | 96,0           | 95,0           | 94,0           | 93,0          | 92,0          |                                    |
| 2 kHz                          | 94,8   | 94,8              | 93,9           | 91,9           | 90,9           | 89,9           | 88,9          | 87,8          |                                    |
| 4 kHz                          | 87,7   | 87,7              | 86,9           | 84,8           | 83,8           | 82,8           | 81,8          | 80,7          |                                    |
| 8 kHz                          | 77,6   | 77,6              | 76,8           | 74,7           | 73,7           | 72,6           | 71,6          | 70,6          |                                    |
| <b>A-wgt</b>                   | <b>104,9</b>   | <b>104,9</b>      | <b>104,0</b>   | <b>102,0</b>   | <b>101,0</b>   | <b>100,0</b>   | <b>99,0</b>   | <b>98,0</b>   |                                    |

Tabelle 2: Eingangsgroßen für Schallimmissionsprognosen V150-5.6/6.0 MW, Herstellerangabe

## B. Einfachvermessung

Entfällt, da keine Vermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

-----

Sofern ein Schall-Emissionsmessbericht für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt muss dieser zur Schallimmissionsprognose gemäß LAI-Hinweisen herangezogen werden. Der Messbericht weist den max. gemessenen Schalleistungspegel  $\overline{L}_W$  (P50) des vermessenen Windenergieanlagentyps und Betriebsmodus aus, sowie das dazugehörige Oktavspektrum.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  werden die Unsicherheiten der Serienstreuung  $\sigma_P$  und der Typvermessung  $\sigma_R$  (Reproduzierbarkeit) gemäß den Vorgaben des LAI Hinweise herangezogen.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA  $L_{e,max}$  (P90) gemäß folgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

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

mit  $\sigma_P = 1,2 \text{ dB}$  und  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$

| Blattkonfiguration         | STE & RVG         |                |                |                |                |               |               |
|----------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|                            | PO5600<br>(104,9) | SO0<br>(104,0) | SO2<br>(102,0) | SO3<br>(101,0) | SO4<br>(100,0) | SO5<br>(99,0) | SO6<br>(98,0) |
| Messbericht (DMS)          | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| Berichtsnummer             | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| $\overline{L}_W$ (P50)     | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| $\sigma_P$                 | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| $\sigma_R$                 | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| $\sigma_{WTG}$             | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| $1,28 \times \sigma_{WTG}$ | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| $L_{e,max}$ (P90)          | -                 | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| Oktavspektrum (P50)        |                   |                |                |                |                |               |               |

Tabelle 3: Eingangsgroßen für Schallimmissionsprognosen V150-5.6 MW, Einfachvermessung

## C. Mehrfachvermessung

Entfällt, da keine Mehrfachvermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

-----

Sofern mindestens drei Schall-Emissionsmessberichte für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt, müssen diese gemäß LAI-Hinweisen zur Schallimmissionsprognose herangezogen werden.

| Blattkonfiguration  | STE & RVG   |                |                |                |                |               |               |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|   | PO5600<br>(104,9)                                   | SO0<br>(104,0) | SO2<br>(102,0) | SO3<br>(101,0) | SO4<br>(100,0) | SO5<br>(99,0) | SO6<br>(98,0) |
| <b>Betriebsmodi</b>   |   |                |                |                |                |               |               |
| <b>Ergebniszusammenfassung aus mehrerer Einzelmessungen<br/>(Oktaven und mittlerer Schalleistungspegel, ggf. inkl. NH-Umrechnung)</b> |   |                |                |                |                |               |               |
| DMS-Nr.   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| Berichtsnummer  | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| <b>Messung 1:</b>   | <b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b> |                |                |                |                |               |               |
| DMS-Nr.   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| Berichtsnummer  | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| DMS-Nr. der NH-Umrechnung   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| <b>Messung 2:</b>   | <b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b> |                |                |                |                |               |               |
| DMS-Nr.   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| Berichtsnummer  | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| DMS-Nr. der NH-Umrechnung   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| <b>Messung 3:</b>   | <b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b> |                |                |                |                |               |               |
| DMS-Nr.   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| Berichtsnummer  | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |
| DMS-Nr. der NH-Umrechnung   | -   | -              | -              | -              | -              | -             | -             |

Tabelle 4: Eingangsgößen für Schallimmissionsprognosen V150-5.6 MW, Mehrfachvermessung

Basierend auf den gemessenen Schalleistungspegeln der Einzelmessungen  $L_{WA}$  ist im Mehrfachmessbericht der Mittelwert  $\overline{L_W}$  (P50) der unterschiedlichen Windgeschwindigkeits-BIN ermittelt und dargestellt.

Hieraus wählt man den Betriebspunkt/Windgeschwindigkeits-BIN mit dem max. mittleren Schalleistungspegel  $L_W$  (P50) und betrachtet nachfolgende diesen Betriebspunkt.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  wird wie folgt berechnet:

$$\sigma_{WTG} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (P50)$$

Die Serienstreuung  $\sigma_P$  des WEA-Typs wird unter Berücksichtigung einer kombinierten Unsicherheit des Mittelwertes unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Einzelmesswertes

2021-03-19

**Vestas**<sup>®</sup>Seite  
5 / 5

$\sigma_i$  (berechnet aus  $U_c$  der Einzelvermessung & des Fehlers der NH-Umrechnung  $\sigma_{NH}$ ) wie folgt bestimmt:

$$\sigma_P = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot 10^{(L_{wA,i}/10)}}{\sum_{i=1}^n 10^{(L_{wA,i}/10)}}$$

mit

$$\sigma_i = \sqrt{U_c^2 + \sigma_{NH}^2}$$

Für die Unsicherheit der Typvermessung (Reproduzierbarkeit)  $\sigma_R$  wird 0,5 gemäß LAI Hinweise angesetzt.

Der WEA-spezifische Unsicherheitsaufschlag (Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90)) beträgt  $1,28 \times \sigma_{WTG}$  (gerundet auf einer Dezimale), jedoch Minimum 1dB(A).