Regionale Planungsgemeinschaft **Oderland-Spree**

Zweckdienliche Unterlage

Schallimmissionsprognose

Sachlicher Teilregionalplan
„Erneuerbare Energien“ Oderland-Spree

gebilligt am 29. Juni 2026 auf der 4. Sitzung/8. Amtszeit der
Regionalversammlung der Regionalen Planungsgemeinschaft Oderland-Spree
(Beschluss-Nr. 26/04/22)





Fotos: A. Schwietzke

A k u s t i k * B u r e a u * D r e s d e n

I n g e n i e u r g e s e l l s c h a f t m b H
Messstelle nach § 29b BImSchG

Akustik Bureau Dresden GmbH Julius-Otto-Straße 13 01219 Dresden

REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT ODERLAND-SPREE
Regionale Planungsstelle
Eisenbahnstraße 140
15517 Fürstenwalde/Spree

Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Unser Zeichen	Dresden
	18. Juni 2024	ABD 44229-02.01 / 22-sei	11. November 2024

Schallimmissionsprognose

ABD 44229-02.01/24

für die

Modellhafte Ermittlung der Schallimmissionen von Windenergieanlagen

(Nachtzeitraum)

AKUSTIK

Akustik Bureau Dresden
Ingenieurgesellschaft mbH
Julius-Otto-Straße 13
D–01219 Dresden

Tel 0351 – 47 11 568
Fax 0351 – 47 11 599
e-mail mail@abd-online.com
homepage www.abd-online.com

Amtsgericht Dresden HRB 25595
Steuer-Nr. 203/105/06258
Geschäftsführer
Dr. Hans-Jörg Ederer, Christoph Stüber

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-20682-01-00

Zusammenfassung

Die Berechnungsergebnisse der vorhergehenden Schallimmissionsprognose (ABD 44229-01.01/24 vom 23.10.2024 [1]) listete für die Konstellationen mit fünf Windenergieanlagen der Leistungsklasse 7.2 MW unter kritischen Bedingungen die notwendigen Mindestabstände zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte auf. Die Berechnungsergebnisse für die jetzige Aufgabenstellung (Windenergiepark aus 3 Windenergieanlagen der Leistungsklasse 7,2 MW im Nachtbetrieb ohne Vorbelastung unter kritischen Bedingungen) zeigen, dass

- der Immissionsrichtwert nachts für Industriegebiete bereits unmittelbar neben einer Windenergieanlage einzuhalten ist.
- die Nacht-Immissionsrichtwerte für die Gebietseinstufungen nach Baunutzungsarten durch Mindestabstände von **drei Windenergieanlagen ohne Vorbelastung** mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % an allen Immissionsorten sicher einzuhalten sind:

GE:	50 dB – 390 m	MU/MK/MD/MI:	45 dB – 770 m
WA/WS:	40 dB – 1310 m	WR/Kur:	35 dB – 2130 m

Die Mindestabstände sind jeweils als Abstand vom Immissionsort zur nächstgelegenen Windenergieanlage berechnet worden. Die Einhaltung des Immissionsrichtwertes ist auch bei kleineren Entfernungen in Abhängigkeit der Anordnung der Windenergieanlagen und der Lage des Immissionsortes möglich und im Einzelfall zu bestimmen. Ebenso erlaubt die schallmindernde Leistungsreduzierung einzelner Windenergieanlagen eine Reduzierung der Mindestabstände.

Beispielsweise können sich die Mindestabstände bei optimaler Dreifachvermessung des Anlagentyps, anderer Anordnung und einem Nachtbetrieb mit Leistungsabsenkung auf Mode S08 für drei Windenergieanlagen ohne Vorbelastung vermindern auf:

GE:	50 dB – 10 m	MU/MK/MD/MI:	45 dB – 120 m
WA/WS:	40 dB – 340 m	WR/Kur:	35 dB – 660 m

Nachstehende Schallimmissionsprognose wurde aufgrund der gültigen Normen und Vorschriften mit größter Sorgfalt angefertigt. Sie enthält 26 Seiten.

Dresden, 11. November 2024

AKUSTIK BUREAU DRESDEN



Dipl.-Ing. Andreas Nicht
fachlich Verantwortlicher



Dr.-Ing. Hannes Seidler
Bearbeiter

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **2**

1 Aufgabenstellung **4**

2 Anforderungen **5**

3 Ausgangsdaten **7**

3.1 Immissionsorte 7

3.2 Vorbelastung 8

3.3 Zusatzbelastung 8

4 Prognoserechnung **10**

4.1 Bildung der mittleren Emissionspegel 10

4.2 Berechnung der Schallimmissionspegel 11

4.3 Ergebnisse 13

4.4 Ergebnisse bei Berücksichtigung des Schallminderungspotentials 15

4.5 Beurteilung 18

5 Literaturverzeichnis **19**

6 Anlagen **21**

1 Aufgabenstellung

Die REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT ODERLAND-SPREE ist Träger der Regionalplanung im Land Brandenburg. Zu den Aufgaben gehört auch die Aufstellung, Fortschreibung und Änderung des Regionalplanes. Zur Vorbereitung von Steuerungs- und Entscheidungsprozessen bei der Weiterentwicklung der Windenergienutzung sollen für beispielhafte Anordnungen von Windenergieanlagen Schallausbreitungsrechnungen durchgeführt werden. Diese Berechnungen berücksichtigen die aktuellen Vorschriften zum Schallimmissionsschutz im Land Brandenburg.

Die Untersuchung hatte einen Windpark bestehend aus drei Windenergieanlagen der 7,2-MW-Klasse mit aktuell typischen Kenndaten (Windenergiepark 3) zum Gegenstand: Es wird davon ausgegangen, dass keine gewerblichen Vorbelastungen hinsichtlich der Schallemissionen existieren. Zusätzlich wird ebenes Gelände vorausgesetzt.

Bei den Berechnungen der Schallimmissionsprognose ist gemäß dem brandenburgischen WKA-Geräuschimmissionserlass von 2023 [2] vom Schallleistungspegel der WEA nach DIN IEC 61400-11 [3] und FGW Richtlinie Teil 1 [4] auszugehen. Zusätzlich sind Aussagen über die Qualität der Prognose zu machen [5]. Als Qualitätsmaß des berechneten Beurteilungspegels ist die obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90 % zu verwenden.

Den Schallausbreitungsrechnungen sind die allgemeinen Algorithmen der DIN ISO 9613-2 [6] zugrunde zu legen. Die Berechnung wird modifiziert durch das „Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen“ [7].

2 Anforderungen

Maßgeblich für die Beurteilung der schallimmissionsrechtlichen Situation ist der Beurteilungspegel L_r, der in Anlehnung an DIN 45645-1 [8] zu bilden ist. Die dafür maximal zulässigen Werte sind in der TA Lärm [9] festgelegt. Deren Höhe ist zum einen von der baulichen Nutzung in der Umgebung des Einwirkungsortes und zum anderen, neben der konkreten Schallemission des Objekts selbst, von der Einwirkungsdauer und der Tageszeit des Auftretens[1] der Schallemissionen sowie vom Vorhandensein besonderer Geräuschmerkmale[2] abhängig.

Hinsichtlich der baulichen Nutzung sollen unterschieden werden (vgl. BauNVO [10]):

Industriegebiete GI (§9),
Gewerbegebiete GE (§8),
Kerngebiete MK, Dorfgebiete MD und Mischgebiete MI (§5, §6, §7),
urbane Gebiete MU (§6a),
allgemeine Wohngebiete WA und Kleinsiedlungsgebiete WS (§2, §4),
Wochenendhaus-, Ferienhaus- und Campingplatzgebiete (§10),
reine Wohngebiete WR (§3),
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten SO (§11).

Für die aus der baulichen Nutzung resultierenden Schutzansprüche gelten die Immissionsrichtwerte von Tabelle 1. Für die Sondergebiete wurden die Schutzansprüche so angenommen, wie sie in der Praxis des Schallimmissionsschutzes und in der Rechtsprechung gehäuft vorkommen. Zusätzlich ist das Spitzenpegel-Kriterium (einmalig kurzzeitige Ereignisse) einzuhalten. Danach dürfen Pegelspitzen diese Immissionsrichtwerte am Tag um nicht mehr als $\Delta L = +30$ dB und in der Nacht um nicht mehr als $\Delta L = +20$ dB überschreiten. Bei einer Windenergieanlage kann weiterhin davon ausgegangen werden, dass deren Geräuschabstrahlung gleichmäßig (stationär) ist und die Einwirkzeit täglich 24 h beträgt. Deshalb kann die Beurteilung der einmalig kurzzeitigen Ereignisse entfallen.

---

[1] *Für den Tag- und den Nachtzeitraum gelten getrennte Werte. Für die Zeiten von werktags 6.00 - 7.00 Uhr und 20.00 - 22.00 Uhr sowie sonn- und feiertags von 6.00 - 9.00 Uhr, 13.00 - 15.00 Uhr und 20.00 - 22.00 Uhr ist in „Allgemeinen Wohngebieten" bei der Bildung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu berücksichtigen. Zur Beurteilung der Nachtzeit ist die ungünstigste Stunde heranzuziehen.*

[2] *Für Störgeräusche, die aufgrund ausgeprägter Einzeltöne, deutlich hervortretender Impulsgeräusche bzw. kurzfristiger Pegeländerungen oder Informationshaltigkeit zu erhöhten Störwirkungen führen, sind Zuschläge zum Mittelungspegel des Teilzeitraumes von ΔL = +3 oder +6 dB zu erheben.*

An dieser Stelle sollen ausschließlich die Nachtwerte betrachtet werden. Sie stellen die höchsten Ansprüche hinsichtlich des Schallimmissionsschutzes.

Beurteilungszeitraum	**tags: 6:00 – 22:00**	**nachts: 22:00 – 6:00**
Mittelungszeit	**16 h**	**1h**
Industriegebiet GI	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiet GE	65 dB(A)	50 dB(A)
Urbane Gebiete MU	63 dB(A)	45 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebiet MK/MD/MI	60 dB(A)	45 dB(A)
allgemeines Wohngebiet WA und Kleinsiedlungsgebiet WS, Wochenendhaus-, Ferienhaus-, Campingplatzgebiet	55 dB(A)	40 dB(A)
reines Wohngebiet WR	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiet, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel im Tag- und Nachtzeitraum außerhalb von Gebäuden

3 Ausgangsdaten

3.1 Immissionsorte

Die maßgeblichen Immissionsorte liegen nach TA Lärm A.1.3.a [9] bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes. Die IO-Höhe von 3 m berücksichtigt die wegen der fehlenden Bodendämpfung kritische Empfangshöhe im Erdgeschoss. Bei unbebauten Flächen oder bebauten Flächen, die keine Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen enthalten, liegen die Immissionsorte an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen errichtet werden dürfen.

Die Lage der Immissionsorte wurde bei den Prognosen so gewählt, dass sie sich genau in dem Abstand von den Windenergieanlagen befinden, an dem der Immissionsrichtwert gerade noch eingehalten wird. Die Ausnahmen sind der IO1 und IO11, die sich in 10 m Abstand vom Turmfuß der Windenergieanlage befinden.

Aufgrund der nicht-rotationssymmetrischen Schallausbreitung vom Windenergiepark in die Umgebung wurden jeweils zwei Schallausbreitungspfade gewählt. Sie sind rechtwinklig zueinander angeordnet und markieren die Bereiche der größten Gesamtimmission in der ausgewählten Richtung.

Den Immissionsorten wird als bauliche Nutzung zugeordnet:

IO 1 / IO 11	Industriegebiet
IO 2 / IO 12	Gewerbegebiet
IO 3 / IO 13	urbanes Gebiet sowie Kern-, Dorf- und Mischgebiet
IO 4 / IO 14	allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet, Erholungs-Sondergebiet
IO 5 / IO 15	reines Wohngebiet sowie Kurgebiet, Krankenhäuser und Pflegeanstalten.

Die baulichen Nutzungen mit gleichem Immissionsrichtwert nachts wurden zusammengefasst.

3.2 Vorbelastung

Bei der Untersuchung wird davon ausgegangen, dass es keine Vorbelastung durch Schallemissionen von gewerblichen Anlagen gibt. Auch Windenergieanlagen sind im Simulationsgebiet nicht vorhanden.

3.3 Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung wird durch die drei Windenergieanlagen bestimmt. Die zu diesen Anlagen gehörenden Daten sind beispielhaft und typisch für Windenergieanlagen der 7,2-MW-Klasse. Angenommen wird stellvertretend eine Vestas V172-7.2 MW STE (Serrated Trailing Edges = Sägezahnhinterkante) in Mode PO7200 [11]. Es wird davon ausgegangen, dass keine tonalen Anteile im Geräuschspektrum wahrnehmbar sind.

Tabelle 2 zeigt die angenommene Anordnung der Windenergieanlagen.

Quelle	Analagentyp	UTM-Koordinaten		P in kW	RD in m	NH in m	K_T in dB	K_I in dB
		Rechtswert	Hochwert					
WEA 1	7,2-MW-Anlage Vestas V172-7.2MW STE	363785	5780372	7.200	172	175	0	0
WEA 2		363570	5780000					
WEA 3		364000	5780000					

Tabelle 2: Schallquellen Zusatzbelastung

Hierbei bedeuten:
P *Leistung in kW*
RD *Rotordurchmesser in m*
NH *Nabenhöhe in m*
K_T *Tonzuschlag in dB*
K_I *Impulszuschlag in dB*

Die angegebene Schallleistung soll aus einer Einfachmessung resultieren. Dabei wird eine typische Serienstreuung angenommen. Der Schallleistungspegel beträgt

L_{WA} = 106,9 dB(A)

gemäß [2].

Anlagentyp	Quelle	L_{WA} in dB(A)	σ_P in dB	σ_R in dB	K in dB	L_{WD} in dB
7,2-MW-Anlage	Datenblatt V172-7.2MW [11]	106,9	1,2	0,5	2,1	109,0

Tabelle 3: Emissionskenngrößen der Zusatzbelastung bei Schallleistungspegel aus Einfachvermessung

Hierbei bedeuten:

L_{WA}	*Schallleistungspegel*
σ_P	*Serienstreuung, bei Mehrfachvermessung aus mindestens 3 Anlagen identisch mit Standardabweichung, sonst σ_P =1,2*
σ_R	*Unsicherheit für Typvermessung, σ_R = 0,5*
K	*Vertrauenszuschlag K = 1,28 * σ_{ges}*
L_{WD}	*obere 90 %ige Vertrauensbereichsgrenze*

Für alle Berechnungen wird das Oktavbandspektrum der Windenergieanlage vom Typ Vestas V172-7.2MW zugrunde gelegt.

f in Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
L_{WD} in dB(A)	92,7	100,2	103,4	103,6	101,9	97,4	89,8	79,1
L_W in dB	118,9	116,3	112,0	106,8	101,9	96,2	88,8	80,2

Tabelle 4: 7,2-MW-Musteranlage mit Oktavbandspektrum aus [11] einschließlich Vertrauenszuschlag

4 Prognoserechnung

4.1 Bildung der mittleren Emissionspegel

Der Brandenburgische WKA-Geräuschemissionserlass [2] nimmt eine Modellierung als ungerichtete, frequenzabhängige Punktschallquelle vor. Daher sind Oktavband-Schallleistungspegel für jeden Anlagentyp als Eingangsdaten erforderlich. Die Tabellen in den Anlagen enthalten die unbewerteten Oktavband-Schallleistungspegel, d. h. ohne die Einbeziehung der A-Bewertung wie bei allen frequenzspezifischen Rechnungen.

Bei der Bildung der mittleren Emissionspegel der Windenergieanlagen ist wie folgt vorzugehen:

- Bildung des mittleren Schallleistungspegel $L_{WA,m}$

$$L_{WA,m} = \sum_{j=1}^{n} \frac{L_{WA,j}}{n}$$

$L_{WA,j}$: Schallleistungspegel der vermessenen Anlagen
n: Anzahl der vermessenen WEA

- Berechnung der Standardabweichung s des Schallleistungspegels in dB

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{j=1}^{n} \left(L_{WA,j} - L_{WA,m}\right)^2}$$

- Unsicherheit der Typvermessung σ_R nach [2]
  bei Typvermessung nach FGW-Richtlinie: $\sigma_R = 0{,}5\ dB$
- Unsicherheit der Serienstreuung σ_P nach [2]
  bei Mehrfachmessungen nach FGW-Richtlinie (mind. 3 Messungen): $\sigma_P = s$,
  bei Einfach- oder Zweifachmessungen bzw. Herstellerangabe im Datenblatt: $\sigma_P = 1{,}2\ dB$
- Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} nach [2]
  Berücksichtigt durch: $\sigma_{Prog} = 1\ dB$

4.2 Berechnung der Schallimmissionspegel

Entsprechend den Anforderungen an eine frequenzselektive Prognose gemäß TA Lärm [9] wurden die Berechnungen mit Schallleistungspegeln in den Oktaven von 63 Hz bis 4000 Hz durchgeführt. Das Interimsverfahren für die Schallausbreitung von WEA [7] beschreibt die Abweichungen der Ausbreitungsrechnung von den Vorgaben der DIN ISO 9613 Teil 2 [6]. Meteorologische Bedingungen (Windeinflüsse im Jahresmittel) wurden durch die Verwendung des standortbezogenen Meteorologiefaktors C_0 = 0 dB (tags, nachts) konservativ vernachlässigt. Aufgrund der hohen Quellenlage wird eine vollständig in den Raum abstrahlende Schallquelle angenommen mit D_C = 0 dB. Zur Berechnung des Bodeneffektes wird eine vollständige Reflektion mit A_{gr} = -3 dB verwendet.

Die Berechnungen wurden mit dem Programm IMMI [12] an den im Pkt. 3.1 beschriebenen Nachweisorten und für die Gesamtbelastung zusätzlich flächendeckend als Raster durchgeführt. Alle Schallanteile wurden auf der Grundlage der DIN ISO 9613, Teil 2 [6] mit den o.g. Modifizierungen berechnet.

Die Prognosequalität wurde entsprechend des brandenburgischen WKA- Geräuschemissionserlasses [2] wie folgt berechnet:

- Berechnung der Standardabweichung für die Unsicherheit $\sigma_{ges,j}$ der Teilbeurteilungspegel $L_{p,j}$ in dB

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{R,j}^2 + \sigma_{P,j}^2 + \sigma_{Prog}^2}$$

$\sigma_{R:}$ *Unsicherheit der Typvermessung*
$\sigma_{P:}$ *Unsicherheit der Serienstreuung*
$\sigma_{Prog:}$ *Unsicherheit der Prognosemodells*

- Berechnung des Zuschlags ΔL_j zur Immission mit einem Vertrauensniveau von 90 %

$$\Delta L_j = 1{,}28 * \sigma_{j,ges}$$

$\sigma_{j,\,ges}$ *Unsicherheit des Teilbeurteilungspegels am Immissionsort*

- Berechnung der oberen Vertrauensbereichsgrenze des Teilbeurteilungspegels $L_{rj,\,90}$ mit einer statistischen Sicherheit von 90 % in dB(A)

$$L_{rj,90} = L_{pj} + \Delta L_j + K_{Tj} + K_{Ij} - C_{met}$$

L_p Gesamtimmissionspegel
ΔL_j Unsicherheitszuschlag (Vertrauensniveau 90%)
K_{Tj} Tonzuschlag am Immissionsort
K_{Ij} Impulszuschlag am Immissionsort
C_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613, Teil 2 [6], *hier $C_{met} = 0$*

- Berechnung des Gesamtbeurteilungspegels am Immissionsort mit einem Vertrauensniveau von 90 %

$$L_{r,90} = 10 * \log\left\{\sum_{j=1}^{n} 10^{L_{pj,90}/10}\right\}$$

n Anzahl der Quellen

- Rundung des Beurteilungspegels L_p nach DIN 1333
  Auf die Rundung wird hier verzichtet, da Mindestabstände und Schallimmissionsdaten zur Abschätzung und nicht zur Bewertung berechnet werden.

4.3 Ergebnisse

Die Lage der Immissionsorte wurde bei den Prognosen so gewählt, dass sie sich genau in dem Abstand von den Windenergieanlagen befinden, an dem der Immissionsrichtwert gerade noch eingehalten wird. Die Ausnahmen sind der IO1 und IO11, die sich in 10 m Abstand vom Turmfuß der Windenergieanlage befinden.

Aufgrund der nicht-rotationssymmetrischen Schallausbreitung vom Windenergiepark in die Umgebung wurden jeweils zwei Schallausbreitungspfade gewählt. Sie sind rechtwinklig zueinander angeordnet und markieren die Bereiche der größten Gesamtimmission in der ausgewählten Richtung.

Somit ergeben sich folgende Abstände und Beurteilungspegel:

Nr.	Bezeichnung	Abstand in m	Immissions-richtwert nachts in dB(A)	Obere Vertrauensbereichsgrenze 90 % in dB(A)	Anforderungen erfüllt nach [2]
IO 1	Industriegebiet	10	70	56,8	Ja
IO 11		10		55,4	Ja
IO 2	Gewerbegebiet	350	50	50,0	Ja
IO 12		**390**		50,0	Ja
IO 3	Urbanes / Kern-, Dorf- und Mischgebiet	690	45	45,0	Ja
IO 13		**770**		45,0	Ja
IO 4	allgemeines Wohngebiet und Kleinsiedlungsgebiet	1230	40	40,0	Ja
IO 14		**1310**		40,0	Ja
IO 5	reines Wohngebiet / Kurgebiet, Krankenhäuser	2040	35	35,0	Ja
IO 15		**2130**		35,0	Ja

Tabelle 5: Beurteilungspegel und Mindestabstände der Gesamtbelastung nachts für 3 Windenergieanlagen

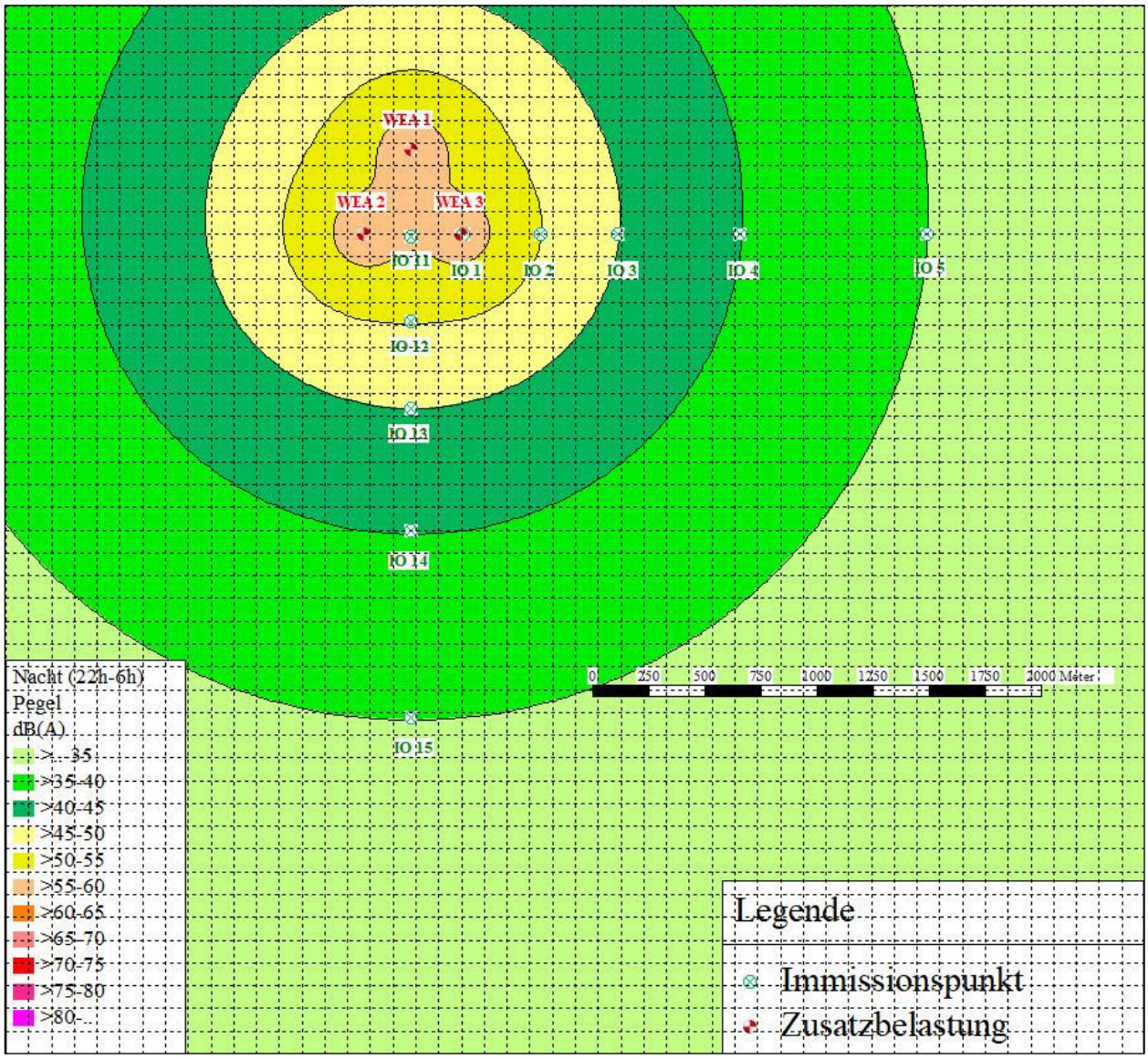


Abbildung 1: Schallimmissionsplan für 3 Windenergieanlagen (Beurteilungszeitraum Nacht)

Die Legende in Anlage 1 erläutert die verwendeten Abkürzungen und Indizes. Die detaillierten Berechnungsergebnisse sind in Anlage 2 im Beurteilungszeitraum Nacht dargestellt.

4.4 Ergebnisse bei Berücksichtigung des Schallminderungspotentials

Die Ergebnisse des vorherigen Abschnitts 4.3 nennen die Mindestabstände zwischen Bebauung und Windenergieanlagen im Standardfall ohne Nutzung des Minderungspotentials der Schallimmissionen sowie der Prognoseunsicherheiten. Da in realen Planungen diese Einflussmöglichkeiten tatsächlich genutzt werden, soll an dieser Stelle deren Auswirkung auf den Mindestabstand gezeigt werden. Neben den in Abschnitt 1 genannten Bedingungen werden abweichend angenommen:

- Lineare Anordnung der Windenergieanlagen bei gegenseitigem Abstand von 2,5×172 m = 430 m,
- Schallleistungsdaten nach Dreifachmessung, d. h. minimaler Vertrauenszuschlag von 1,4 dB (einschließlich Unsicherheit Typvermessung, Serienstreuung, Prognosemodell),
- Nachtbetrieb mit Leistungsabsenkung auf Mode S08 und entsprechende Schallleistungsminderung.

Daraus ergeben sich die Schallleistungsdaten gemäß [2].

Anlagentyp	Quelle	L_{WA} in dB(A)	σ_P in dB	σ_R in dB	K in dB	L_{WD} in dB
7,2-MW-Anlage Mode S08	Datenblatt V172-7.2MW [11]	98,0	0,0	0,5	1,4	99,4

Tabelle 6: Emissionskenngrößen der Zusatzbelastung bei Schallleistungspegel aus Mehrfachvermessung

Hierbei bedeuten:

L_{WA}	*Schallleistungspegel*
σ_P	*Serienstreuung, bei Mehrfachvermessung aus mindestens 3 Anlagen identisch mit Standardabweichung, sonst σ_P =1,2*
σ_R	*Unsicherheit für Typvermessung, σ_R = 0,5*
K	*Vertrauenszuschlag K = 1,28 * σ_{ges}*
L_{WD}	*obere 90 %ige Vertrauensbereichsgrenze*

Für die Berechnungen wird das Oktavbandspektrum der Windenergieanlage vom Typ Vestas V172-7.2MW im Mode SO8 zugrunde gelegt.

f in Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
L_{WD} in dB(A)	83,3	90,4	93,4	94,1	92,7	88,3	80,9	70,5
L_W in dB	109,5	106,5	102,0	97,3	92,7	87,1	79,9	71,6

Tabelle 7: 7,2-MW-Musteranlage mit Oktavbandspektrum in Betriebsmode SO8 aus [11] einschließlich Vertrauenszuschlag

Eine Schallabschirmung durch das Gelände wird aufgrund der gegebenen Bedingungen im betrachteten Gebiet nicht erwogen.

Die Wahl der Immissionsortanordnung ist beibehalten worden, der Abstand wurde modifiziert entsprechend des Mindestabstandes. IO 1, 2 und IO 11, 12 befinden sich wieder in einem festen Abstand vom Turmfuß der Windenergieanlage. Somit ergeben folgende Mindestabstände und Beurteilungspegel:

Nr.	Bezeichnung	Abstand in m	Immissionsrichtwert nachts in dB(A)	Obere Vertrauensbereichsgrenze 90 % in dB(A)	Anforderungen erfüllt nach [2]
IO 1	Industriegebiet	10	70	46,8	Ja
IO 11		10		47,6	Ja
IO 2	Gewerbegebiet	10	50	46,8	Ja
IO 12		10		47,6	Ja
IO 3	Urbanes / Kern-, Dorf- und Mischgebiet	**120**	45	45,0	Ja
IO 13		160		45,0	Ja
IO 4	allgemeines Wohngebiet und Kleinsiedlungsgebiet	**340**	40	40,0	Ja
IO 14		430		40,0	Ja
IO 5	reines Wohngebiet / Kurgebiet, Krankenhäuser	**660**	35	35,0	Ja
IO 15		840		35,0	Ja

Tabelle 8: Beurteilungspegel und Mindestabstände der Gesamtbelastung nachts für 3 Windenergieanlagen bei Berücksichtigung des Schallminderungspotentials

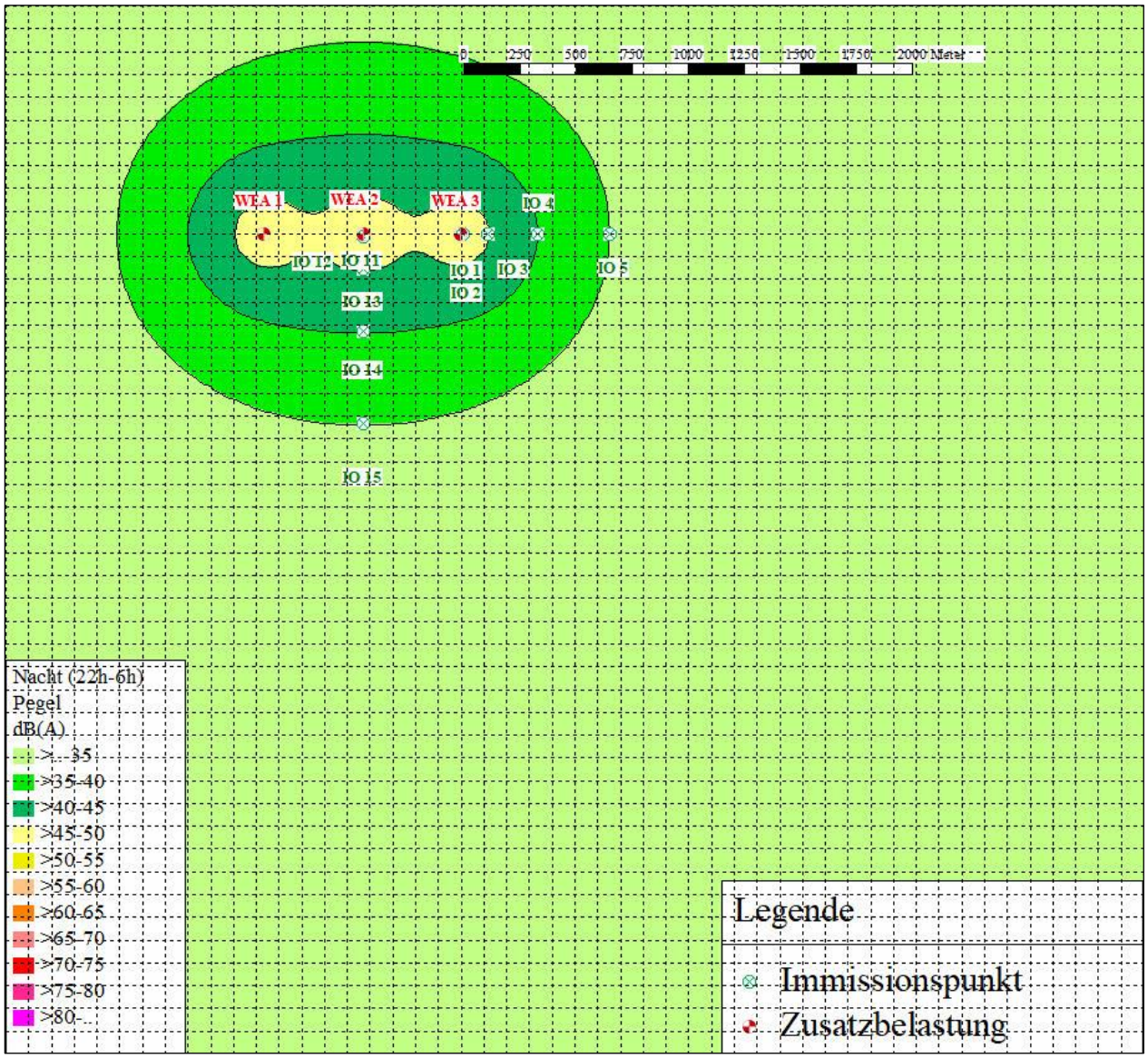


Abbildung 2 Schallimmissionsplan für 3 Windenergieanlagen (nachts) bei Berücksichtigung des Schallminderungspotentials

4.5 Beurteilung

Die Berechnungsergebnisse für die beiden Konstellationen (drei Windenergieanlagen der Leistungsklasse 7,2 MW im Nachtbetrieb ohne Vorbelastung, dass

- der Immissionsrichtwert nachts für Industriegebiete (GI) bereits unmittelbar neben einer Windenergieanlage einzuhalten ist.
- die Nacht-Immissionsrichtwerte für die Gebietseinstufungen nach Baunutzungsarten durch Mindestabstände von **drei Windenergieanlagen ohne Vorbelastung** mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % an allen Immissionsorten sicher einzuhalten sind:

GE:	50 dB – 390 m	MU/MK/MD/MI:	45 dB – 770 m
WA/WS:	40 dB – 1310 m	WR/Kur:	35 dB – 2130 m

Die Mindestabstände sind jeweils als Abstand vom Immissionsort zur nächstgelegenen Windenergieanlage berechnet worden. Die Einhaltung der Immissionsrichtwerte ist auch bei kleineren Entfernungen in Abhängigkeit der Anordnung der Windenergieanlagen und der Lage des Immissionsortes möglich und im Einzelfall zu bestimmen. Ebenso erlaubt die schallmindernde Leistungsreduzierung einzelner Windenergieanlagen eine Reduzierung der Mindestabstände.

Beispielsweise können sich die Mindestabstände bei optimaler Dreifachvermessung des Anlagentyps, anderer Anordnung und einem Nachtbetrieb mit Leistungsabsenkung auf Mode S08 für drei Windenergieanlagen ohne Vorbelastung vermindern auf:

GE:	50 dB – 10 m	MU/MK/MD/MI:	45 dB – 120 m
WA/WS:	40 dB – 340 m	WR/Kur:	35 dB – 660 m

5 Literaturverzeichnis

[1] Akustik Bureau Dresden Ingenieurgesellschaft mbH, „Schallimmissionsprognose ABD 44229-01.01/24 für die Modellhafte Ermittlung der Schallimmissionen von Windenergieanlagen, Nachtzeitraum," 23.10.2024.

[2] Land Brandenburg, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, „Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und die Nachweismessung von Windkraftanlagen (WKA) - (WKA-Geräuschimmissionserlass)," 24.02.2023.

[3] *DIN IEC 61400-11 - Windenergieanlagen Teil 11 Schallmessverfahren,* Deutsches Institut für Normung, 2009.

[4] Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel, „Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 15," Kiel, 2004.

[5] LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz), „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Entwurf," 30.06.2017.

[6] „DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeine Berechnungsverfahren," Beuth, Berlin, 1999.

[7] DIN-Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", „Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windenergieanlagen," Fassung 2015-05.1.

[8] „DIN 45645-1 Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen," Beuth, Berlin, 1996.

[9] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA-Lärm), 1998.

[10] „Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO)," 2021.

[11] Vestas Wind System A/S, „Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V172-7.2 MW (Dok. Nr. 0124-6701.V05)," 29.02.2024.

[12] *Rechenprogramm IMMI*, Höchberg: Wölfel Messsysteme und Software, 2024.

6 Anlagen

Anlage 1 Legende

Legende zur Ergebnisliste		
Lr = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet		
Bezeichnung	Bedeutung	Einheit
Lw:	Schallleistungspegel	dB(A)
Dc = D0 + DI + Domega:	Raumwinkelmaß+Richtwirkungsmaß+Bodenreflexion (frq.-unabh. Berechr	dB
KI	Impulszuschlag	dB
KT	Tonzuschlag	dB
Abstand:	Abstand d des Immissionsortes von der Schallquelle	m
Adiv:	Abstandsmaß	dB
Aatm:	Luftabsorptionsmaß	dB
Agr:	Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß	dB
Afol:	Bewuchsdämpfungsmaß	dB
Ahous:	Bebauungsdämpfungsmaß	dB
Abar:	Einfügungsdämpfungsmaß eines Schallschirms	dB
Lp, j	Teilimmissionspegel	dB(A)
Lp	Gesamtimmissionspegel	dB(A)
Cmet:	Meteorologische Korrektur	dB
Lr	Gesamtbeurteilungspegel nach DIN ISO 9613, Teil 2	dB(A)
σProg	Unsicherheit der Ausbreitungsrechnung	dB
σP	Produktionsstandardabweichung	dB
σR	Wiederholstandardabweichung	dB
σges, j	Gesamtunsicherheit des Teilbeurteilungspegels	dB
σges	Gesamtunsicherheit des Gesamtbeurteilungspegels	dB
Lr,90	obere Vertrauensbereichsgrenze des Gesamtimmissionspegels mit einer statistischen Sicherheit von 90 %	dB(A)

Anlage 2 Berechnungsergebnisse für drei Einzelanlagen (Einfachvermessung), nachts

Immissionsort:	IO 1															
364010,00	m															
5780000,00	m															
3,00	m															
Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	372	63 H	118,9		64,4	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	57,4	
						125	116,3		64,4	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	54,7	
						250	112,0		64,4	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	50,1	
						500	106,8		64,4	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,5	
						1000	101,9		64,4	1,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	38,8	
						2000	96,2		64,4	4,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	30,2	
						4000	88,8		64,4	15,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	12,0	
						8000	80,2	109,0	64,4	54,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-36,1	46,5
WEA 5		0,0	0,0	0,0	10	63 H	118,9		55,7	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	66,2	
						125	116,3		55,7	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	63,5	
						250	112,0		55,7	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	59,1	
						500	106,8		55,7	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	53,7	
						1000	101,9		55,7	0,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	48,5	
						2000	96,2		55,7	1,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	41,8	
						4000	88,8		55,7	5,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	30,4	
						8000	80,2	109,0	55,7	20,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	7,3	55,8
WEA 2		0,0	0,0	0,0	357	63 H	118,9		64,3	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	57,5	
						125	116,3		64,3	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	54,8	
						250	112,0		64,3	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	50,2	
						500	106,8		64,3	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,6	
						1000	101,9		64,3	1,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	38,9	
						2000	96,2		64,3	4,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	30,4	
						4000	88,8		64,3	15,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	12,2	
						8000	80,2	109,0	64,3	54,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	-35,4	46,6
																56,7
Immissionsort:	**IO 2**															
364350,00	m															
5780000,00	m															
3,00	m															
Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	712	63 H	118,9		69,0	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	52,8	
						125	116,3		69,0	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,9	
						250	112,0		69,0	0,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	45,1	
						500	106,8		69,0	1,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,2	
						1000	101,9		69,0	2,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	33,0	
						2000	96,2		69,0	7,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	22,5	
						4000	88,8		69,0	26,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-3,3	
						8000	80,2	109,0	69,0	93,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-79,0	41,3
WEA 5		0,0	0,0	0,0	350	63 H	118,9		62,8	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	59,0	
						125	116,3		62,8	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	56,3	
						250	112,0		62,8	0,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	51,8	
						500	106,8		62,8	0,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,2	
						1000	101,9		62,8	1,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,7	
						2000	96,2		62,8	3,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	32,6	
						4000	88,8		62,8	12,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	16,2	
						8000	80,2	109,0	62,8	45,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	-25,2	48,3
WEA 2		0,0	0,0	0,0	356	63 H	118,9		67,9	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	54,0	
						125	116,3		67,9	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	51,2	
						250	112,0		67,9	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,4	
						500	106,8		67,9	1,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,6	
						1000	101,9		67,9	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	34,5	
						2000	96,2		67,9	6,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	24,6	
						4000	88,8		67,9	22,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	1,2	
						8000	80,2	109,0	67,9	81,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	-66,0	42,7
																50,0

Immissionsort:	IO 3
364690,00	m
5780000,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	1052	63 H	118,9		72,1	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,7	
						125	116,3		72,1	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,8	
						250	112,0		72,1	1,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	41,7	
						500	106,8		72,1	2,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,5	
						1000	101,9		72,1	4,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	28,7	
						2000	96,2		72,1	10,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	16,2	
						4000	88,8		72,1	37,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-17,4	
						8000	80,2	109,0	72,1	132,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	-121,2	37,7
WEA 5		0,0	0,0	0,0	690	63 H	118,9		68,0	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	53,8	
						125	116,3		68,0	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	51,0	
						250	112,0		68,0	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,2	
						500	106,8		68,0	1,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,4	
						1000	101,9		68,0	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	34,3	
						2000	96,2		68,0	6,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	24,3	
						4000	88,8		68,0	23,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
						8000	80,2	109,0	68,0	83,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-68,0	42,5
WEA 2		0,0	0,0	0,0	598	63 H	118,9		70,9	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	50,9	
						125	116,3		70,9	0,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	48,0	
						250	112,0		70,9	1,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	43,0	
						500	106,8		70,9	1,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	37,0	
						1000	101,9		70,9	3,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	30,3	
						2000	96,2		70,9	9,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	18,7	
						4000	88,8		70,9	32,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	-11,6	
						8000	80,2	109,0	70,9	115,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	-103,7	39,1
																45,0

Immissionsort:	IO 4
365230,00	m
5780000,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	1592	63 H	118,9		75,4	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,3	
						125	116,3		75,4	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	43,2	
						250	112,0		75,4	1,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	37,8	
						500	106,8		75,4	3,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	31,1	
						1000	101,9		75,4	6,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	23,4	
						2000	96,2		75,4	16,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	7,6	
						4000	88,8		75,4	54,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	-38,3	
						8000	80,2	109,0	75,4	195,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	-187,2	33,6
WEA 5		0,0	0,0	0,0	1230	63 H	118,9		72,9	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	48,9	
						125	116,3		72,9	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	45,9	
						250	112,0		72,9	1,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,8	
						500	106,8		72,9	2,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	34,5	
						1000	101,9		72,9	4,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	27,5	
						2000	96,2		72,9	12,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	14,3	
						4000	88,8		72,9	40,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	-21,8	
						8000	80,2	109,0	72,9	145,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	-134,8	36,8
WEA 2		0,0	0,0	0,0	1095	63 H	118,9		74,5	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	47,2	
						125	116,3		74,5	0,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,2	
						250	112,0		74,5	1,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	38,9	
						500	106,8		74,5	2,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	32,4	
						1000	101,9		74,5	5,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	24,9	
						2000	96,2		74,5	14,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	10,2	
						4000	88,8		74,5	49,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	-31,9	
						8000	80,2	109,0	74,5	175,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-166,8	34,7
																40,0

Immissionsort:	IO 5
366040,00	m
5780000,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	2402	63 H	118,9		78,9	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	42,7	
						125	116,3		78,9	1,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,4	
						250	112,0		78,9	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	33,6	
						500	106,8		78,9	4,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	26,2	
						1000	101,9		78,9	9,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	17,0	
						2000	96,2		78,9	23,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	-3,6	
						4000	88,8		78,9	81,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-68,2	
						8000	80,2	109,0	78,9	289,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	-285,0	29,1
WEA 5		0,0	0,0	0,0	2040	63 H	118,9		77,2	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,4	
						125	116,3		77,2	0,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	41,2	
						250	112,0		77,2	2,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,6	
						500	106,8		77,2	4,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	28,6	
						1000	101,9		77,2	7,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	20,2	
						2000	96,2		77,2	19,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	2,2	
						4000	88,8		77,2	67,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-52,5	
						8000	80,2	109,0	77,2	239,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	-233,3	31,3
WEA 2		0,0	0,0	0,0	1885	63 H	118,9		78,2	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	43,4	
						125	116,3		78,2	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,2	
						250	112,0		78,2	2,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	34,4	
						500	106,8		78,2	4,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	27,2	
						1000	101,9		78,2	8,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	18,3	
						2000	96,2		78,2	22,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	
						4000	88,8		78,2	75,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-61,5	
						8000	80,2	109,0	78,2	267,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-262,8	30,0
																35,0

Immissionsort:	IO 11
363785,00	m
5779990,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	147	63 H	118,9		59,6	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	62,2	
						125	116,3		59,6	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	59,6	
						250	112,0		59,6	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	55,1	
						500	106,8		59,6	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,7	
						1000	101,9		59,6	1,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,3	
						2000	96,2		59,6	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	37,0	
						4000	88,8		59,6	8,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	23,3	
						8000	80,2	109,0	59,6	31,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	51,7
WEA 5		0,0	0,0	0,0	215	63 H	118,9		59,8	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	62,1	
						125	116,3		59,8	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	59,4	
						250	112,0		59,8	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	54,9	
						500	106,8		59,8	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,5	
						1000	101,9		59,8	1,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,1	
						2000	96,2		59,8	2,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	36,7	
						4000	88,8		59,8	9,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	23,0	
						8000	80,2	109,0	59,8	32,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	-8,8	51,5
WEA 2		0,0	0,0	0,0	511	63 H	118,9		63,4	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	58,5	
						125	116,3		63,4	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	55,8	
						250	112,0		63,4	0,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	51,2	
						500	106,8		63,4	0,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	45,6	
						1000	101,9		63,4	1,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,0	
						2000	96,2		63,4	4,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	31,8	
						4000	88,8		63,4	13,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	14,8	
						8000	80,2	109,0	63,4	48,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	-28,7	47,7
																55,4

Immissionsort:	IO 12
363785,00	m
5779610,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	417	63 H	118,9		64,5	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	57,3	
						125	116,3		64,5	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	54,6	
						250	112,0		64,5	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	50,0	
						500	106,8		64,5	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,4	
						1000	101,9		64,5	1,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	38,7	
						2000	96,2		64,5	4,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	30,1	
						4000	88,8		64,5	15,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	11,7	
						8000	80,2	109,0	64,5	55,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-36,8	46,4
WEA 5		0,0	0,0	0,0	445	63 H	118,9		64,6	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	57,3	
						125	116,3		64,6	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	54,5	
						250	112,0		64,6	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,9	
						500	106,8		64,6	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,3	
						1000	101,9		64,6	1,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	38,6	
						2000	96,2		64,6	4,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	30,0	
						4000	88,8		64,6	15,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	11,6	
						8000	80,2	109,0	64,6	55,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-37,2	46,4
WEA 2		0,0	0,0	0,0	807	63 H	118,9		68,8	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	53,0	
						125	116,3		68,8	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	50,2	
						250	112,0		68,8	0,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	45,4	
						500	106,8		68,8	1,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,5	
						1000	101,9		68,8	2,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	33,2	
						2000	96,2		68,8	7,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	22,8	
						4000	88,8		68,8	25,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	-2,6	
						8000	80,2	109,0	68,8	91,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-76,7	41,6
																50,1

Immissionsort:	IO 13
363785,00	m
5779230,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	784	63 H	118,9		69,2	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	52,6	
						125	116,3		69,2	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,7	
						250	112,0		69,2	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,9	
						500	106,8		69,2	1,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,0	
						1000	101,9		69,2	3,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	32,7	
						2000	96,2		69,2	7,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	22,1	
						4000	88,8		69,2	26,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	-4,2	
						8000	80,2	109,0	69,2	95,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-81,4	41,1
WEA 5		0,0	0,0	0,0	799	63 H	118,9		69,3	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	52,6	
						125	116,3		69,3	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,7	
						250	112,0		69,3	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,9	
						500	106,8		69,3	1,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,0	
						1000	101,9		69,3	3,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	32,7	
						2000	96,2		69,3	7,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	22,1	
						4000	88,8		69,3	26,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-4,3	
						8000	80,2	109,0	69,3	95,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	-81,6	41,1
WEA 2		0,0	0,0	0,0	1153	63 H	118,9		72,2	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	49,5	
						125	116,3		72,2	0,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,6	
						250	112,0		72,2	1,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	41,6	
						500	106,8		72,2	2,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,3	
						1000	101,9		72,2	4,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	28,4	
						2000	96,2		72,2	11,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	15,8	
						4000	88,8		72,2	37,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-18,2	
						8000	80,2	109,0	72,2	134,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-123,9	37,6
																45,0

Immissionsort:	IO 14
363785,00	m
5778690,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	1318	63 H	118,9		73,5	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	48,2	
						125	116,3		73,5	0,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	45,2	
						250	112,0		73,5	1,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,1	
						500	106,8		73,5	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	33,7	
						1000	101,9		73,5	4,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	26,5	
						2000	96,2		73,5	12,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	12,7	
						4000	88,8		73,5	43,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-25,6	
						8000	80,2	109,0	73,5	156,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	-146,7	36,0
WEA 5		0,0	0,0	0,0	1328	63 H	118,9		73,5	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	48,2	
						125	116,3		73,5	0,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	45,2	
						250	112,0		73,5	1,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,1	
						500	106,8		73,5	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	33,7	
						1000	101,9		73,5	4,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	26,5	
						2000	96,2		73,5	12,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	12,7	
						4000	88,8		73,5	43,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	-25,6	
						8000	80,2	109,0	73,5	156,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	-146,8	36,0
WEA 2		0,0	0,0	0,0	1671	63 H	118,9		75,6	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	46,1	
						125	116,3		75,6	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	43,1	
						250	112,0		75,6	1,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	37,7	
						500	106,8		75,6	3,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	31,0	
						1000	101,9		75,6	6,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	23,2	
						2000	96,2		75,6	16,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	7,3	
						4000	88,8		75,6	55,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-39,1	
						8000	80,2	109,0	75,6	197,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	-189,9	33,5
																40,1

Immissionsort:	IO 15
363785,00	m
5777870,00	m
3,00	m

Bezeichnung		Dc	KI	KT	Abstand	Frequenz	Lw,i	Lw	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Lp, jokt	Lr, 90
		/ dB	/ dB	/ dB	/ m	Hz	/ dB	/ dB(A)	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB	/ dB(A)
WEA 4		0,0	0,0	0,0	2135	63 H	118,9		77,6	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,0	
						125	116,3		77,6	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,8	
						250	112,0		77,6	2,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,1	
						500	106,8		77,6	4,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	28,0	
						1000	101,9		77,6	7,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	19,4	
						2000	96,2		77,6	20,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,8	
						4000	88,8		77,6	70,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-56,2	
						8000	80,2	109,0	77,6	251,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	-245,4	30,8
WEA 5		0,0	0,0	0,0	2141	63 H	118,9		77,6	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,0	
						125	116,3		77,6	0,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	40,8	
						250	112,0		77,6	2,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,1	
						500	106,8		77,6	4,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	28,0	
						1000	101,9		77,6	7,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	19,4	
						2000	96,2		77,6	20,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,8	
						4000	88,8		77,6	70,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-56,2	
						8000	80,2	109,0	77,6	251,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	-245,5	30,8
WEA 2		0,0	0,0	0,0	2475	63 H	118,9		79,0	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	42,6	
						125	116,3		79,0	1,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,3	
						250	112,0		79,0	2,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	33,4	
						500	106,8		79,0	4,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	26,0	
						1000	101,9		79,0	9,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	16,8	
						2000	96,2		79,0	24,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	-4,0	
						4000	88,8		79,0	82,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	-69,3	
						8000	80,2	109,0	79,0	293,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	-288,8	29,0
																35,0

Akustik * Bureau * Dresden

Ingenieurgesellschaft mbH
Messstelle nach § 29b BImSchG

Akustik Bureau Dresden GmbH Julius-Otto-Straße 13 01219 Dresden

REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT ODER-SPREE
Regionale Planungsstelle
Eisenbahnstraße 140
15517 Fürstenwalde/Spree

Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Unser Zeichen	Dresden
	26. November 2024	ABD 44229-02.02 / 23 sei	20. Dezember 2024

Aktennotiz ABD 44229-02.02 /24

Schallimmissionen von drei Windenergieanlagen
Betriebsart und Mindestabstand

Sehr geehrter Herr Rump,

im Gutachten ABD 44229-02.01/24[1] wird der Mindestabstand von drei Windenergieanlagen für Immissionsorte mit verschiedenem Schutzstatus berechnet. Die Ergebnisse zeigen die Abstände für kritische und für günstige Rahmenbedingungen. Von Ihrer Seite wird gewünscht, auf der Basis der vom MLUK festgelegten Mindestabstände zur Wohnbebauung die erforderlichen Stufen der nächtlichen Leistungsabsenkung für Windenergieanlagen vom Typ Vestas V172-7.2 MW STE beispielhaft zu berechnen.

Da von einem typischen Fall ausgegangen werden soll, wird wieder angenommen:

- Lineare Anordnung der Windenergieanlagen bei gegenseitigem Abstand von 2,5×172 m = 430 m,
- Schallleistungsdaten nach Herstellervorgabe, d. h. Vertrauenszuschlag von 2,1 dB (einschließlich Unsicherheit Typvermessung, Serienstreuung, Prognosemodell),
- Nachtbetrieb mit Leistungsabsenkung und entsprechender Schallleistungsminderung,
- keine akustische Vorbelastung.

[1] Schallimmissionsprognose ABD 44229-02.01/24 für die modellhafte Ermittlung der Schallimmissionen von Windenergieanlagen 11.11.2024

Von besonderem Interesse sind die Immissionsorte mit den Schutzansprüchen nachts von:

- 45 dB(A): IO 13 urbanes Gebiet sowie Kern-, Dorf- und Mischgebiet
  Mindestabstand nach MLUK: 800 m
- 40 dB(A): IO 14 allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet, Erholungs-Sondergebiet
  Mindestabstand nach MLUK: 1.000 m
- 35 dB(A): IO 15 reines Wohngebiet sowie Kurgebiet, Krankenhäuser und Pflegeanstalten.
  Mindestabstand nach MLUK: 1.500 m

Die betrachteten Schallleistungspegel betragen:

Anlagentyp / Betriebsart	**Quelle**	**L_{WA} in dB(A)**	**σ_P in dB**	**σ_R in dB**	**K in dB**	**L_{WD} in dB**
7,2-MW-Anlage /PO7200	Datenblatt V172-7.2MW [2]	106,9	1,2	0,5	2,1	109,0
7,2-MW-Anlage / Mode SO2		104,0				106,1
7,2-MW-Anlage / Mode SO3		103,0				105,1

Tabelle 1: Emissionskenngrößen der Zusatzbelastung bei Schallleistungspegel aus Einfachvermessung

Hierbei bedeuten:

L_{WA}	*Schallleistungspegel*
σ_P	*Serienstreuung, bei Mehrfachvermessung aus mindestens 3 Anlagen identisch mit Standardabweichung, sonst σ_P =1,2*
σ_R	*Unsicherheit für Typvermessung, σ_R = 0,5*
K	*Vertrauenszuschlag $K = 1{,}28 * \sigma_{ges}$*
L_{WD}	*obere 90 %ige Vertrauensbereichsgrenze*

Für die Berechnungen werden die Oktavbandspektren der Windenergieanlage vom Typ Vestas V172-7.2MW zugrunde gelegt.

f in Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
L_{WD} in dB(A)	92,7	100,2	103,4	103,6	101,9	97,4	89,8	79,1
L_W in dB	118,9	116,3	112,0	106,8	101,9	96,2	88,8	80,2

Tabelle 2: 7,2-MW-Musteranlage in Mode PO7200 mit Oktavbandspektrum[2] einschließlich Vertrauenszuschlag

[2] Vestas: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V172-7.2 MW. Dok. 0124-6701.V05, 29.02.2024

f in Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
L_{WD} in dB(A)	89,8	97,4	100,5	100,7	99,1	94,6	87,0	76,4
L_W in dB	116,0	113,5	109,1	103,9	99,1	93,4	86,0	77,5

Tabelle 3: 7,2-MW-Musteranlage in Mode SO2 mit Oktavbandspektrum² einschließlich Vertrauenszuschlag

f in Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
L_{WD} in dB(A)	88,8	96,3	99,5	99,7	98,1	93,6	86,1	75,5
L_W in dB	115,0	112,4	108,1	102,9	98,1	92,4	85,1	76,6

Tabelle 4: 7,2-MW-Musteranlage in Mode SO3 mit Oktavbandspektrum² einschließlich Vertrauenszuschlag

Die vorgegebenen Mindestabstände sichern in der gegebenen Anlagenkonfiguration die Einhaltung der Nacht-Immissionsrichtwerte zu, wenn folgende Betriebsarten zur Minderung der Schallleistung einer Windenergieanlage der 7,2MW-Leistungsklasse vom Typ Vestas V172-7.2MW STE festgelegt werden:

- urbanes Gebiet sowie Kern-, Dorf- und Mischgebiet; **45 dB(A); 800 m: Mode PO7200**
- allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet, Erholungs-Sondergebiet; **40 dB(A); 1.000 m; Mode SO2**
- reines Wohngebiet sowie Kurgebiet, Krankenhäuser und Pflegeanstalten; **35 dB(A); 1.500 m: Mode SO3**

Für weitere Rückfragen stehe ich Ihnen selbstverständlich gern zur Verfügung.

Dresden, 20. Dezember 2024



Dr.-Ing. Hannes Seidler