

# Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH • Moritzburger Weg 67 • 01109 Dresden



GBB Windpark Madlitz GmbH & Co. KG

Herr Jan Dewert

Schlossstraße 32

15518 Briesen

- Wind
- Energy
- Consulting

Die Akkreditierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005 gilt für die in der Akkreditierungsurkunde genannten Prüfverfahren.



E-Mail: [jan.dewert@gelsenwasser.de](mailto:jan.dewert@gelsenwasser.de)

Dresden, den 12.11.2019

## Stellungnahme zur Schallimmissionsprognose N-IBK-5410219 sowie zum Bericht ST-IBK-7361019 für das Projekt Alt Madlitz

Sehr geehrter Herr Dewert,

in der Schallimmissionsprognose N-IBK-5410219, welche wir für das Projekt Alt Madlitz in Ihrem Auftrag erstellt haben, werden die Immissionswirkungen einer geplanten Errichtung von fünf Windenergieanlagen (WEA 01...05) am Standort Alt Madlitz hinsichtlich des Schalls untersucht. Am 30.10.2019 fertigten wir zudem aufgrund einer Standortverschiebung der geplanten Windenergieanlage WEA 01 die Stellungnahme ST-IBK-7361019 zur genannten Schallimmissionsprognose an.

Entsprechend Kapitel 2 der "Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und Nachweismessung von Windenergieanlagen" (WKA-Geräuschimmissionserlass) des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg vom 16.01.2019 ist bei Überschreitung eines Immissionspegels von 40 dB(A) allein durch die Zusatzbelastung im Einzelfall zu prüfen, ob von tieffrequenten Geräuschen, deren vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen, schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen. Da der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung der Berechnungsvariante BV1 durch die fünf geplanten Anlagen am zu betrachtenden Immissionsort M mehr als 40 dB(A) beträgt, war eine solche Einzelfallprüfung durchzuführen, welche wir Ihnen hiermit ergänzend zu o.g. Berichten übersenden.

Die Beurteilung erfolgte dabei zunächst entsprechend der TA Lärm Absatz 7.3. Zudem war gemäß Rücksprache mit dem LfU Brandenburg eine Bewertung der tieffrequenten Geräusche in Anlehnung an die DIN 45680 und deren Beiblatt 1 vorzunehmen.

## Bewertung nach TA Lärm

Laut TA Lärm treten schädliche Einwirkungen durch tieffrequente Geräuschen dann auf, wenn die Differenz zwischen C-bewertetem und A-bewertetem Beurteilungspegel mehr als 20 dB beträgt:

$$L_{Ceq} - L_{Aeq} > 20dB.$$

Anhand der Terzspektren der Betriebsmodi des geplanten Anlagentyps (siehe Anhang) wird betrachtet, wie sich die in der Schallimmissionsprognose verwendeten Schallleistungspegel auf die einzelnen Frequenzbänder aufteilen. Die Berechnung des unbewerteten Beurteilungspegels  $L_{r,u}$  erfolgt dabei mit Hilfe der Berechnungssoftware windPRO. Als Berechnungsgrundlage dienen dabei die Oktavbandpegel entsprechend Tabelle 1, welche den Herstellerangaben (siehe Anhang) entnommen wurden.

Frequenzbereich [Hz]	Oktavbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 0 [dB(A)]	Oktavbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 1 [dB(A)]	Oktavbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 5 [dB(A)]
62,5	89,9	89,3	87,4
125	96,1	95,5	93,6
250	99,8	99,2	97,3
500	102,4	101,8	99,9
1000	103,1	102,5	100,6
2000	100,6	100,0	98,1
4000	93,0	92,4	90,5

Tabelle 1: Oktavbänder der empfohlenen Betriebsmodi des geplanten WEA-Typs Nordex N149 4.0-4.5 zwischen 62,5 und 4000 Hz

Die Berechnung der unbewerteten Beurteilungspegel  $L_{r,u}$  ergibt mittels windPRO für die einzelnen Frequenzen die in Tabelle 2 aufgeführten Werte.

Immissionsort	$L_{r,u}$							Zusatzbelastung $L_{r,u}$
	62,5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
M	26,1	31,9	34,9	36,4	35	25,4	-8,1	41,1

Tabelle 2: unbewertete Zusatzbelastung am relevanten Immissionsort aufgeschlüsselt nach ihrem Frequenzband zwischen 62,5 und 4000 Hz

Die unbewerteten Beurteilungspegel  $L_{r,u}$  werden für die einzelnen Frequenzbänder unter Anwendung der entsprechenden Bewertungsfaktoren in A- bzw. C-bewertete Pegel umgerechnet. Die Bewertungsfaktoren sowie die A- bzw. C-bewerteten Immissionspegel an den zu betrachtenden Immissionsorten sind für die einzelnen Frequenzbereiche in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Oktavbänder [Hz]	Bewertungsfaktoren A-Bewertung	Bewertungsfaktoren C-Bewertung
62,5	-26,2	-0,8
125	-16,1	-0,2
250	-8,6	0,0
500	-3,2	0,0
1000	0,0	0,0
2000	1,2	-0,2
4000	1,0	-0,8

Tabelle 3: Korrekturfaktoren für A- und C-Bewertung

Immissionsort	$L_r$						
	62,5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
M	52,3	48,0	43,5	39,6	35,0	24,2	-9,1

Tabelle 4: A-bewertete Zusatzbelastung an den relevanten Immissionsorten aufgeschlüsselt in die Oktavbänder zwischen 62,5 und 4000 Hz

Immissionsort	$L_r$						
	62,5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
M	51,5	47,8	43,5	39,6	35,0	24,0	-9,9

Tabelle 5: C-bewertete Zusatzbelastung an den relevanten Immissionsorten aufgeschlüsselt in die Oktavbänder zwischen 62,5 und 4000 Hz

Abschließend wurden die A- und C-bewerteten Oktavbänder für die einzelnen Immissionsorte energetisch zusammengefasst und die Differenz zwischen C-bewertetem und A-bewertetem Beurteilungspegel gebildet (siehe Tabelle 6).

Immissionsort	Zusatzbelastung $L_{r,Ceq}$ [dB(C)]	Zusatzbelastung $L_{r,Aeq}$ [dB(A)]	Differenz $L_{r,Ceq} - L_{r,Aeq}$ [dB]
M Alt Madlitz, Schlosstraße 2	53,7	41,1	12,6

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung dargestellt als C-bewerteter und A-bewerteter Beurteilungspegel sowie der Differenz beider Bewertungskurven

Da die ermittelte Differenz zwischen C-bewertetem und A-bewertetem Schalldruckpegel für den Immissionsort kleiner als 20 dB ist, ist davon auszugehen, dass durch das Vorhaben gemäß TA Lärm keine schädlichen Einwirkungen bezüglich tieffrequenter Geräusche verursacht werden.

### Bewertung nach DIN 45680

Entsprechend der DIN 45680 Beiblatt 1 werden für den relevanten Immissionsort M die A-bewerteten Terz-Beurteilungspegel im Bereich von 10 Hz bis 80 Hz unter Anwendung der DIN ISO 9613-2 berechnet. Für die gemäß Berechnungsvariante BV1 empfohlenen Betriebsmodi des geplanten WEA-Typs Nordex N149 4.0-4.5 wurden dabei die in Tabelle 7 dargestellten Terzbandpegel verwendet, welche jeweils dem Pegel entsprechen, bei denen der maximale Schallleistungspegel erreicht wird.

Terzmittenfrequenz [Hz]	Terzbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 0 [dB(A)]	Terzbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 1 [dB(A)]	Terzbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 5 [dB(A)]
10	50,7	50,1	48,2
12,5	55,6	55	53,1
16	60,2	59,6	57,7
20	64,5	63,9	62,0
25	68,9	68,3	66,4
31,5	73,4	72,8	70,9
40	77,8	77,2	75,3
50	81,1	80,5	78,6
63	83,6	83	81,1
80	87,3	86,7	84,8

Tabelle 7: A-bewertete Terzbänder der Betriebsmodi Nordex N149 4.0-4.5 Mode 0, Mode 1 und Mode 5 für den Frequenzbereich zwischen 10 Hz und 80 Hz inkl. zu berücksichtigender Unsicherheit

Zur Überprüfung, welcher Terz-Beurteilungspegel kleiner als der zugehörige Wert des Hörschwellenpegels  $L_{HS}$  ist, werden die A-bewerteten Terzbandpegel unter Anwendung der zugehörigen Korrekturwerte  $K_{Ai}$  nach DIN EN 60651 in unbewertete Terzbandpegel umgerechnet. In Tabelle 8 ist der Hörschwellenpegel  $L_{HS}$  in Abhängigkeit von der Terzmittenfrequenz dargestellt.

Terzmittenfrequenz [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Hörschwellenpegel $L_{HS}$ [dB]	95	87	79	71	63	55,5	48	40,5	33,5	28

Tabelle 8: Hörschwellenpegel  $L_{HS}$  abhängig von der Terzmittenfrequenz gemäß DIN 45680 zwischen 20 Hz und 80 Hz

Tabelle 9 führt die Korrekturwerte zur Ermittlung der unbewerteten Schallpegel und die unbewerteten Terzbandpegel zwischen 10 Hz und 80 Hz für die Betriebsmodi Mode 0, Mode 1 und Mode 5 des WEA-Typs Nordex N149 4.0-4.5 auf.

Terzmittenfrequenz [Hz]	Korrekturwerte $K_{Ai}$ [dB]	Terzbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 0 [dB]	Terzbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 1 [dB]	Terzbandpegel Nordex N149 4.0-4.5 STE Mode 5 [dB]
10	-70,4	121,1	120,5	118,6
12,5	-63,4	119,0	118,4	116,5
16	-56,7	116,9	116,3	114,4
20	-50,5	115,0	114,4	112,5
25	-44,7	113,6	113	111,1
31,5	-39,4	112,8	112,2	110,3
40	-34,6	112,4	111,8	109,9
50	-30,2	111,3	110,7	108,8
63	-26,2	109,8	109,2	107,3
80	-22,5	109,8	109,2	107,3

Tabelle 9: Korrekturfaktoren und unbewertete Terzbandpegel der betrachteten Betriebsmodi für den Frequenzbereich zwischen 20 Hz und 80 Hz inkl. zu berücksichtigender Unsicherheit

In Anlehnung an die DIN ISO 9613-2 wurde für den relevanten Immissionsort die unbewerteten Terz-Beurteilungspegel ermittelt. Mit Ausnahme der Dämpfung aufgrund der Luftabsorption wurden alle Dämpfungsterme sowie die Richtwirkungskorrektur den Berechnungsberichten der Zusatzbelastung Berechnungsvariante BV1, gemäß oben genannten Berichten, entnommen. Die detaillierten Ergebnisse dieser Berechnung für den Immissionsort M sind im Anhang dargestellt.

Für die Berechnung der Dämpfung aufgrund der Luftabsorption wurden die in Tabelle 10 aufgeführten Absorptionskoeffizienten der Luft zugrunde gelegt.

Terzmittenfrequenz [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Luftabsorptionskoeffizient $\alpha$ [dB/km]	0,003	0,005	0,008	0,013	0,02	0,032	0,051	0,078	0,121	0,189

Tabelle 10: Luftabsorptionskoeffizient in Abhängigkeit der Terzmittenfrequenz bei einer Temperatur von 10°C und einer relativen Feuchte von 70 %

Die Absorptionskoeffizienten wurden gemäß der in windPRO angewendeten Annahme von einer Temperatur von 10°C und einer relativen Feuchte von 70 % ermittelt. Auf eine detaillierte Bestimmung der Umgebungsbedingungen am untersuchten Standort wurde verzichtet, da der Einfluss der Dämpfung aufgrund von Luftabsorption bei Betrachtung der tieffrequenten Anlagengeräusche einen untergeordneten Stellenwert einnimmt.

Auf Basis der beschriebenen Parameter wurden folgende unbewertete Schalldruckpegel abhängig von den Oktavbändern für den zu betrachtenden Immissionsort ermittelt:

Immissionsort	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz
M	57,4 dB	55,3 dB	53,2 dB	51,3 dB	49,9 dB	49,1 dB	48,6 dB	47,5 dB	45,9 dB	45,9 dB

Tabelle 11: unbewertete Beurteilungspegel an dem relevanten Immissionsort M in Abhängigkeit der Terzmittenfrequenz

Die in Tabelle 11 grau hinterlegten Terz-Beurteilungspegel sind kleiner als der zugehörige Schallpegel der Hörschwelle  $L_{HS}$ , gemäß DIN 45680 sind diese Werte bei der energetischen Addierung der Terz-Beurteilungspegel nicht weiter zu berücksichtigen.

Die in Tabelle 11 farbig nicht hinterlegten Terz-Beurteilungspegel werden gemäß DIN 45680 Beiblatt 1 Gleichung 2 für die jeweiligen Immissionsorte wie folgt zusammengefasst:

$$L_{r,90} = 10 \lg \sum_i 10^{0,1(L_{Terz,r,i} + K_{Ai})}$$

und ergeben den in Tabelle 12 dargestellten Schalldruckpegel.

Immissionsort	Beurteilungspegel $L_{r,90}$	gerundeter Beurteilungspegel $L_{r,90}$	Anhaltswert (Wohnraum Innen)
M	25,9 dB(A)	26 dB(A)	25 dB(A)

Tabelle 12: Anhaltswert gemäß DIN 45680 und ermittelter A-bewerteter Beurteilungspegel am relevanten Immissionsort

Der so berechnete Pegel  $L_{r,90}$  werden mit den empfohlenen Anhaltswerten für die im vorliegenden Bericht bewerteten Nachtstunden nach TA Lärm verglichen. Da die Schallemissionspegel der betrachteten Betriebsmodi des geplanten Anlagentyps Nordex N149 4.0-4.5 keine Tonhaltigkeit aufweisen, ist gemäß DIN 45680 Beiblatt 1 ein Anhaltswert von 25 dB(A) anzusetzen.

Wie in Tabelle 12 dargestellt, kommt es am Immissionsort M durch den gerundeten Beurteilungspegel zu einer Überschreitung des Anhaltswertes um 1 dB(A). Die Überschreitung ist in Tabelle 12 grau hinterlegt.

Bei der beschriebenen Ausbreitungsrechnung wird jedoch entsprechend der DIN ISO 9613-2 der Beurteilungspegel außerhalb des Wohngebäudes bestimmt. Der Anhaltswert gilt allerdings gemäß DIN 45680 für den innenliegenden Wohnraum. Die Schalldämpfung der Außenwände der Gebäude wurde bei der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt. Es ist somit davon auszugehen, dass die dadurch erzeugte Schalldämpfung am Immissionsort M ausreicht, um den Anhaltswert im Innenraum einzuhalten.

Folglich ist davon auszugehen, dass von dem Vorhaben keine schädlichen Umwelteinwirkungen hinsichtlich tieffrequenter Geräusche zu erwarten sind.

In der vorliegenden Stellungnahme wird mit der Betrachtung der Betriebsmodi der Berechnungsvariante BV1 entsprechend dem Bericht N-IBK-5410219 eine worst-case Betrachtung durchgeführt. In der in o.g. Bericht für den Nachtzeitraum empfohlenen Berechnungsvariante BV2 entsprechen die Betriebsmodi der geplanten WEA 01...04 denen der BV1 während die WEA 05 mit verstärkter Schallreduktion im Mode 4 betrieben wird. Auf eine Betrachtung der Betriebsmodi der Berechnungsvariante BV2 kann daher verzichtet werden, da die entsprechenden Oktavpegel/Terzpegel kleiner sind als in der Berechnungsvariante BV1. Die Terzbandpegel der relevanten Betriebsmodi des geplanten WEA-Typs Nordex N149 4.0-4.5 STE sind im Anhang dargestellt.

Für Ihr Projekt wünschen wir Ihnen weiterhin viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen,

*Matthias Schreier*

M. Sc. Matthias Schreier  
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH



# Oktav-Schallleistungspegel / Octave sound power levels

Nordex N149/4.0-4.5

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany  
All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

**Nordex N149/4.0-4.5 ohne STE / without STE**

Oktav-Schallleistungspegel / octave sound power levels in [dB(A)]									
Oktavband-Mittenfrequenz / octave band mid frequency									
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.4	94.6	98.8	102.1	103.5	101.1	92.3	83.5	108.1
Mode 1	87.8	94.0	98.2	101.5	102.9	100.5	91.7	82.9	107.5
Mode 2	87.3	93.5	97.7	101.0	102.4	100.0	91.2	82.4	107.0
Mode 3	86.9	93.1	97.3	100.6	102.0	99.6	90.8	82.0	106.6
Mode 4	86.4	92.6	96.8	100.1	101.5	99.1	90.3	81.5	106.1
Mode 5	85.9	92.1	96.3	99.6	101.0	98.6	89.8	81.0	105.6
Mode 6	85.3	91.5	95.7	99.0	100.4	98.0	89.2	80.4	105.0
Mode 7	84.8	91.0	95.2	98.5	99.9	97.5	88.7	79.9	104.5
Mode 8	84.3	90.5	94.7	98.0	99.4	97.0	88.2	79.4	104.0
Mode 9	82.8	89.0	93.2	96.5	97.9	95.5	86.7	77.9	102.5
Mode 10	82.3	88.5	92.7	96.0	97.4	95.0	86.2	77.4	102.0
Mode 11	81.8	88.0	92.2	95.5	96.9	94.5	85.7	76.9	101.5
Mode 12	81.3	87.5	91.7	95.0	96.4	94.0	85.2	76.4	101.0
Mode 13	80.8	87.0	91.2	94.5	95.9	93.5	84.7	75.9	100.5
Mode 14	80.3	86.5	90.7	94.0	95.4	93.0	84.2	75.4	100.0
Mode 15	79.8	86.0	90.2	93.5	94.9	92.5	83.7	74.9	99.5
Mode 16	79.3	85.5	89.7	93.0	94.4	92.0	83.2	74.4	99.0
Mode 17	78.8	85.0	89.2	92.5	93.9	91.5	82.7	73.9	98.5

**Nordex N149/4.0-4.5 mit STE / with STE**

Oktav-Schallleistungspegel / octave sound power levels in [dB(A)]									
Oktavband-Mittenfrequenz / octave band mid frequency									
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	87.8	94.0	97.7	100.3	101.0	98.5	90.9	82.9	106.1
Mode 1	87.2	93.4	97.1	99.7	100.4	97.9	90.3	82.3	105.5
Mode 2	86.7	92.9	96.6	99.2	99.9	97.4	89.8	81.8	105.0
Mode 3	86.3	92.5	96.2	98.8	99.5	97.0	89.4	81.4	104.6
Mode 4	85.8	92.0	95.7	98.3	99.0	96.5	88.9	80.9	104.1
Mode 5	85.3	91.5	95.2	97.8	98.5	96.0	88.4	80.4	103.6
Mode 6	84.7	90.9	94.6	97.2	97.9	95.4	87.8	79.8	103.0
Mode 7	84.2	90.4	94.1	96.7	97.4	94.9	87.3	79.3	102.5
Mode 8	83.7	89.9	93.6	96.2	96.9	94.4	86.8	78.8	102.0
Mode 9	82.2	88.4	92.1	94.7	95.4	92.9	85.3	77.3	100.5
Mode 10	81.7	87.9	91.6	94.2	94.9	92.4	84.8	76.8	100.0
Mode 11	81.2	87.4	91.1	93.7	94.4	91.9	84.3	76.3	99.5
Mode 12	80.7	86.9	90.6	93.2	93.9	91.4	83.8	75.8	99.0
Mode 13	80.2	86.4	90.1	92.7	93.4	90.9	83.3	75.3	98.5
Mode 14	79.7	85.9	89.6	92.2	92.9	90.4	82.8	74.8	98.0
Mode 15	79.2	85.4	89.1	91.7	92.4	89.9	82.3	74.3	97.5
Mode 16	78.7	84.9	88.6	91.2	91.9	89.4	81.8	73.8	97.0
Mode 17	78.2	84.4	88.1	90.7	91.4	88.9	81.3	73.3	96.5

## Angaben zu den verwendeten Terzbandpegeln

Nordex N149 4.0 - 4.5 STE Mode 0:

Classification: Internal Purpose



Third octave sound power levels with serrated trailing edge – Mode 0

hub height 164 m – 106.1 dB(A)

third octave sound power levels [dB(A)] at standardized wind speeds $v_s$										
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
10 Hz	37.6	39.7	44.0	48.0	48.6	49.0	49.0	49.0	49.0	48.9
12.5 Hz	42.4	44.5	48.9	52.9	53.5	53.8	53.8	53.8	53.8	53.8
16 Hz	47.0	49.1	53.5	57.5	58.1	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4
20 Hz	51.4	53.5	57.8	61.8	62.4	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8
25 Hz	55.8	57.9	62.2	66.2	66.8	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
31.5 Hz	59.9	62.0	66.7	70.7	71.3	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2
40 Hz	65.8	67.9	71.1	75.1	75.7	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8
50 Hz	67.0	69.1	74.4	78.4	79.0	80.9	80.9	80.9	80.9	80.9
63 Hz	71.9	74.0	76.9	80.9	81.5	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
80 Hz	74.8	76.9	80.6	84.6	85.2	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
100 Hz	75.8	77.9	82.6	86.6	87.2	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
125 Hz	78.0	80.1	83.6	87.6	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
160 Hz	81.3	83.4	86.6	90.6	91.2	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5
200 Hz	80.4	82.5	86.6	90.6	91.2	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
250 Hz	81.7	83.8	88.1	92.1	92.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
315 Hz	82.9	85.0	89.7	93.7	94.3	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
400 Hz	83.3	85.4	90.0	94.0	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6
500 Hz	82.0	84.1	89.7	93.7	94.3	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
630 Hz	83.2	85.3	91.3	95.3	95.9	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8
800 Hz	82.5	84.6	90.9	94.9	95.5	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9
1000 Hz	83.8	85.9	92.3	96.3	96.9	96.7	96.7	96.7	96.7	96.7
1250 Hz	83.4	85.5	91.8	95.8	96.4	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
1600 Hz	82.9	85.0	91.5	95.5	96.1	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
2000 Hz	81.4	83.5	89.8	93.8	94.4	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8
2500 Hz	79.1	81.2	87.4	91.4	92.0	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
3150 Hz	76.9	79.0	83.2	87.2	87.8	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
4000 Hz	76.8	78.9	78.4	82.4	83.0	85.1	85.1	85.1	85.1	85.1
5000 Hz	72.2	74.3	76.0	80.0	80.6	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3
6300 Hz	68.5	70.6	74.4	78.4	79.0	80.1	80.1	80.1	80.1	80.1
8000 Hz	66.6	68.7	72.3	76.3	76.9	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2
10000 Hz	62.7	64.8	68.4	72.4	73.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
<b>Total sound power level</b>	<b>94.0</b>	<b>96.1</b>	<b>101.5</b>	<b>105.5</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>	<b>106.1</b>



hub height 164 m – 105.5 dB(A)

third octave sound power levels [dB(A)] at standardized wind speeds $v_s$										
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
10 Hz	37.6	39.7	44.0	47.8	48.0	48.4	48.4	48.4	48.4	48.3
12.5 Hz	42.4	44.5	48.9	52.7	52.9	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2
16 Hz	47.0	49.1	53.5	57.3	57.5	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8
20 Hz	51.4	53.5	57.8	61.6	61.8	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2
25 Hz	55.8	57.9	62.2	66.0	66.2	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1
31.5 Hz	59.9	62.0	66.7	70.5	70.7	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6
40 Hz	65.8	67.9	71.1	74.9	75.1	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2
50 Hz	67.0	69.1	74.4	78.2	78.4	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3
63 Hz	71.9	74.0	76.9	80.7	80.9	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
80 Hz	74.8	76.9	80.6	84.4	84.6	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
100 Hz	75.8	77.9	82.6	86.4	86.6	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
125 Hz	78.0	80.1	83.6	87.4	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
160 Hz	81.3	83.4	86.6	90.4	90.6	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9
200 Hz	80.4	82.5	86.6	90.4	90.6	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
250 Hz	81.7	83.8	88.1	91.9	92.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1
315 Hz	82.9	85.0	89.7	93.5	93.7	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4
400 Hz	83.3	85.4	90.0	93.8	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
500 Hz	82.0	84.1	89.7	93.5	93.7	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
630 Hz	83.2	85.3	91.3	95.1	95.3	96.2	96.2	96.2	96.2	96.2
800 Hz	82.5	84.6	90.9	94.7	94.9	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3
1000 Hz	83.8	85.9	92.3	96.1	96.3	96.1	96.1	96.1	96.1	96.1
1250 Hz	83.4	85.5	91.8	95.6	95.8	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4
1600 Hz	82.9	85.0	91.5	95.3	95.5	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4
2000 Hz	81.4	83.5	89.8	93.6	93.8	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2
2500 Hz	79.1	81.2	87.4	91.2	91.4	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
3150 Hz	76.9	79.0	83.2	87.0	87.2	88.5	88.5	88.5	88.5	88.5
4000 Hz	76.8	78.9	78.4	82.2	82.4	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5
5000 Hz	72.2	74.3	76.0	79.8	80.0	79.7	79.7	79.7	79.7	79.7
6300 Hz	68.5	70.6	74.4	78.2	78.4	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
8000 Hz	66.6	68.7	72.3	76.1	76.3	77.6	77.6	77.6	77.6	77.6
10000 Hz	62.7	64.8	68.4	72.2	72.4	73.4	73.4	73.4	73.4	73.4
<b>Total sound power level</b>	<b>94.0</b>	<b>96.1</b>	<b>101.5</b>	<b>105.3</b>	<b>105.5</b>	<b>105.5</b>	<b>105.5</b>	<b>105.5</b>	<b>105.5</b>	<b>105.5</b>

Nordex N149 4.0 - 4.5 STE Mode 4:

Classification: Internal Purpose



Third octave sound power levels with serrated trailing edge – Mode 4

hub height 164 m – 104.1 dB(A)

third octave sound power levels [dB(A)] at standardized wind speeds $v_s$										
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
10 Hz	37.6	39.7	44.0	46.6	46.6	47.0	47.0	47.0	47.0	46.9
12.5 Hz	42.4	44.5	48.9	51.5	51.5	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8
16 Hz	47.0	49.1	53.5	56.1	56.1	56.4	56.4	56.4	56.4	56.4
20 Hz	51.4	53.5	57.8	60.4	60.4	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8
25 Hz	55.8	57.9	62.2	64.8	64.8	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7
31.5 Hz	59.9	62.0	66.7	69.3	69.3	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2
40 Hz	65.8	67.9	71.1	73.7	73.7	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8
50 Hz	67.0	69.1	74.4	77.0	77.0	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9
63 Hz	71.9	74.0	76.9	79.5	79.5	80.2	80.2	80.2	80.2	80.2
80 Hz	74.8	76.9	80.6	83.2	83.2	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
100 Hz	75.8	77.9	82.6	85.2	85.2	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7
125 Hz	78.0	80.1	83.6	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
160 Hz	81.3	83.4	86.6	89.2	89.2	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
200 Hz	80.4	82.5	86.6	89.2	89.2	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
250 Hz	81.7	83.8	88.1	90.7	90.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
315 Hz	82.9	85.0	89.7	92.3	92.3	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
400 Hz	83.3	85.4	90.0	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
500 Hz	82.0	84.1	89.7	92.3	92.3	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8
630 Hz	83.2	85.3	91.3	93.9	93.9	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
800 Hz	82.5	84.6	90.9	93.5	93.5	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
1000 Hz	83.8	85.9	92.3	94.9	94.9	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7
1250 Hz	83.4	85.5	91.8	94.4	94.4	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
1600 Hz	82.9	85.0	91.5	94.1	94.1	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
2000 Hz	81.4	83.5	89.8	92.4	92.4	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
2500 Hz	79.1	81.2	87.4	90.0	90.0	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8
3150 Hz	76.9	79.0	83.2	85.8	85.8	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1
4000 Hz	76.8	78.9	78.4	81.0	81.0	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1
5000 Hz	72.2	74.3	76.0	78.6	78.6	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3
6300 Hz	68.5	70.6	74.4	77.0	77.0	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1
8000 Hz	66.6	68.7	72.3	74.9	74.9	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2
10000 Hz	62.7	64.8	68.4	71.0	71.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
<b>Total sound power level</b>	<b>94.0</b>	<b>96.1</b>	<b>101.5</b>	<b>104.1</b>						



hub height 164 m – 103.6 dB(A)

third octave sound power levels [dB(A)] at standardized wind speeds $v_s$										
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
10 Hz	37.6	39.7	44.0	46.1	46.1	46.5	46.5	46.5	46.5	46.4
12.5 Hz	42.4	44.5	48.9	51.0	51.0	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3
16 Hz	47.0	49.1	53.5	55.6	55.6	55.9	55.9	55.9	55.9	55.9
20 Hz	51.4	53.5	57.8	59.9	59.9	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3
25 Hz	55.8	57.9	62.2	64.3	64.3	64.2	64.2	64.2	64.2	64.2
31.5 Hz	59.9	62.0	66.7	68.8	68.8	69.7	69.7	69.7	69.7	69.7
40 Hz	65.8	67.9	71.1	73.2	73.2	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3
50 Hz	67.0	69.1	74.4	76.5	76.5	78.4	78.4	78.4	78.4	78.4
63 Hz	71.9	74.0	76.9	79.0	79.0	79.7	79.7	79.7	79.7	79.7
80 Hz	74.8	76.9	80.6	82.7	82.7	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
100 Hz	75.8	77.9	82.6	84.7	84.7	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2
125 Hz	78.0	80.1	83.6	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7
160 Hz	81.3	83.4	86.6	88.7	88.7	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
200 Hz	80.4	82.5	86.6	88.7	88.7	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3
250 Hz	81.7	83.8	88.1	90.2	90.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
315 Hz	82.9	85.0	89.7	91.8	91.8	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
400 Hz	83.3	85.4	90.0	92.1	92.1	92.1	92.1	92.1	92.1	92.1
500 Hz	82.0	84.1	89.7	91.8	91.8	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3
630 Hz	83.2	85.3	91.3	93.4	93.4	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3
800 Hz	82.5	84.6	90.9	93.0	93.0	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
1000 Hz	83.8	85.9	92.3	94.4	94.4	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
1250 Hz	83.4	85.5	91.8	93.9	93.9	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5
1600 Hz	82.9	85.0	91.5	93.6	93.6	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
2000 Hz	81.4	83.5	89.8	91.9	91.9	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3
2500 Hz	79.1	81.2	87.4	89.5	89.5	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
3150 Hz	76.9	79.0	83.2	85.3	85.3	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6
4000 Hz	76.8	78.9	78.4	80.5	80.5	82.6	82.6	82.6	82.6	82.6
5000 Hz	72.2	74.3	76.0	78.1	78.1	77.8	77.8	77.8	77.8	77.8
6300 Hz	68.5	70.6	74.4	76.5	76.5	77.6	77.6	77.6	77.6	77.6
8000 Hz	66.6	68.7	72.3	74.4	74.4	75.7	75.7	75.7	75.7	75.7
10000 Hz	62.7	64.8	68.4	70.5	70.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5
<b>Total sound power level</b>	<b>94.0</b>	<b>96.1</b>	<b>101.5</b>	<b>103.6</b>						

## Detaillierte Ergebnisse der Berechnungsvariante BV1

Projekt: <b>AltMadlitz</b>		Lizenziertes Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071									
		Berechnet: 06.11.2019 09:10/3.3.261									
<b>DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse</b>											
<b>Berechnung:</b> Gesamtbelastung (Verschiebung WEA 01) BV1 - IO M <b>Schallberechnungs-Modell:</b> ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s											
<b>Annahmen</b>											
Berechneter L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)											
LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA										
K:	Einzeltöne										
Dc:	Richtwirkungskorrektur										
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung										
Aatm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption										
Agr:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts										
Abar:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung										
Amisc:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte										
Cmet:	Meteorologische Korrektur										
<b>Berechnungsergebnisse</b>											
<b>Schall-Immissionsort: M Alt Madlitz, Schlosstraße 2</b>											
Lautester Wert bis 95% Nennleistung											
<b>WEA</b>											
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.061	1.071	<b>36,48</b>	108,2	3,00	71,60	3,13	0,00	0,00	0,00	74,72
WEA 02	1.379	1.387	<b>33,59</b>	108,2	3,00	73,84	3,78	0,00	0,00	0,00	77,62
WEA 03	1.045	1.056	<b>34,15</b>	105,7	3,00	71,47	3,09	0,00	0,00	0,00	74,56
WEA 04	1.443	1.451	<b>30,57</b>	105,7	3,00	74,23	3,90	0,00	0,00	0,00	78,14
WEA 05	1.278	1.287	<b>33,84</b>	107,6	3,00	73,19	3,58	0,00	0,00	0,00	76,77
Summe			<b>41,10</b>								