



SCHALLIMMISSIONS- ERMITTLUNG

Erstellt für:

WPD WINDPARK NR. 533 GMBH & CO. KG

Ref. Nr.: UL-GER-AP19-12951133-03

ZOOTZEN

Brandenburg

Landkreis Ostprignitz-Ruppin

09 Juni 2021

KLASSIFIZIERUNG

Kundenermessen

AUSGABE

02

Dienstleistung

Schallimmissionsermittlung an Windenergieanlagen durch Berechnung/ Prognose

als Teil des akkreditierten Bereichs FG-03-AP, durchgeführt in der UL International GmbH, Büro Oldenburg, unter Berücksichtigung der DIN EN ISO/IEC 17025:2005.

Die Akkreditierung wurde durch die "Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)" vorgenommen.



Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-11095-01-00

Standort

Zootzen

Angebotsnr.

1101721940

Auftragsnr.

12951133

Standards/Richtlinien

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)[1], 26. August 1998
DIN ISO 9613-2, „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“[8], Oktober 1999
Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Entwurf, Länderausschuss für Immissionsschutz[4], 30.Juni 2016

Auftraggeber

wpd Windpark Nr. 533 GmbH & Co. KG
Stephanitorsbollwerk 3
28217 Bremen
Deutschland

Kontakt

Testlabor

UL International GmbH
Kasinoplatz 3
26122 Oldenburg
Germany

Bemerkungen

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts beziehen sich ausschließlich auf den untersuchten Prüfgegenstand.

Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichts ist nur mit einer schriftlichen Genehmigung der UL International GmbH erlaubt. Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts beziehen sich ausschließlich auf den untersuchten Prüfgegenstand

DOKUMENTVERANTWORTLICHE

BEARBEITER	PRÜFER	ABNAHME DURCH
Kathrin Beier <i>B.-Eng.</i> <i>Energy Services</i>	Daniel Fabian <i>M.Sc. Engineering Physics</i> <i>Energy Services</i>	Kathrin Beier <i>B.-Eng.</i> <i>Energy Services</i>



HINWEIS AN DRITTE

Dieser Bericht wurde von UL International GmbH, einem UL-Unternehmen ("UL") erstellt und basiert auf Informationen, die nicht unter der Kontrolle von UL stehen. Bei der Erstellung des Berichts geht UL davon aus, dass die von Dritten zur Verfügung gestellten Informationen vollständig und richtig sind. Obwohl davon ausgegangen wird, dass die hierin enthaltenen Informationen, Daten und Meinungen unter den Bedingungen und den hierin festgelegten Beschränkungen zuverlässig sind, garantiert UL nicht deren Richtigkeit. Die Verwendung dieses Berichts oder der darin enthaltenen Informationen durch eine andere Partei als den beabsichtigten Empfänger stellt einen Verzicht dieser dritten Partei auf jegliche Ansprüche gegenüber UL dar, einschließlich Haftungsansprüche für direkte und indirekte Schäden und insbesondere entgangenen Gewinn. Darüber hinaus stellt die Verwendung des Berichts oder der hierin enthaltenen Informationen durch andere Parteien als den beabsichtigten Empfänger eine Zusage dieser dritten Partei dar, UL von jeglichen Ansprüchen und jeglicher Haftung freizustellen, insbesondere von Haftung für Folgeschäden in Verbindung mit einer solchen Verwendung. Soweit gesetzlich zulässig, gelten diese Haftungsausschlüsse und -freistellungen unabhängig von Fahrlässigkeit, der verschuldensunabhängigen Haftung, des Verschuldens, der Verletzung der Gewährleistung oder einer Vertragsverletzung seitens UL. Die vorstehenden Freistellungen, Verzichtserklärungen oder Haftungseinschränkungen erstrecken sich auch auf verbundene Unternehmen und Unterauftragnehmer von UL sowie die Direktoren, leitenden Angestellten, Partner, Mitarbeiter und Vertreter aller freizustellenden oder zu entschädigenden Parteien.

Als Grundlage für die Ermittlungen dienten die Angaben des Auftraggebers sowie des WEA-Herstellers. Die Ergebnisse wurden nach bestem Wissen und Gewissen und nach allgemein anerkannten Regeln der Technik ermittelt. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass Daten, die nicht ausschließlich von UL verarbeitet werden, zwar - soweit möglich - überprüft und plausibilisiert wurden, dass aber prinzipiell keine Fehlerfreiheit garantiert werden kann.

DOKUMENTKLASSIFIZIERUNG

STRENG VERTRAULICH	Nur für den Empfänger
VERTRAULICH	Darf innerhalb der Organisation des Kunden verbreitet werden
UL INTERN	Keine Veröffentlichung ausserhalb von UL
KUNDENERMESSEN	Verteilung nach Kundenermessen
ÖFFENTLICH	Keine Restriktionen

RELEVANTE BERICHTE

BERICHTSNUMMER	DATUM	ZUSAMMENFASSUNG
UL-GER-AP19-12718880-01.01	12.04.2019	Endbericht

DOKUMENTVERLAUF

AUSGABE	DATUM	ZUSAMMENFASSUNG
00	23.09.2019	Entwurf
01	05.11.2019	Endbericht, zurückgezogen
02	09.06.2021	Endbericht, Redaktionelle Änderung des Verweises auf das Herstellerdatenblatt in Anhang A.1 Berücksichtigung der Nachforderungen 2021-01-28 NF T21 zur Bewertung tieffrequenter Geräusche

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung / Aufgabenstellung	7
2. Berechnungsgrundlagen	8
2.1 Zugrunde liegende Richtlinien	8
2.2 Ausbreitungsberechnung.....	9
2.3 Qualität der Prognose.....	10
3. Topographische Eingangsdaten	13
3.1 Standortbeschreibung	13
3.2 Geographische Datenbasis	13
4. Schallquellen	14
4.1 Geplante Windenergieanlagen	14
5. Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlagen	15
6. Immissionsorte	16
7. Berechnungsergebnisse	20
7.1 Zusatzbelastung.....	20
8. Zusammenfassung	21
8.1 Anmerkungen	21
Anhang A Fotodokumentation	23
Anhang B Weitere Schallquellen.....	26
Anhang B.1 Windpark Groß Haßlow	26
Anhang B.2 Hähnchenmast.....	27
Anhang B.3 Biogasanlagen Gadow	29
Anhang C Verwendete Schalldaten.....	30
Anhang C.1 Nordex N149/5.7, Modus 0 mit 105.6 dB(A).....	31
Anhang D Entfernungsmatrix.....	33
Anhang E Isophonenkarten.....	34
Anhang F Detaillierte Berechnungsergebnisse	35
Anhang G Qualität der Prognose	39
Anhang H Zusatz- bzw. Gesamtbelastung.....	39

Anhang I	Abschätzung Tieffrequenter Geräusche.....	43
Anhang J	Literatur und Quellenverweise.....	48
Anhang K	Verwendete Software	50
Anhang L	Häufig verwendete Abkürzungen	51



1. EINLEITUNG / AUFGABENSTELLUNG

Bei diesem Bericht handelt es sich um eine Revision des Berichtes UL-GER-AP19-12951133-01.01 vom 05.11.2019 der hiermit seine Gültigkeit verliert. Die durchgeführten Anpassungen sind in Tabelle 1.1 dargestellt.

Im Rahmen einer Windparkplanung der wpd Windpark Nr. 533 GmbH & Co. KG im Landkreis Ostprignitz-Ruppin wurde UL mit der Erstellung einer Schallimmissionsprognose beauftragt. In diesem Zusammenhang wurde von UL bereits eine Schallimmissionsermittlung erstellt und unter der Berichtsnummer UL-GER-AP19-12718880-01.01 am 12.04.2019 herausgegeben. In dieser Nachberechnung werden nur die 11 geplanten WEA der wpd Windpark Nr. 533 GmbH & Co. KG betrachtet, während im vorangegangenen Bericht weitere mögliche WEA Standorte berücksichtigt wurden.

Gegenstand dieser Ermittlung ist die

- rechnerische Ermittlung der zu erwartenden Schallimmissionen für benachbarte Immissionsorte (IO),
- Darstellung der Qualität der Prognose, Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse in Berichtsform sowie in Form von Tabellen und Abbildungen.

Die ermittelten Beurteilungspegel werden Immissionsrichtwerten gemäß Angaben des Auftraggebers gegenübergestellt.

Für die Berechnungen wurden die Parkkonfiguration und die technischen Daten der geplanten WEA nach Angaben des Auftraggebers und der Hersteller verwendet.

Die vorliegende Nachberechnung ist ein eigenständiger Bericht und ist unabhängig vom Bericht mit der Nummer UL-GER-AP19-12718880-01.01.

Tabelle 1.1: Änderungen zur vorherigen Ausgabe

Abschnitt	Ort	Änderung und Auswirkungen
Anhang A.1	Absatz 1	Redaktionelle Änderung des Verweises auf das Herstellerdatenblatt in Anhang A.1. Der Verweis auf das Herstellerdatenblatt war falsch und wurde korrigiert.
Anhang I	Abschnitt hinzugefügt	Berücksichtigung der Nachforderungen 2021-01-28 NF T21 zur Bewertung tieffrequenter Geräusche. Es wurde zusätzlich ein Abschnitt zur Abschätzung tieffrequenter Geräusche gemäß Vorgaben aus [19] eingefügt.

2. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Zugrunde liegende Richtlinien

Für die Beurteilung der Schallimmissionen ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [1] zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Genehmigungspraxis von Windenergieanlagen spricht die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz ergänzend spezielle Empfehlungen aus. Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz beschloss in ihrer 134. Sitzung am 05. und 06. September 2017 den Bundesländern die Anwendung des neuen Entwurfes der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen mit Stand 30.06.2016 [4] zu empfehlen.

Der WKA-Geräuschimmissionserlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg vom 16. Januar 2019 [5] folgt dieser Empfehlung, im dazugehörigen Anhang [6] sind Vorgaben für die Geräuschimmissionsprognose spezifiziert.

Die Berechnung der Schalldruckpegel an den Immissionsorten erfolgt gemäß [4] nach dem Interimsverfahren [9], dass auf der *DIN ISO 9613-2* [8] basiert.

Folgende Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel außerhalb von Gebäuden werden in der TA Lärm ([1],[2]) genannt:

Tabelle 2.1: Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm

	IRW Tag	IRW Nacht
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete	50	35
Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60	45
Urbane Gebiete	63	45
Gewerbegebiete	65	50
Industriegebiete	70	70

Die Einordnung als Tages- bzw. Nachtzeit ist in [1] wie folgt definiert:

Tag: 6 - 22 Uhr, Nacht: 22 – 6 Uhr.

2.2 Ausbreitungsberechnung

Die Berechnung der zu erwartenden Schalldruckpegel an den Immissionsorten erfolgt nach *DIN ISO 9613-2* [8] und Interimsverfahren [9].

Der zu erwartende A-bewertete energieäquivalente Dauerschalldruckpegel am Immissionsort unter Mitwindbedingungen $L_{AT}(DW)$ wird nach *DIN ISO 9613-2* [8] berechnet mit Hilfe der Gleichung:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} \quad (1)$$

Über eine meteorologische Korrektur kann aus $L_{AT}(DW)$ der zu erwartende A-bewertete Langzeitmittlungspegel $L_{AT}(LT)$ berechnet werden:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met} \quad (2)$$

Mit

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/d_p] \quad \text{wenn } d_p > 10(h_s + h_r) \quad (3)$$

Dabei ist:

$L_{AT}(DW)$	Äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel bei Mitwind
$L_{AT}(LT)$	Langzeitmittlungspegel
L_W	Schalleistungspegel
D_C	Richtwirkungskorrektur
A_{div}	Dämpfung durch geometrische Ausbreitung
A_{atm}	Dämpfung durch Luftabsorption
A_{gr}	Dämpfung durch Bodeneffekt
C_{met}	meteorologische Korrektur
C_0	Faktor in dB, der von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie Temperaturgradienten abhängt.
h_s	Quellenhöhe
h_r	Empfängerhöhe
d_p	Abstand zwischen Quelle und Immissionsort in Metern, projiziert auf die horizontale Bodenebene

Dabei wird gemäß [9] für den Bodeneffekt (A_{gr}) ein pauschaler Wert von -3 dB angewandt.

Weitere Schalldämpfungsfaktoren nach [8] durch Bewuchs, Industriegelände und Bebauungsflächen (A_{misc}) bzw. durch Abschirmung (A_{bar}) werden nicht mit einbezogen. Schallpegelerhöhungen infolge von Reflexionen werden aufgrund der großen Quellenhöhe nicht mit einbezogen, soweit nicht explizit darauf hingewiesen wird.

Die Luftabsorption (A_{atm}) wurde frequenzabhängig mit Absorptionskoeffizienten gemäß DIN ISO 9613-2 [8] (für 10°C Lufttemperatur und 70% relativer Luftfeuchte) berechnet.

Eine Richtwirkungskorrektur wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt, da die Windenergieanlage als Punktschallquelle betrachtet wird, es gilt $D_C=0\text{dB}$.

C_0 wird mit 0 dB angesetzt, eine meteorologische Korrektur erfolgt nicht. Die Berechnung wird so durchgeführt als lägen für alle WEA immer schallausbreitungsgünstige Mitwindbedingungen vor.

2.3 Qualität der Prognose

Die Qualität der Emissionsdaten wird durch die beiden Streuungsparameter σ_R (Vergleichsstandardabweichung) und σ_P (Produktionsstandardabweichung) beschrieben. Die Vergleichsstandardabweichung σ_R ist die Standardabweichung der Messergebnisse, die bei Anwendung desselben Messverfahrens bei Wiederholungsmessungen an derselben WEA unter gleichen Betriebsbedingungen jedoch durch unterschiedliches Messpersonal ermittelt werden. Für die Vergleichsstandardabweichung von Messungen, die gemäß [7] durchgeführt wurden, wird auf Basis eines Ringversuches [15] und gemäß den Vorgaben in [4] ein Wert von $\sigma_R = 0.5\text{ dB}$ angesetzt.

Liegen zu einem Anlagentyp mehrere FGW-konforme Messberichte vor, lassen sich der mittlere Schalleistungspegel $\overline{L_W}$ und die Produktionsstandardabweichung σ_P gemäß [7] und [10] wie folgt berechnen:

$$\overline{L_W} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n} \quad (4)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \overline{L_W})^2} \quad (5)$$

Da die Streuung der Messergebnisse von der Produktionsstandardabweichung und der Vergleichsstandardabweichung abhängt, lässt sich die Produktionsstandardabweichung durch die folgende Ungleichung abschätzen:

$$\sqrt{s^2 - \sigma_R^2} \leq \sigma_P \leq s \quad (6)$$

Als worst-case Annahme wird $\sigma_P = s$ genähert.

Dabei ist:

$\overline{L_W}$	mittlerer Schalleistungspegel
L_i	Ergebnis der i-ten Vermessung
s	Streuung der Schalleistungspegel

n	Anzahl der vorliegenden Vermessungen
σ_R	Vergleichsstandardabweichung, in [4] wird $\sigma_R = 0.5$ dB für Messungen gemäß technischer Richtlinie [7] empfohlen
σ_P	Produktionsstandardabweichung; als Näherung gilt: $\sigma_P = s$ Für Fälle, in denen keine drei Schallvermessungen eines Anlagentyps vorliegen, wird in [4] ein Wert von $\sigma_P = 1.2$ dB empfohlen

Die Unsicherheit des Prognosemodells wird gemäß [4] mit $\sigma_{prog} = 1.0$ dB berücksichtigt.

Die Gesamtstandardabweichung lässt sich anhand folgender Formel aus den vorgenannten Standardabweichungen berechnen:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{prog}^2} \quad (7)$$

Die obere Vertrauensbereichsgrenze für eine statistische Sicherheit von 90 % kann durch einen Zuschlag abgeschätzt werden, der folgendermaßen berechnet wird:

$$\Delta L = k \cdot \sigma_{ges} \quad (8)$$

Dabei ist:

ΔL	Zuschlag zur Abschätzung der OVBG
k	Standardnormalvariable, zur Ermittlung der OVBG für 90%ige Einhaltungswahrscheinlichkeit ist $k=1.28$
σ_{ges}	Gesamtstandardabweichung der jeweiligen WEA

Zur Zusammenfassung der Gesamtstandardabweichungen verschiedener Anlagen, die auf einen Immissionsort einwirken, werden im Entwurf der LAI-Hinweise [4] keine Empfehlungen gegeben.

Wird die Unsicherheit des Prognosemodells für verschiedene WEA als statistisch unabhängig angenommen, so ergibt sich die Gesamtunsicherheit aus der Anwendung des gaußschen Fehlerfortpflanzungsgesetzes auf die Formel zur Summierung der Teilimmissionspegel (wie beschrieben in [12] und [13]).

UL vorliegende Auswertungen der Messkampagnen zur Schallausbreitung zeigen für manche Messtage bei Ausbreitung in Mitwindrichtung unterschiedliche Vorzeichen bei der Differenz zwischen Berechnung und Messung für unterschiedliche Entfernungen. Dies kann als Hinweis auf eine statistische Unabhängigkeit der Unsicherheit des Prognosemodells für WEA in verschiedenen Entfernungen interpretiert werden.

Gemäß den Ausführungen von J. Engelen und D. Piorr in [14] ist es bei Anwendung des Interimsverfahrens zulässig, die Unsicherheit der prognostizierten Gesamtbelastung mehrerer Windenergieanlagen auch hinsichtlich der Unsicherheit des Prognoseverfahrens nach dem in [12] und [13] veröffentlichten Verfahren zu berechnen.

Im Bundesland Brandenburg werden nach Einführung des aktuellen Windenergieerlasses [5] die Unsicherheitsbeiträge der einzelnen WEA als statistisch abhängig angenommen. Dieser Ansatz führt zu konservativeren Ergebnissen.

Wird die Unsicherheit des Prognosemodells für verschiedene WEA als statistisch abhängig angenommen, so wird ΔL zu jeder WEA berechnet und dem jeweiligen Teilimmissionspegel dieser WEA hinzuaddiert. Diese Werte werden dann summiert, um den Gesamtpegel des Parks am IO zu berechnen.

Zur Definition des maximal zulässigen Emissionswertes im Falle einer emissionsseitigen Abnahmemessung sind gemäß [4], Abschnitt 4, die Unsicherheiten der Emissionsdaten, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells heranzuziehen.

Es gilt:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1.28 \cdot \sqrt{[(\sigma_R)^2 + \sigma_P^2]} \quad (9)$$

3. TOPOGRAPHISCHE EINGANGSDATEN

3.1 Standortbeschreibung

Der Standort Zootzen wurde am 07.02.2019 durch den UL-Mitarbeiter Enno Eiben besucht. Die Windparkfläche Zootzen befindet sich ca. 30 km nordwestlich von Neuruppin und etwa 10 km östlich von Wittstock im Landkreis Ostprignitz-Ruppin (Brandenburg).

Der geplante Windpark erstreckt sich über 3 km in Nord-Süd-Richtung auf einer größtenteils bewaldeten Fläche. Dabei liegt der südliche Teil des Windparks etwa 1 km östlich entfernt von der Ortschaft Zootzen, der nördliche Teil des Windparks liegt etwa 1 km südlich der Ortschaft Schweinrich.

Die weitere Umgebung der Windparkfläche ist durch leicht welliges Gelände mit ausgedehnten freien landwirtschaftlich genutzte Flächen und kleineren Ortschaften sowie größeren Wäldern geprägt.

Die WEA-Standorte befinden sich auf einem Höhengniveau von 74 bis 82 m über NN.

3.2 Geographische Datenbasis

Zur Digitalisierung der Höhenlinien und der Rauigkeiten wurden aktuelle topographische Karten im Maßstab 1:25.000 verwendet.

Bei der Erstellung der Höhenkarten wurde ein Radius von mindestens 10 km um den geplanten Standort berücksichtigt.

Die Koordinaten der Immissionsorte wurden dem Kartenmaterial in Form von aktuellen ATKIS-Karten [16] entnommen und während der Standortbegehung hinsichtlich Lage und Nutzung überprüft.

Insgesamt ist die geographische Datenbasis zur Einschätzung des Standortes als gut zu bezeichnen.

In diesem Bericht werden alle Koordinaten in dem Koordinatensystem UTM ETRS89 Zone 33 dargestellt.

4. SCHALLQUELLEN

Im Rahmen der vorliegenden Ermittlung werden die Schallimmissionen der geplanten WEA als Zusatzbelastung berücksichtigt.

Der Einfluss des Windparks Groß Haßlow ca. 5 km nordwestlich des geplanten Parks wurde überprüft und als nicht signifikant eingestuft (siehe Anhang B)

Der Einfluss einer Hähnchenmastanlage der Prignitzer Broilermast GmbH Co. KG zwischen Groß Haßlow und Schweinrich sowie einer Biogasanlage nordwestlich von Gadow wurden ebenfalls geprüft und als nicht signifikant eingestuft (siehe Anhang B)

Es wurde davon ausgegangen, dass am Standort Zootzen keine weiteren relevanten Lärm-Vorbelastungen in Form von Gewerbe- oder Industriegebieten (mit Lärmemissionen zur Nachtzeit) oder weitere geplante Windparks zu berücksichtigen sind.

Die nachfolgenden Abschnitte zeigen die Schalleistungspegel und Unsicherheitsparameter der berücksichtigten WEA. Die verwendeten Oktavbanddaten sind im Anhang C dargestellt.

4.1 Geplante Windenergieanlagen

Am Standort Zootzen sind insgesamt 11 WEA des Typs Nordex N149/5.7 mit einer Nabenhöhe von 164 m geplant. In Tabelle 4.1 sind Koordinaten und Abmessungen sowie die Summenpegel der jeweiligen geplanten WEA dargestellt. Des Weiteren enthält die Tabelle die für den berücksichtigten Modus jeweils angesetzte Produktserienstreuung, den daraus resultierenden immissionsseitigen Gesamtzuschlag für die einzelne WEA im Rahmen dieser Ermittlung (ΔL) sowie den emissionsseitigen Zuschlag zur Bildung des maximal zulässigen Emissionswertes $L_{e,max}$ im Falle einer emissionsseitigen Abnahmemessung.

In Anhang C werden die resultierenden oberen Vertrauensbereichsgrenzen oktavbandweise dargestellt.

Tabelle 4.1: Schalltechnische Daten der neu geplanten WEA

ID	Koordinaten (UTM WGS 84 Zone 33)		Höhe ü. NN [m]	WEA – Typ	Naben- höhe [m]	SLP Tag dB(A)	SLP Nacht dB(A)	σ_p Nacht dB(A)	ΔL , Nacht dB(A)	Zuschlag, Nacht, emissionsseitig dB(A)
	Rechtswert	Hochwert								
WEA a1	340'184	5'890'556	74	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA a2	340'241	5'891'034	75	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA a3	340'626	5'891'355	75	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA a4	340'777	5'890'548	75	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA a5	340'717	5'890'954	75	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA b1	341'700	5'890'211	76	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA b3	341'599	5'890'923	77	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA b4	341'419	5'891'423	78	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA b5	340'804	5'891'794	78	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA b6	341'309	5'891'880	79	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7
WEA b7	340'399	5'892'697	80	N149/5.7	164	105.6	105.6	1.2	2.1	1.7

5. EINWIRKUNGSBEREICHE DER GEPLANTEN WINDENERGIEANLAGEN

Gemäß TA Lärm [1] Abschnitt 2.2 a ist der Einwirkungsbereich einer Anlage definiert als diejenigen Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. Abbildung 5.1 zeigt die Immissionen der geplanten WEA ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten in Form einer Isophonenkarte.

Der Einwirkungsbereich bezüglich des Nachtrichtwertes von 45 dB(A) für Dorf- und Mischgebiete, der auch auf Wohngebäude im Außenbereich angewendet werden kann, wird somit durch die 35 dB(A)-Isophone umrissen. Dieser Einwirkungsbereich wird durch die orange Linie dargestellt. Innerhalb dieses Einwirkungsbereiches befindet sich die Ortschaft Zootzen.

Der Einwirkungsbereich bezüglich des Nachtrichtwertes von 40 dB(A) für allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete wird durch die blaue 30 dB(A)-Isophone gekennzeichnet. Innerhalb dieses Gebietes befinden sich gemäß den Flächennutzungsplänen Wohngebiete in den Ortschaften Zootzen und Schweinrich. Auch in den Ortschaften Gadow, Groß Haßlow, Siebmannshorst und Dranse sind Flächen als Wohnflächen gekennzeichnet, diese liegen jedoch außerhalb des Einwirkungsbereiches für allgemeine Wohngebiete.

Für den Einwirkungsbereich bezüglich des Nachtrichtwertes von 35 dB(A) für reine Wohngebiete, Kurgemeinden, Krankenhäuser und Pflegeanstalten (25 dB(A), violett in der Karte dargestellt) sind UL keine Gebiete mit entsprechender Schutzwürdigkeit im dargestellten Bereich bekannt.



Abbildung 5.1: Einwirkungsbereiche der neu geplanten WEA bezüglich des Nachtrichtwertes für reine Wohngebiete (WR), allgemeine Wohngebiete (WA), sowie Dorf- und Mischgebiete (MD), ohne Berücksichtigung der Qualität der Prognose, unter Annahme, dass von den WEA keine immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit ausgeht.

6. IMMISSIONSORTE

Die Berechnung der Schalldruckpegel wurde für insgesamt 11 erfasste Immissionsorte (IO) in der Nachbarschaft der geplanten Windenergieanlagen durchgeführt. Es ist zu beachten das lediglich die Immissionsorte IO5 – IO7 sowie IO9 und IO10 im Einwirkungsbereich der geplanten WEA bezüglich der jeweiligen Richtwerte liegen. Die Immissionsorte IO1 bis IO4 werden zur besseren Vergleichbarkeit mit dem vorangegangenen Bericht, in dem weitere mögliche WEA-Standorte berücksichtigt wurden, ebenfalls dargestellt.

Die Koordinaten und Angaben zu den zu berücksichtigenden Immissionsorten (IO) wurden den ATKIS-Karten [15] entnommen. Im Rahmen einer Standortbegehung wurden Immissionsorte hinsichtlich Lage und Nutzung überprüft und in Form von Fotos dokumentiert. Für den IO 8, der eine geplante Wohnbaufläche in Gadow repräsentiert, gibt es in Anhang A kein Foto, da diese Fläche bislang noch unbebaut ist. Der IO 4, Zootzener Straße 4 wurde als nächstgelegener Bestand der Bebauung daher repräsentativ für die geplante Wohnbaufläche betrachtet, obgleich der ermittelte Schallpegel für diesen IO 12 dB unter dem Nachtrichtwert von 45 dB(A) für Dorf- und Mischgebiete und liegt somit nicht im Einwirkungsbereich der geplanten WEA. Für die betreffenden Immissionsorte wurden die Berechnungen jeweils für die den geplanten Windenergieanlagen nächst gelegenen Ecken der Gebäude oder Flächen auf Kartengrundlage durchgeführt.

Für die Immissionsorte wurde mit einer Höhe von 5 m, entsprechend dem 1. Obergeschoss gerechnet.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Lage der erfassten Immissionsorte sowie die Standorte der geplanten Windenergieanlagen.

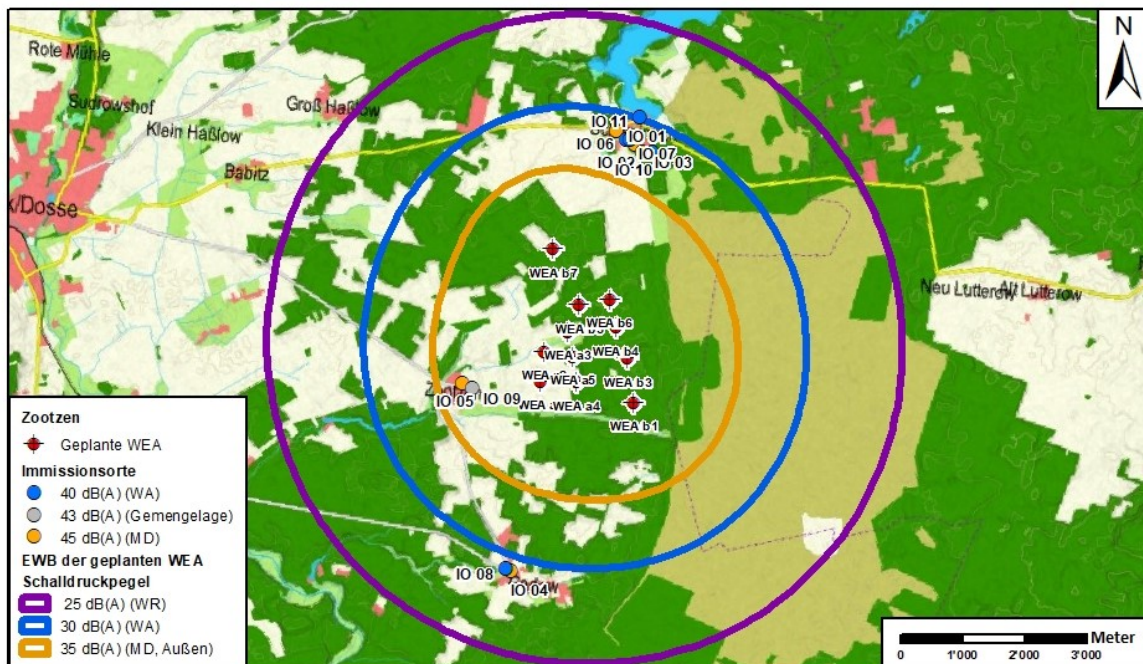


Abbildung 6.1: Lage der betrachteten Immissionsorte sowie der geplanten WEA-Standorte des Windparks Zootzen



Abbildung 6.2: Immissionsorte, Detailansicht Schweinrich



Abbildung 6.3: Immissionsorte, Detailansicht Zootzen



Abbildung 6.4: Immissionsorte, Detailansicht Gadow

Berücksichtigt wurden einzelne, den geplanten Windenergieanlagen nahegelegene Wohnhäuser in den Ortschaften Zootzen, Schweinrich und Gadow. In der Ortschaft Gadow wird ein unbebautes Gebiet berücksichtigt, das auf dem Flächennutzungsplan als Wohnfläche ausgewiesen wird. Des Weiteren werden auch die Immissionen an einem Ferienhausgebiet und einem Wochenendhausgebiet in der Ortschaft Schweinrich betrachtet.

Die Immissionsrichtwerte werden in Absprache mit dem Auftraggeber angesetzt. Dabei wurden den Flächen, die in den Flächennutzungsplänen als Wohnflächen dargestellt sind, die Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete zugeordnet.

Auf der Wohnbaufläche im Osten Zootzens, die durch IO 9 repräsentiert wird, grenzen alle Grundstücke an den Außenbereich. Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geräuschauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden (vgl. Abschnitt 6.7 in [1]). In einem Urteil des Verwaltungsgerichtes Greifswald [17] wird dabei explizit darauf hingewiesen dass der Zwischenwert nicht das arithmetische Mittel der für die angrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte sein muss, und dass Lärmberechnungen nicht auf arithmetischen, sondern auf logarithmischen Vorgaben beruhen.

Der logarithmische Mittelwert zwischen dem nächtlichen Immissionsrichtwert für allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) und dem nächtlichen Immissionsrichtwert für Dorf- und Mischgebiete sowie den Außenbereich von 45 dB(A) beträgt 43 dB(A) (unter Berücksichtigung der ersten Nachkommastelle 43.2 dB(A)).

Der Immissionsort IO 9 wird daher einem Zwischenwert von 43 dB(A) gegenübergestellt.

Für Ferienhausgebiete und Wochenendhausgebiete werden in der TA Lärm keine Immissionsrichtwerte angegeben. Im Rahmen der vorliegenden Berechnung werden die berechneten Pegel der IO 10 und 11 den Immissionsrichtwerten für allgemeine Wohngebiete gegenübergestellt.

Weitere Angaben über die gewählten Immissionsorte enthält die nachfolgende Tabelle 6.1. Die Berechnungsergebnisse sind für alle berücksichtigten Immissionsorte (IO) im Abschnitt 7 aufgeführt.

Tabelle 6.1: Übersicht der verwendeten Immissionsorte

Koordinaten (UTM WGS 84 Zone 33)		Bezeichnung / Beschreibung	Immissions- orthöhe [m]	IRW Nacht** [dB(A)]
Rechtswert	Hochwert			
341'417	5'894'597	IO1 Kleingasse 3	5	45
341'717	5'894'390	IO2 Tannenstraße 12	5	45
341'837	5'894'270	IO3 Herzdorfer Straße 1	5	45
339'706	5'887'497	IO4 Zootzener Straße 4	5	45
338'919	5'890'531	IO5 Wallitzer Weg 6a	5	45
341'574	5'894'472	IO6 Winkelstraße 2	5	40
341'624	5'894'471	IO7 Tannenstraße 9	5	40
339'627	5'887'533	IO8 Wohngebiet Gadow	5	40
339'086	5'890'452	IO9 Wallitzer Weg 11a	5	43
341'985	5'894'273	IO10 Ferienhausgebiet	5	40
341'801	5'894'832	IO11 WE-Häuser	5	40

**gemäß Angaben des Auftraggebers

IO1-IO4 befinden sich nicht im Einwirkungsbereich der geplanten WEA (*kursiv*)

7. BERECHNUNGSERGEBNISSE

7.1 Zusatzbelastung

Unter Berücksichtigung der 11 neu geplanten WEA vom Typ Nordex N149/7.5 im Mode 0 wurden für die umliegenden Immissionsorte folgende Ergebnisse berechnet. Da am Standort Zootzen keine Vorbelastung zu berücksichtigen ist, entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtbelastung.

Der IRW für den Tageszeitraum wird an den IO 1 bis IO 5, IO 10 und IO 11 um 20 dB oder mehr unterschritten, somit liegt bei Betrieb der geplanten WEA im Standardbetriebsmodus keiner der betrachteten IO innerhalb des Einwirkungsbereiches bezüglich des Tagesrichtwertes von 60 dB(A) für Dorf- und Mischgebiete.

Gemäß TA Lärm [1], Nummer 6.5 ist in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten, reinen Wohngebieten, Kurgemeinden, Krankenhäusern und Pflegeanstalten) bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit durch einen Zuschlag zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag führt an Werktagen zu einer Erhöhung des Immissionspegels L_{AT} um 1.9 dB, an Sonn- und Feiertagen zu einer Erhöhung um 3.6 dB. Auch unter Berücksichtigung der Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit an Sonn- und Feiertagen wird der jeweilige Tagesrichtwert an den IO 6 bis IO 9 um mindestens 17 dB unterschritten.

Die jeweiligen nächtlichen Immissionsrichtwerte werden an allen IO um 2 dB oder mehr unterschritten.

Tabelle 7.1: Berechnete Schalldruckpegel an den Immissionsorten - Zusatzbelastung

Zusatzbelastung					
Bezeichnung	L_{AT} [dB(A)]	OVBG 90% [dB(A)]	Beurteilungspegel L_r^* [dB(A)]	IRW Nacht** [dB(A)]	IRW Tag** [dB(A)]
IO1 Kleingasse 3	31.3	33.4	33	45	60
IO2 Tannenstraße 12	31.8	33.9	34	45	60
IO3 Herzdorfer Straße 1	32.1	34.2	34	45	60
IO4 Zootzener Straße 4	29.1	31.2	31	45	60
IO5 Wallitzer Weg 6a	37.6	39.7	40	45	60
IO6 Winkelstraße 2	31.6	33.7	34	40	55
IO7 Tannenstraße 9	31.6	33.7	34	40	55
IO8 Wohngebiet Gadow	29.1	31.2	31	40	55
IO9 Wallitzer Weg 11a	38.6	40.7	41	43	58
IO10 Ferienhausgebiet	31.8	33.9	34	40	55
IO11 WE-Häuser	29.9	32.0	32	40	55

*unter der Voraussetzung, dass keine Immissionsrelevante Ton- oder Impulshaltigkeit vorliegt

**gemäß Angaben des Auftraggebers IO1 – IO4 IO befinden sich nicht im Einwirkungsbereich der geplanten WEA (*kursiv*)

8. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine Schallimmissionsermittlung für die Umgebung des geplanten Windparks Zootzen im Landkreis Ostprignitz-Ruppin (Brandenburg) erstellt. Es wurden elf neu geplante Windenergieanlagen als Zusatzbelastung berücksichtigt. Da am Standort Zootzen keine Vorbelastung zu berücksichtigen ist, entspricht die Vorbelastung der Zusatzbelastung.

Für die Einhaltung der Immissionsrichtwerte sind generell die Beurteilungspegel maßgeblich. Letztere beziehen Zuschläge für ton- bzw. impulshaltige Geräusche ein. Gemäß Herstellerangaben sind für die geplanten Anlagen keine immissionsrelevanten Ton- oder Impulshaltigkeitszuschläge zu addieren.

An den betrachteten Immissionsorten werden unter Berücksichtigung der geplanten WEA im Betriebsmodus 0 sowie unter Berücksichtigung der Unsicherheiten (Pegel für die obere Vertrauensbereichsgrenze für eine Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 90 % (siehe Abschnitt 2.3) die jeweiligen nächtlichen Immissionsrichtwerte um mindestens 2 dB rechnerisch unterschritten.

Bei der Wahl der Immissionsorte wurde jeweils der dem Windpark am nächsten gelegene Bestand der Bebauungen gewählt. Es ist daher davon auszugehen, dass sich für die weiter entfernten benachbarten Wohnbebauungen geringere Schalldruckpegel ergeben.

Mögliche Einflüsse durch den Windpark Groß Haßlow, einer Biogasanlage in Gadow sowie einer Hähnchenmastanlage zwischen Groß Haßlow und Schweinrich wurden geprüft und als nicht signifikant eingestuft.

Es wurde davon ausgegangen, dass am Standort Zootzen keine weiteren relevanten Lärm-Vorbelastungen in Form von Gewerbe- oder Industriegebieten (mit Lärmemissionen zur Nachtzeit) oder weitere geplanten Windparks zu berücksichtigen sind.

8.1 Anmerkungen

- Zu der WEA des Typs Nordex N149/5.7 im Modus 0 lag UL zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes kein Messbericht vor. In diesem Zusammenhang weist UL darauf hin, dass die vom Hersteller für die Modi angegebenen Schalleistungspegel durch schalltechnische Vermessungen der WEA am Standort oder durch Vorlage mindestens dreier Messberichte an WEA derselben Typen im entsprechenden Modus verifiziert werden sollte. Die Messungen sollen gemäß Technischer Richtlinie [9] durchgeführt werden, um die Messunsicherheit zu minimieren. Auf die im Herstellerdatenblatt angegebenen Pegel wurden Unsicherheitszuschläge addiert (vgl. Anhang C).
- Der Einfluss bestehender WEA sowie weiterer möglicher Schallquellen in der Umgebung wurde überprüft und als nicht signifikant eingestuft.
- Die durchgeführten Berechnungen beziehen sich auf den Betrieb der WEA zur Nachtzeit
Für den Tageszeitraum gelten an den betrachteten Immissionsorten 15 dB(A) höhere Immissionsrichtwerte (siehe Abschnitt 2.1).
Gemäß TA Lärm [1] ist der Einwirkungsbereich einer Anlage unter anderem definiert als diejenigen Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. Somit liegt keiner der betrachteten Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereiches bezüglich des jeweils angenommenen Tagesrichtwertes. Daher wird auf eine weitere Betrachtung der Immissionssituation während des Tageszeitraumes verzichtet.

- Die Einstufung der Schutzwürdigkeit der Immissionsorte wird nicht durch UL vorgenommen. Sofern keine verbindlichen Vorgaben durch die zuständigen Behörden vorliegen, werden die ermittelten Beurteilungspegel den Immissionsrichtwerten gemäß Angaben des Auftraggebers gegenübergestellt. Die IRW der IO 1-9 wurden anhand der vorliegenden Flächennutzungspläne abgeschätzt, für IO 9 wurde dabei ein Zwischenwert aus den IRW für allgemeine Wohngebiete und den Außenbereich gebildet (Gemengelage). Für Wochenendhaus- und Ferienhausgebiete sind keine IRW in der TA Lärm festgelegt, die Schallimmissionen der IO 10 und 11 wurden dem IRW für allgemeine Wohngebiete gegenübergestellt (vgl. Abschnitt 6).
- Die Teilimmissionspegel der einzelnen WEA an den jeweiligen Immissionsorten werden vom Programm WindPro mit zwei Nachkommastellen ausgegeben und danach von UL weiterverarbeitet. Zwischenergebnisse werden gerundet dargestellt, jedoch in folgenden Berechnungen mit der vollen Genauigkeit der verwendeten Programme berücksichtigt.
- Die hier vorliegenden Ergebnisse wurden auf Basis der in den Abschnitten 4 und 6 beschriebenen Eingangsdaten ermittelt. Änderungen der Anlagenkonfiguration (Anlagentyp, Position, Nabenhöhe, Vorliegen neuerer Erkenntnisse über Schalleistungspegel der berücksichtigten Anlagentypen etc.) oder Änderungen der Gebietseinstufungen der Immissionspunkte erfordern eine Neuberechnung.

ANHANG A FOTODOKUMENTATION



Abbildung A.1: IO1, Kleingasse 3



Abbildung A.2: IO2, Tannenstraße 12



Abbildung A.3: IO3, Herzdorfer Straße 1



Abbildung A.4: IO4, Zootzener Straße 4



Abbildung A.5: IO5, Wallitzer Weg 6a



Abbildung A.6: IO6, Winkelstraße 2



Abbildung A.7: IO7, Tannenstraße 9



Abbildung A.8: IO9, Wallitzer Weg 11a



Abbildung A.9: IO10, Ferienhausgebiet



Abbildung A.10: IO11, WE-Häuser

ANHANG B WEITERE SCHALLQUELLEN

Anhang B.1 Windpark Groß Haßlow

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Einwirkungsbereiche des Windparks Groß Haßlow.

Zum Anlagentyp Lagerwey LW 50 lagen UL keine Messdaten vor, daher wurde zur Berücksichtigung einer Anlage dieses Typs das Referenzspektrum aus den LAI-Hinweisen auf einen Schalleistungspegel von 103.0 dB(A) skaliert. Für die Anlagen vom Typ Gamesa G 58/850 wurde das Spektrum einem vorliegen Auszug aus dem Messbericht DEWI S AM 118/03 entnommen, dass zu einem Summenpegel von 103.1 dB(A) führt.

Keiner der betrachteten Immissionsorte liegt im Einwirkungsbereich des Windparks Groß Haßlow.

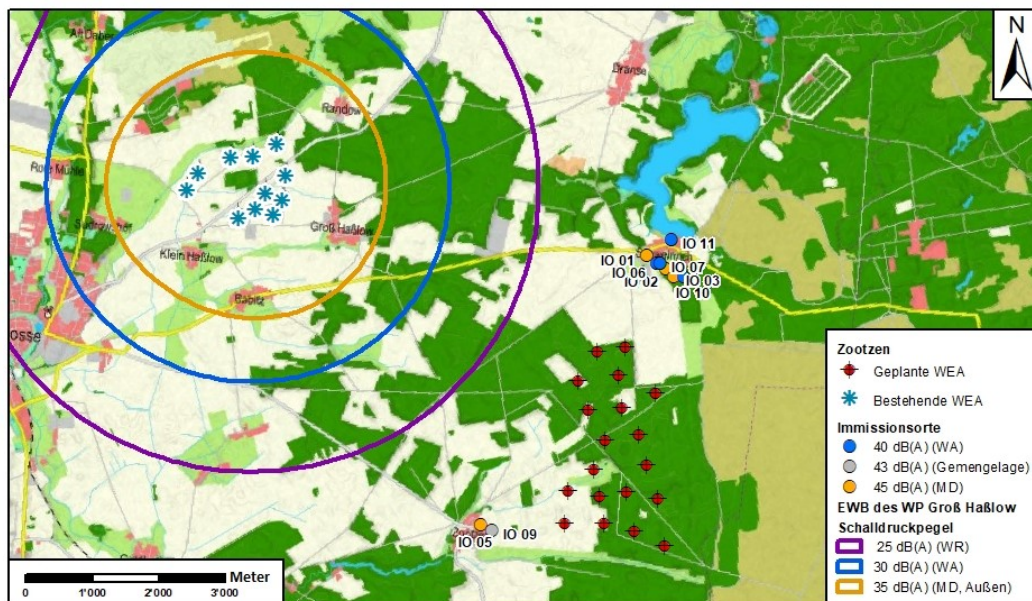


Abbildung B.1: Einwirkungsbereich des Windparks Groß Haßlow, ohne Berücksichtigung von Unsicherheiten.

Anhang B.2 Hähnchenmast

UL liegen keine Informationen zu den Schallemissionen eines Hähnchenmastbetriebes zwischen Schweinrich und Groß Haßlow vor. Flächengröße und Flächenschwerpunkt des Betriebsgeländes wurden dem Kartenmaterial entnommen, um dann anhand eines flächenbezogenen Schalleistungspegels von 60 dB(A)/qm die Emissionen des Betriebes abzuschätzen. Dieser Wert wird in der DIN 18005-1 [18] für Gewerbegebiete ohne Emissionsbegrenzung zur Anwendung empfohlen. Diese Abschätzung ist konservativ, wenn angenommen werden kann, dass landwirtschaftliche Betriebe geringere Schallemissionen verursachen als Betriebe, die in einem Gewerbegebiet ohne Einschränkungen zulässig sind.

Tabelle B.1: Daten zur Abschätzung der Emissionen des Hähnchenmastbetriebes

ID	Koordinaten des Flächenschwerpunktes (UTM ETRS89 Zone 33)		Höhe ü. NN [m]	Größe der Fläche [m ²]	Quellen- höhe [m]	SLP Nacht dB(A)
	Rechtswert	Hochwert				
h1	339'128	5'894'854	79	194'943	10	112.9



Abbildung B.1: Berücksichtigte Fläche des Hähnchenmastbetriebes.

Unter Berücksichtigung dieser Daten liegt keiner der betrachteten Immissionsorte im Einwirkungsbereich des Hähnchenmastbetriebes.

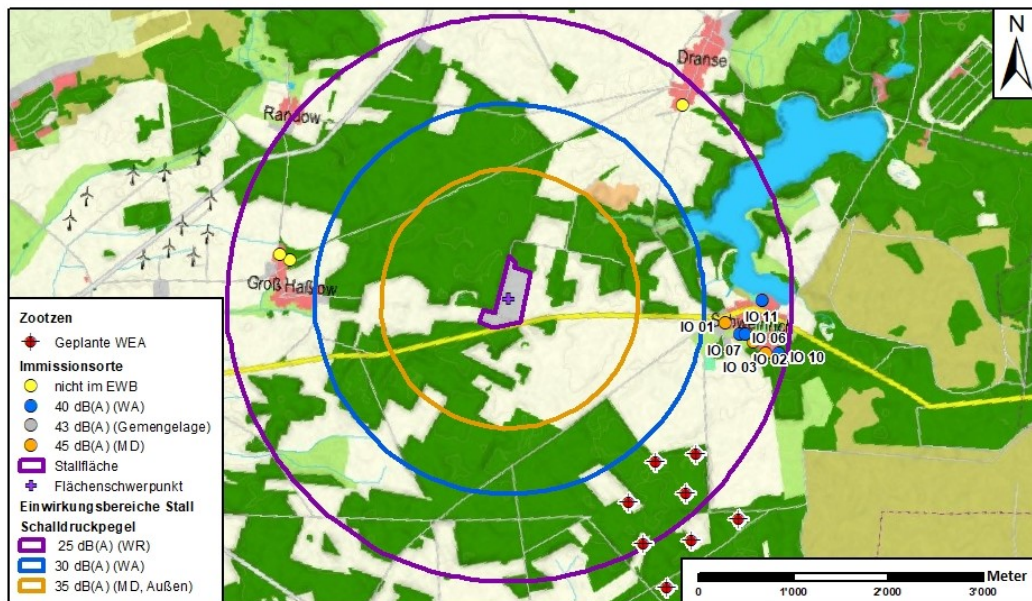


Abbildung B.2: Einwirkungsbereiche des Hähnchenmastbetriebes, abgeschätzt anhand des flächenbezogenen Schalleistungspegels für Gewerbegebiete.

Anhang B.3 Biogasanlagen Gadow

Gemäß den Informationen des Landesamtes für Umwelt Referat T 21 - Techn. Umweltschutz 2, Überwachung Neuruppin wurde im Rahmen der Genehmigungsunterlagen für die zwei Biogasanlagen im nordwesten Gadows am Immissionsort IO 4 (Zootzener Straße 4) ein Beurteilungspegel von 28.7 dB(A) ermittelt. Der IO 9, das noch unbebaute Wohngebiet, liegt ca. 50 m näher an den genannten Biogasanlagen als der IO 4. Anhand von abschätzenden Berechnungen mit Punktschallquellen an den Standorten der Blockheizkraftwerke können dort um ca. 1 dB höhere Immissionen durch die Biogasanlagen abgeschätzt werden. Die beiden genannten Immissionsorte liegen somit nicht im Einwirkungsbereich der Biogasanlagen bezüglich des Nachtrichtwertes für allgemeine Wohngebiete.



Abbildung B.1: abgeschätzte Schallimmissionen der Biogasanlagen in Gadow.

ANHANG C VERWENDETE SCHALLDATEN

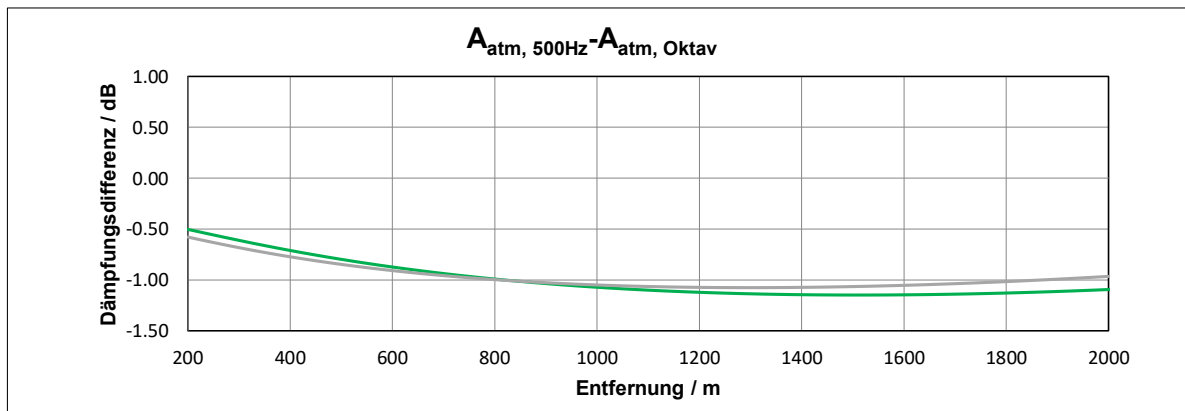
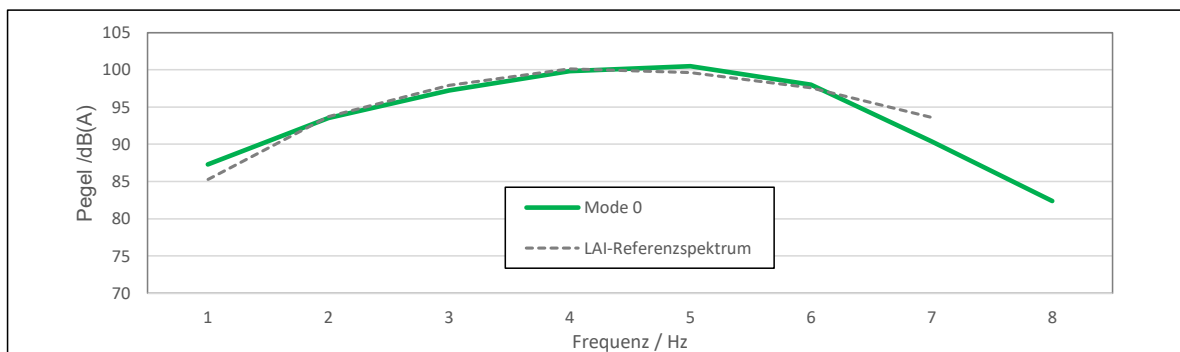
Der Arbeitskreis „Geräusche von Windenergieanlagen“ empfiehlt, Schallausbreitungsberechnungen von Windenergieprojekten auf der Grundlage von Anlagenvermessungen nach [7], „Technische Richtlinien für Windenergieanlagen; Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“, durchzuführen, da auf diesem Wege standardisierte Emissionsdaten für den gesamten relevanten Betriebsbereich von 6 bis 10 m/s Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe berücksichtigt werden können. Des Weiteren zeichnet sich dieses Messverfahren durch eine hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sowie durch eine minimierte Messunsicherheit aus.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die Oktavbandspektrum aus einem UL vorliegenden Herstellerdatenblatt und seine Auswirkungen auf die resultierende Luftdämpfung.

Anhang C.1 Nordex N149/5.7, Modus 0 mit 105.6 dB(A)

Für den geplanten Anlagentyp Nordex N149/5.7 lag UL ein Herstellerdatenblatt mit der Bezeichnung F008_275_A19_IN_R00 vom 21.05.2019 vor.

N149/5.7 Mode 0	
Frequenz	Herstellerangaben
	F008_275_A19_IN_R00_Nordex_N149_5.X
63	87.3
125	93.5
250	97.2
500	99.8
1000	100.5
2000	98.0
4000	90.4
8000	82.4
Summe	105.6



In der vorliegenden Berechnung wird die Unsicherheit des Schalleistungspegels wie in [4] für einfach vermessene WEA empfohlen mit einer Serienstreuung von 1.2 dB und einer Vergleichsstandardabweichung von 0.5 dB berücksichtigt.

Zur Definition des maximal zulässigen Emissionswertes $L_{e,max}$ im Falle einer emissionsseitigen Abnahmemessung sind gemäß [4], Abschnitt 4, die Unsicherheiten der Emissionsdaten, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells heranzuziehen.

Tabelle C.2: Oktavbandweise Betrachtung der immissionsseitigen und emissionsseitigen oberen Vertrauensbereichsgrenzen

verwendete Schalldaten Nordex N149/5.7 STE Mode0			
verwendete Produktserienstreuung σ_p [dB]		1.2	
resultierende Zuschläge	emissionsseitiger Zuschlag [dB]		immissionsseitiger Zuschlag ΔL [dB]
	1.7		2.1
resultierende Spektren			
Frequenz	L_W	$L_{e,max}$	$L_W + \Delta L$
[Hz]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
63	87.3	89.0	89.4
125	93.5	95.2	95.6
250	97.2	98.9	99.3
500	99.8	101.5	101.9
1000	100.5	102.2	102.6
2000	98.0	99.7	100.1
4000	90.4	92.1	92.5
8000	82.4	84.1	84.5
Summe	105.6	107.3	107.7

ANHANG D ENTFERNUNGSMATRIX**Tabelle D.1: Entfernungsmatrix der geplanten WEA**

	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO10	IO11
WEA a1	4225	4129	4065	3096	1265	4155	4171	3074	1103	4130	4572
WEA a2	3752	3666	3608	3577	1414	3687	3705	3554	1293	3678	4106
WEA a3	3337	3225	3157	3966	1895	3258	3272	3950	1785	3219	3670
WEA a4	4099	3955	3870	3234	1858	4004	4013	3227	1694	3916	4405
WEA a5	3710	3579	3500	3602	1847	3621	3632	3590	1707	3553	4027
WEA b1	4395	4179	4061	3368	2799	4263	4261	3387	2625	4072	4622
WEA b3	3679	3469	3355	3914	2709	3549	3548	3922	2557	3372	3914
WEA b4	3174	2982	2878	4283	2654	3053	3055	4283	2527	2905	3430
WEA b5	2869	2752	2683	4435	2269	2787	2800	4421	2180	2746	3197
WEA b6	2719	2543	2448	4667	2744	2606	2610	4661	2642	2486	2993
WEA b7	2156	2146	2131	5246	2623	2129	2156	5221	2601	2236	2554

ANHANG E ISOPHONENKARTEN

Die Folgende Abbildung zeigt die Zusatzbelastung durch WEA unter Berücksichtigung der Unsicherheiten in Form einer Isophonenkarte.

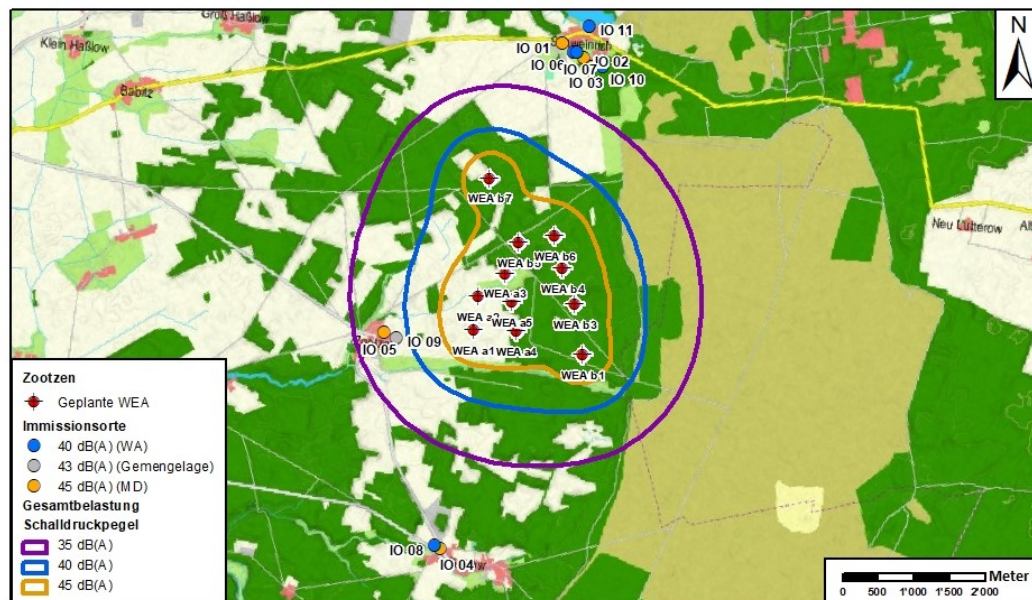


Abbildung E.1: Isophonenkarte der Zusatzbelastung ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten.

ANHANG F DETAILLIERTE BERECHNUNGSERGEBNISSE

IO1 Kleingasse 3 / Höhe über NN 79 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4225	4228	17.1	83.5	8.0	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3752	3755	18.7	82.5	7.4	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3337	3341	20.2	81.5	6.9	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	4099	4102	17.5	83.3	7.8	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3710	3713	18.9	82.4	7.4	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4395	4398	16.6	83.9	8.2	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3679	3682	19.0	82.3	7.3	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	3174	3178	20.9	81.0	6.7	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2869	2874	22.2	80.2	6.3	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2719	2724	22.9	79.7	6.0	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2156	2161	25.8	77.7	5.2	-3.0

IO2 Tannenstraße 12 / Höhe über NN 76 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4129	4132	17.4	83.3	7.9	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3666	3670	19.0	82.3	7.3	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3225	3229	20.7	81.2	6.7	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	3955	3958	18.0	83.0	7.7	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3579	3582	19.3	82.1	7.2	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4179	4182	17.3	83.4	7.9	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3469	3473	19.7	81.8	7.1	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	2982	2986	21.7	80.5	6.4	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2752	2757	22.7	79.8	6.1	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2543	2548	23.7	79.1	5.8	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2146	2152	25.8	77.7	5.2	-3.0

IO3 Herzdorfer Straße 1 / Höhe über NN 77 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4065	4068	17.6	83.2	7.8	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3608	3612	19.2	82.2	7.2	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3157	3160	21.0	81.0	6.7	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	3870	3873	18.3	82.8	7.6	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3500	3504	19.6	81.9	7.1	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4061	4064	17.6	83.2	7.8	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3355	3359	20.2	81.5	6.9	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	2878	2882	22.2	80.2	6.3	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2683	2688	23.0	79.6	6.0	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2448	2453	24.2	78.8	5.6	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2131	2137	25.9	77.6	5.1	-3.0

IO4 Zootzener Straße 4 / Höhe über NN 67 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	3096	3101	21.2	80.8	6.6	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3577	3581	19.3	82.1	7.2	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3966	3970	18.0	83.0	7.7	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	3234	3238	20.7	81.2	6.8	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3602	3606	19.2	82.1	7.2	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	3368	3372	20.1	81.6	6.9	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3914	3918	18.1	82.9	7.6	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	4283	4287	16.9	83.6	8.0	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	4435	4438	16.5	83.9	8.2	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	4667	4670	15.8	84.4	8.5	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	5246	5249	14.1	85.4	9.1	-3.0

IO5 Wallitzer Weg 6a / Höhe über NN 71 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	1265	1276	31.9	73.1	3.6	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	1414	1424	30.7	74.1	3.9	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	1895	1902	27.3	76.6	4.7	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	1858	1865	27.5	76.4	4.7	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	1847	1854	27.6	76.4	4.7	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	2799	2804	22.5	80.0	6.2	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	2709	2714	22.9	79.7	6.0	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	2654	2659	23.2	79.5	5.9	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2269	2275	25.1	78.1	5.4	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2744	2749	22.8	79.8	6.1	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2623	2629	23.3	79.4	5.9	-3.0

IO6 Winkelstraße 2 / Höhe über NN 78 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4155	4158	17.3	83.4	7.9	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3687	3691	18.9	82.3	7.3	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3258	3262	20.6	81.3	6.8	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	4004	4007	17.8	83.1	7.7	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3621	3624	19.2	82.2	7.3	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4263	4266	17.0	83.6	8.0	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3549	3553	19.4	82.0	7.2	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	3053	3057	21.4	80.7	6.5	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2787	2791	22.6	79.9	6.1	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2606	2610	23.4	79.3	5.9	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2129	2135	25.9	77.6	5.1	-3.0

IO7 Tannenstraße 9 / Höhe über NN 77 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4171	4174	17.3	83.4	7.9	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3705	3708	18.9	82.4	7.4	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3272	3276	20.5	81.3	6.8	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	4013	4016	17.8	83.1	7.7	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3632	3635	19.1	82.2	7.3	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4261	4264	17.0	83.6	8.0	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3548	3552	19.4	82.0	7.2	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	3055	3059	21.4	80.7	6.5	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2800	2804	22.5	80.0	6.2	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2610	2615	23.4	79.4	5.9	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2156	2162	25.8	77.7	5.2	-3.0

IO8 Wohngebiet Gadow / Höhe über NN 66 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	3074	3078	21.3	80.8	6.5	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3554	3558	19.4	82.0	7.2	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3950	3954	18.0	82.9	7.7	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	3227	3231	20.7	81.2	6.7	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3590	3594	19.3	82.1	7.2	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	3387	3391	20.1	81.6	7.0	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3922	3926	18.1	82.9	7.6	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	4283	4286	16.9	83.6	8.0	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	4421	4424	16.5	83.9	8.2	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	4661	4664	15.8	84.4	8.5	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	5221	5224	14.2	85.4	9.0	-3.0

IO9 Wallitzer Weg 11a / Höhe über NN 72 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	1103	1115	33.5	71.9	3.2	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	1293	1303	31.7	73.3	3.6	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	1785	1793	28.0	76.1	4.5	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	1694	1701	28.6	75.6	4.4	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	1707	1714	28.5	75.7	4.4	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	2625	2630	23.3	79.4	5.9	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	2557	2562	23.6	79.2	5.8	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	2527	2532	23.8	79.1	5.8	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2180	2186	25.6	77.8	5.2	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2642	2647	23.2	79.5	5.9	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2601	2606	23.4	79.3	5.9	-3.0

IO10 Ferienhausgebiet / Höhe über NN 80 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4130	4133	17.4	83.3	7.9	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	3678	3681	19.0	82.3	7.3	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3219	3222	20.7	81.2	6.7	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	3916	3919	18.1	82.9	7.6	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	3553	3556	19.4	82.0	7.2	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4072	4074	17.6	83.2	7.8	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3372	3375	20.1	81.6	6.9	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	2905	2909	22.0	80.3	6.3	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	2746	2750	22.8	79.8	6.1	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2486	2491	24.0	78.9	5.7	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2236	2241	25.3	78.0	5.3	-3.0

IO11 WE-Häuser / Höhe über NN 75 m / Aufpunkthöhe 5 m									
WEA ID	NH	z	LWA	Abstand	Schallweg	LAT	Adiv	Aatm	Agr
WEA ID	[m]	[m]	[dB]	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]
WEA a1	164.0	74	105.6	4572	4574	16.0	84.2	8.4	-3.0
WEA a2	164.0	75	105.6	4106	4109	17.5	83.3	7.8	-3.0
WEA a3	164.0	75	105.6	3670	3674	19.0	82.3	7.3	-3.0
WEA a4	164.0	75	105.6	4405	4408	16.5	83.9	8.2	-3.0
WEA a5	164.0	75	105.6	4027	4030	17.8	83.1	7.8	-3.0
WEA b1	164.0	76	105.6	4622	4625	15.9	84.3	8.4	-3.0
WEA b3	164.0	77	105.6	3914	3918	18.1	82.9	7.6	-3.0
WEA b4	164.0	78	105.6	3430	3434	19.9	81.7	7.0	-3.0
WEA b5	164.0	78	105.6	3197	3202	20.8	81.1	6.7	-3.0
WEA b6	164.0	79	105.6	2993	2997	21.7	80.5	6.4	-3.0
WEA b7	164.0	80	105.6	2554	2559	23.7	79.2	5.8	-3.0

ANHANG G QUALITÄT DER PROGNOSE

Anhang H Zusatz- bzw. Gesamtbelastung

IO1 Kleingasse 3					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	17.1	4225	2.1	19.2
WEA a2	105.6	18.7	3752	2.1	20.8
WEA a3	105.6	20.2	3337	2.1	22.3
WEA a4	105.6	17.5	4099	2.1	19.6
WEA a5	105.6	18.9	3710	2.1	21.0
WEA b1	105.6	16.6	4395	2.1	18.7
WEA b3	105.6	19.0	3679	2.1	21.1
WEA b4	105.6	20.9	3174	2.1	23.0
WEA b5	105.6	22.2	2869	2.1	24.3
WEA b6	105.6	22.9	2719	2.1	25.0
WEA b7	105.6	25.8	2156	2.1	27.9
berechneter Pegel GB		31.3		OVBG 90%	33.4

IO2 Tannenstraße 12					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	17.4	4129	2.1	19.5
WEA a2	105.6	19.0	3666	2.1	21.1
WEA a3	105.6	20.7	3225	2.1	22.8
WEA a4	105.6	18.0	3955	2.1	20.1
WEA a5	105.6	19.3	3579	2.1	21.4
WEA b1	105.6	17.3	4179	2.1	19.4
WEA b3	105.6	19.7	3469	2.1	21.8
WEA b4	105.6	21.7	2982	2.1	23.8
WEA b5	105.6	22.7	2752	2.1	24.8
WEA b6	105.6	23.7	2543	2.1	25.8
WEA b7	105.6	25.8	2146	2.1	27.9
berechneter Pegel GB		31.8		OVBG 90%	33.9

IO3 Herzdorfer Straße 1					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	17.6	4065	2.1	19.7
WEA a2	105.6	19.2	3608	2.1	21.3
WEA a3	105.6	21.0	3157	2.1	23.1
WEA a4	105.6	18.3	3870	2.1	20.4
WEA a5	105.6	19.6	3500	2.1	21.7
WEA b1	105.6	17.6	4061	2.1	19.7
WEA b3	105.6	20.2	3355	2.1	22.3
WEA b4	105.6	22.2	2878	2.1	24.3
WEA b5	105.6	23.0	2683	2.1	25.1
WEA b6	105.6	24.2	2448	2.1	26.3
WEA b7	105.6	25.9	2131	2.1	28.0
berechneter Pegel GB		32.1		OVBG 90%	34.2

IO4 Zootzener Straße 4					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	21.2	3096	2.1	23.3
WEA a2	105.6	19.3	3577	2.1	21.4
WEA a3	105.6	18.0	3966	2.1	20.1
WEA a4	105.6	20.7	3234	2.1	22.8
WEA a5	105.6	19.2	3602	2.1	21.3
WEA b1	105.6	20.1	3368	2.1	22.2
WEA b3	105.6	18.1	3914	2.1	20.2
WEA b4	105.6	16.9	4283	2.1	19.0
WEA b5	105.6	16.5	4435	2.1	18.6
WEA b6	105.6	15.8	4667	2.1	17.9
WEA b7	105.6	14.1	5246	2.1	16.2
berechneter Pegel GB	29.1			OVBG 90%	31.2

IO5 Wallitzer Weg 6a					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	31.9	1265	2.1	34.0
WEA a2	105.6	30.7	1414	2.1	32.8
WEA a3	105.6	27.3	1895	2.1	29.4
WEA a4	105.6	27.5	1858	2.1	29.6
WEA a5	105.6	27.6	1847	2.1	29.7
WEA b1	105.6	22.5	2799	2.1	24.6
WEA b3	105.6	22.9	2709	2.1	25.0
WEA b4	105.6	23.2	2654	2.1	25.3
WEA b5	105.6	25.1	2269	2.1	27.2
WEA b6	105.6	22.8	2744	2.1	24.9
WEA b7	105.6	23.3	2623	2.1	25.4
berechneter Pegel GB	37.6			OVBG 90%	39.7

IO6 Winkelstraße 2					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	17.3	4155	2.1	19.4
WEA a2	105.6	18.9	3687	2.1	21.0
WEA a3	105.6	20.6	3258	2.1	22.7
WEA a4	105.6	17.8	4004	2.1	19.9
WEA a5	105.6	19.2	3621	2.1	21.3
WEA b1	105.6	17.0	4263	2.1	19.1
WEA b3	105.6	19.4	3549	2.1	21.5
WEA b4	105.6	21.4	3053	2.1	23.5
WEA b5	105.6	22.6	2787	2.1	24.7
WEA b6	105.6	23.4	2606	2.1	25.5
WEA b7	105.6	25.9	2129	2.1	28.0
berechneter Pegel GB	31.6			OVBG 90%	33.7

IO7 Tannenstraße 9					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	17.3	4171	2.1	19.4
WEA a2	105.6	18.9	3705	2.1	21.0
WEA a3	105.6	20.5	3272	2.1	22.6
WEA a4	105.6	17.8	4013	2.1	19.9
WEA a5	105.6	19.1	3632	2.1	21.2
WEA b1	105.6	17.0	4261	2.1	19.1
WEA b3	105.6	19.4	3548	2.1	21.5
WEA b4	105.6	21.4	3055	2.1	23.5
WEA b5	105.6	22.5	2800	2.1	24.6
WEA b6	105.6	23.4	2610	2.1	25.5
WEA b7	105.6	25.8	2156	2.1	27.9
berechneter Pegel GB	31.6			OVBG 90%	33.7

IO8 Wohngebiet Gadow					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	21.3	3074	2.1	23.4
WEA a2	105.6	19.4	3554	2.1	21.5
WEA a3	105.6	18.0	3950	2.1	20.1
WEA a4	105.6	20.7	3227	2.1	22.8
WEA a5	105.6	19.3	3590	2.1	21.4
WEA b1	105.6	20.1	3387	2.1	22.2
WEA b3	105.6	18.1	3922	2.1	20.2
WEA b4	105.6	16.9	4283	2.1	19.0
WEA b5	105.6	16.5	4421	2.1	18.6
WEA b6	105.6	15.8	4661	2.1	17.9
WEA b7	105.6	14.2	5221	2.1	16.3
berechneter Pegel GB	29.1			OVBG 90%	31.2

IO9 Wallitzer Weg 11a					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	33.5	1103	2.1	35.6
WEA a2	105.6	31.7	1293	2.1	33.8
WEA a3	105.6	28.0	1785	2.1	30.1
WEA a4	105.6	28.6	1694	2.1	30.7
WEA a5	105.6	28.5	1707	2.1	30.6
WEA b1	105.6	23.3	2625	2.1	25.4
WEA b3	105.6	23.6	2557	2.1	25.7
WEA b4	105.6	23.8	2527	2.1	25.9
WEA b5	105.6	25.6	2180	2.1	27.7
WEA b6	105.6	23.2	2642	2.1	25.3
WEA b7	105.6	23.4	2601	2.1	25.5
berechneter Pegel GB	38.6			OVBG 90%	40.7

IO10 Ferienhausgebiet					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	17.4	4130	2.1	19.5
WEA a2	105.6	19.0	3678	2.1	21.1
WEA a3	105.6	20.7	3219	2.1	22.8
WEA a4	105.6	18.1	3916	2.1	20.2
WEA a5	105.6	19.4	3553	2.1	21.5
WEA b1	105.6	17.6	4072	2.1	19.7
WEA b3	105.6	20.1	3372	2.1	22.2
WEA b4	105.6	22.0	2905	2.1	24.1
WEA b5	105.6	22.8	2746	2.1	24.9
WEA b6	105.6	24.0	2486	2.1	26.1
WEA b7	105.6	25.3	2236	2.1	27.4
berechneter Pegel GB		31.8	OVBG 90%		33.9

IO11 WE-Häuser					
Bez.	L WA	L AT	Abstand	ΔL	L AT+ ΔL
	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	[dB]	[dB(A)]
WEA a1	105.6	16.0	4572	2.1	18.1
WEA a2	105.6	17.5	4106	2.1	19.6
WEA a3	105.6	19.0	3670	2.1	21.1
WEA a4	105.6	16.5	4405	2.1	18.6
WEA a5	105.6	17.8	4027	2.1	19.9
WEA b1	105.6	15.9	4622	2.1	18.0
WEA b3	105.6	18.1	3914	2.1	20.2
WEA b4	105.6	19.9	3430	2.1	22.0
WEA b5	105.6	20.8	3197	2.1	22.9
WEA b6	105.6	21.7	2993	2.1	23.8
WEA b7	105.6	23.7	2554	2.1	25.8
berechneter Pegel GB		29.9	OVBG 90%		32.0

ANHANG I ABSCHÄTZUNG TIEFFREQUENTER GERÄUSCHE

Für Schallquellen, die vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), ist gemäß TA Lärm Kap. 7.3 die Frage, ob von ihnen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Anhaltspunkte für vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen bei modernen Windenergieanlagen in der Regel nicht vor.

Die Beurteilung tieffrequenter Geräusche bezieht sich auf Immissionen im Innenraum.

In Schallimmissionsprognosen gemäß TA Lärm werden zu erwartende Außen-Schalldruckpegel ermittelt. Die Transmission in Innenräume ist komplex, in hohem Maße von lokalen Gegebenheiten sowie Gebäudeeigenschaften abhängig und daher nicht exakt berechenbar.

Es wurde daher eine Abschätzung der tieffrequenten Anteile für den Außenpegel durchgeführt. Für die Transmission in den Innenraum liegt UL, wie eingangs erwähnt bisher keine geeignete Übertragungsfunktion vor.

Hinweise zur messtechnischen Ermittlung tieffrequenter Geräusche und zu ihrer Bewertung in Innenräumen enthält der Entwurf der DIN 45680 vom Juni 2020 sowie die derzeit gültige Fassung der DIN 45680 : 1997-03.

Gemäß der derzeit gültigen DIN 45680 : 1997-03 definiert im Abschnitt 3.1 umfasst der Bereich tiefer Frequenzen die Terzbänder in den Mittenfrequenzen von 10 Hz bis 80 Hz.

Im Anhang des Geräuschimmissionserlasses des Landes Brandenburg [19] werden im Abschnitt 2 Anforderungen an Geräuschimmissionsprognosen an WEA dargestellt. In Absatz 5 wird ausgeführt, dass bei einer Überschreitung des Beurteilungspegels von 40 dB(A) (außen), inkl. Zuschläge der oberen Vertrauensbereichsgrenze, die allein durch die Zusatzbelastung verursacht wird im Einzelfall zu prüfen ist, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz hervorgerufen werden.

Aus Tabelle 7.1 im Abschnitt 7.1 ist ersichtlich das für den IO9 Wallitzer Weg 11a ein Beurteilungspegel von 41 dB(A) vorliegt. Für den IO5 Wallitzer Weg 6a liegt der Beurteilungspegel bei 40 dB(A).

Für alle weiteren IO wurden Beurteilungspegel kleiner oder gleich 34 dB(A) berechnet, auf eine Betrachtung tieffrequenter Geräusche an diesen IO wird somit verzichtet.

Die nachfolgende Berechnung zeigt die Ausbreitungsberechnung der tieffrequenten Schallimmissionspegel in den einzelnen Terzbändern unter Berücksichtigung eines pauschalen Wertes von -3 dB für den Bodeneffekt A_{gr} (entspricht einer Reflexion auf schallhartem Grund) sowie geometrischer Ausbreitung.

Im Folgenden werden Berechnungsergebnisse der linearen sowie A-bewerteten Terzbandpegel für die Immissionsorte IO 9 Wallitzer Weg 11a sowie IO 5 Wallitzer Weg 6a durch die geplanten WEA dargestellt.

Die Tabellen I.1 und I.2 stellen die Ergebnisse für die A-bewerteten zu erwartenden Terzbandpegel (Außen) dar.

Die Tabellen I.4 und I.5 stellen die Ergebnisse für die unbewerteten Terzbandpegel (Außen) dar. Die linearen Terzbandpegel wurden durch Subtraktion der A-Filter Funktion aus den A-bewerteten Terzbandpegeln des Herstellersdatenblattes berechnet.

Unter 6.2 [1] sind Immissionsrichtwerte für Geräuschübertragungen für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden angegeben. Für den Beurteilungspegel schutzbedürftiger Innenräume ist gemäß (TA Lärm) [1] ein nächtlicher Immissionsrichtwert (22.00 – 06.00 Uhr) von 25 dB(A) angegeben. Für den Tageszeitraum (06.00 – 22.00 Uhr) liegt der Immissionsrichtwert mit 35 dB(A) um 10 dB höher.

Die Berechnungen wurden für Immissionspunkte außerhalb der Wohngebäude durchgeführt. Im Innenraum sind durch die Dämpfung der Gebäudeteile in der Regel geringere Pegel zu erwarten.

IO 5 liegt in einer Entfernung von ca. 1265 m (WEA a1) bis 2799 m (WEA b6) zu den geplanten WEA.

IO 9 liegt in einer Entfernung von ca. 1103 m (WEA a1) bis 2642 m (WEA b6) zu den geplanten WEA.

Die Ergebnisse der TremAC Studie [20] zeigen zwar, dass seismische und akustische Emissionen durch WEA oder einem Windpark in Innenräumen bis zu 2.5 km Entfernung messbar sind. Einzelne oder mehrere niederfrequente Anteile die einen Schalldruckpegel oberhalb der Wahrnehmungsschwelle erreichen, konnten in [20] nicht nachgewiesen werden.

In [21] wird ausgeführt, dass sich niederfrequenter Schall infolge vom Betrieb von WEA in einem Abstand von 400 bis 1500 m zur WEA nur noch teilweise, ab 1500 m nur unter speziellen Bedingungen von Hintergrundgeräuschen abhebt.

Ein Vergleich der in Tabelle I.4 sowie I.5 berechneten linearen Terzbandpegel mit den in Tabelle I.3 dargestellten Hörschwellen der Terzbänder zeigt, dass signifikante Schallleistungspegel nur in Frequenzen über 40 Hz auftreten. Tieffrequenter Geräusche werden nur bei deutlich höheren Schalldruckpegeln wahrgenommen.

Tabelle I.1: A- bewertete Detaillierte Berechnungsergebnisse Terzbandpegel im Frequenzbereich 10-80 Hz für den Immissionsort IO5 Wallitzer Weg 6a

IO5 Wallitzer Weg 6a	WEA a1	WEA a2	WEA a3	WEA a4	WEA a5	WEA b1	WEA b3	WEA b4	WEA b5	WEA b6	WEA b7
WEA											
Abstand	1265	1414	1895	1858	1847	2799	2709	2654	2269	2744	2623
Schallweg	1276	1424	1902	1865	1854	2804	2714	2659	2275	2749	2629
Adiv	73.11	74.07	76.59	76.41	76.36	79.96	79.67	79.5	78.14	79.79	79.39
Agr	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Adiv+Agr	70.11	71.07	73.59	73.41	73.36	76.96	76.67	76.5	75.14	76.79	76.39
8 Hz											
10 Hz	-21.61	-22.57	-25.09	-24.91	-24.86	-28.46	-28.17	-28	-26.64	-28.29	-27.89
12.5 Hz	-16.81	-17.77	-20.29	-20.11	-20.06	-23.66	-23.37	-23.2	-21.84	-23.49	-23.09
16 Hz	-12.21	-13.17	-15.69	-15.51	-15.46	-19.06	-18.77	-18.6	-17.24	-18.89	-18.49
20 Hz	-7.81	-8.77	-11.29	-11.11	-11.06	-14.66	-14.37	-14.2	-12.84	-14.49	-14.09
25 Hz	-3.91	-4.87	-7.39	-7.21	-7.16	-10.76	-10.47	-10.3	-8.94	-10.59	-10.19
31.5 Hz	1.59	0.63	-1.89	-1.71	-1.66	-5.26	-4.97	-4.8	-3.44	-5.09	-4.69
40 Hz	5.19	4.23	1.71	1.89	1.94	-1.66	-1.37	-1.2	0.16	-1.49	-1.09
50 Hz	10.29	9.33	6.81	6.99	7.04	3.44	3.73	3.9	5.26	3.61	4.01
63 Hz	11.59	10.63	8.11	8.29	8.34	4.74	5.03	5.2	6.56	4.91	5.31
80 Hz	14.39	13.43	10.91	11.09	11.14	7.54	7.83	8	9.36	7.71	8.11
100 Hz	19.09	18.13	15.61	15.79	15.84	12.24	12.53	12.7	14.06	12.41	12.81
Summe10-80Hz	17.6	16.7	14.2	14.3	14.4	10.8	11.1	11.2	12.6	11.0	11.4
Summe IO	24.3										

Tabelle I.2: A-bewertete Detaillierte Berechnungsergebnisse Terzbandpegel im Frequenzbereich 10-80 Hz für den Immissionsort IO9 Wallitzer Weg 11a

IO9 Wallitzer Weg 11a											
WEA	WEA a1	WEA a2	WEA a3	WEA a4	WEA a5	WEA b1	WEA b3	WEA b4	WEA b5	WEA b6	WEA b7
Abstand	1103	1293	1785	1694	1707	2625	2557	2527	2180	2642	2601
Schallweg	1115	1303	1793	1701	1714	2630	2562	2532	2186	2647	2606
Adiv	71.94	73.3	76.07	75.62	75.68	79.4	79.17	79.07	77.79	79.46	79.32
Agr	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Adiv+Agr	68.94	70.3	73.07	72.62	72.68	76.4	76.17	76.07	74.79	76.46	76.32
8 Hz											
10 Hz	-20.44	-21.8	-24.57	-24.12	-24.18	-27.9	-27.67	-27.57	-26.29	-27.96	-27.82
12.5 Hz	-15.64	-17	-19.77	-19.32	-19.38	-23.1	-22.87	-22.77	-21.49	-23.16	-23.02
16 Hz	-11.04	-12.4	-15.17	-14.72	-14.78	-18.5	-18.27	-18.17	-16.89	-18.56	-18.42
20 Hz	-6.64	-8	-10.77	-10.32	-10.38	-14.1	-13.87	-13.77	-12.49	-14.16	-14.02
25 Hz	-2.74	-4.1	-6.87	-6.42	-6.48	-10.2	-9.97	-9.87	-8.59	-10.26	-10.12
31.5 Hz	2.76	1.4	-1.37	-0.92	-0.98	-4.7	-4.47	-4.37	-3.09	-4.76	-4.62
40 Hz	6.36	5	2.23	2.68	2.62	-1.1	-0.87	-0.77	0.51	-1.16	-1.02
50 Hz	11.46	10.1	7.33	7.78	7.72	4	4.23	4.33	5.61	3.94	4.08
63 Hz	12.76	11.4	8.63	9.08	9.02	5.3	5.53	5.63	6.91	5.24	5.38
80 Hz	15.56	14.2	11.43	11.88	11.82	8.1	8.33	8.43	9.71	8.04	8.18
100 Hz	20.26	18.9	16.13	16.58	16.52	12.8	13.03	13.13	14.41	12.74	12.88
Summe10-80Hz	18.8	17.4	14.7	15.1	15.1	11.3	11.6	11.7	13.0	11.3	11.4
Summe IO	25.0										

Tabelle I.3: Hörschwelle Terzbandpegel (linear)

	8 Hz	10 Hz	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz
Hörschwelle dB(lin)	103.0	95.0	87.0	79.0	71.0	63.0	55.5	48.0	40.5	33.5	28.0	23.5

Tabelle I.4: Detaillierte Berechnungsergebnisse Terzbandpegel lineare Ausbreitung im Frequenzbereich 10-80 Hz Immissionsort IO5 Wallitzer Weg 6a

IO5 Wallitzer Weg 6a											
WEA	WEA a1	WEA a2	WEA a3	WEA a4	WEA a5	WEA b1	WEA b3	WEA b4	WEA b5	WEA b6	WEA b7
Abstand	1265	1414	1895	1858	1847	2799	2709	2654	2269	2744	2623
Schallweg	1276	1424	1902	1865	1854	2804	2714	2659	2275	2749	2629
Adiv	73.11	74.07	76.59	76.41	76.36	79.96	79.67	79.5	78.14	79.79	79.39
Agr	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Adiv+Agr	70.11	71.07	73.59	73.41	73.36	76.96	76.67	76.5	75.14	76.79	76.39
8 Hz											
10 Hz	48.82	47.86	45.34	45.52	45.57	41.97	42.26	42.43	43.79	42.14	42.54
12.5 Hz	46.78	45.82	43.30	43.48	43.53	39.93	40.22	40.39	41.75	40.10	40.50
16 Hz	44.22	43.26	40.74	40.92	40.97	37.37	37.66	37.83	39.19	37.54	37.94
20 Hz	42.58	41.62	39.10	39.28	39.33	35.73	36.02	36.19	37.55	35.90	36.30
25 Hz	40.91	39.95	37.43	37.61	37.66	34.06	34.35	34.52	35.88	34.23	34.63
31.5 Hz	41.12	40.16	37.64	37.82	37.87	34.27	34.56	34.73	36.09	34.44	34.84
40 Hz	39.73	38.77	36.25	36.43	36.48	32.88	33.17	33.34	34.70	33.05	33.45
50 Hz	40.56	39.60	37.08	37.26	37.31	33.71	34.00	34.17	35.53	33.88	34.28
63 Hz	37.81	36.85	34.33	34.51	34.56	30.96	31.25	31.42	32.78	31.13	31.53
80 Hz	36.79	35.83	33.31	33.49	33.54	29.94	30.23	30.40	31.76	30.11	30.51
100 Hz	38.23	37.27	34.75	34.93	34.98	31.38	31.67	31.84	33.20	31.55	31.95
Summe10-80Hz	53.5	52.6	50.0	50.2	50.3	46.7	47.0	47.1	48.5	46.8	47.2
Summe IO	60.2										

Tabelle I.5: Detaillierte Berechnungsergebnisse Terzbandpegel lineare Ausbreitung im Frequenzbereich 10-80 Hz Immissionsort IO5 Wallitzer Weg 11a

IO9 Wallitzer Weg 11a											
WEA	WEA a1	WEA a2	WEA a3	WEA a4	WEA a5	WEA b1	WEA b3	WEA b4	WEA b5	WEA b6	WEA b7
Abstand	1103	1293	1785	1694	1707	2625	2557	2527	2180	2642	2601
Schallweg	1115	1303	1793	1701	1714	2630	2562	2532	2186	2647	2606
Adiv	71.94	73.3	76.07	75.62	75.68	79.4	79.17	79.07	77.79	79.46	79.32
Agr	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Adiv+Agr	68.94	70.3	73.07	72.62	72.68	76.4	76.17	76.07	74.79	76.46	76.32
8 Hz											
10 Hz	49.99	48.63	45.86	46.31	46.25	42.53	42.76	42.86	44.14	42.47	42.61
12.5 Hz	47.95	46.59	43.82	44.27	44.21	40.49	40.72	40.82	42.10	40.43	40.57
16 Hz	45.39	44.03	41.26	41.71	41.65	37.93	38.16	38.26	39.54	37.87	38.01
20 Hz	43.75	42.39	39.62	40.07	40.01	36.29	36.52	36.62	37.90	36.23	36.37
25 Hz	42.08	40.72	37.95	38.40	38.34	34.62	34.85	34.95	36.23	34.56	34.70
31.5 Hz	42.29	40.93	38.16	38.61	38.55	34.83	35.06	35.16	36.44	34.77	34.91
40 Hz	40.90	39.54	36.77	37.22	37.16	33.44	33.67	33.77	35.05	33.38	33.52
50 Hz	41.73	40.37	37.60	38.05	37.99	34.27	34.50	34.60	35.88	34.21	34.35
63 Hz	38.98	37.62	34.85	35.30	35.24	31.52	31.75	31.85	33.13	31.46	31.60
80 Hz	37.96	36.60	33.83	34.28	34.22	30.50	30.73	30.83	32.11	30.44	30.58
100 Hz	39.40	38.04	35.27	35.72	35.66	31.94	32.17	32.27	33.55	31.88	32.02
Summe10-80Hz	54.7	53.3	50.6	51.0	51.0	47.2	47.5	47.6	48.8	47.2	47.3
Summe IO	60.9										

Verwendet wurden die in **Abbildung I.1** dargestellten Terzbandpegel, die für die Windgeschwindigkeiten von 8 m/s bis 12 m/s angegeben werden.

Classification: Internal Purpose

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

hub height 164 m – 105.6 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	39.8	43.5	48.1	48.1	48.5	48.5	48.5	48.5	48.4	
12.5 Hz	42.4	44.6	48.4	53.0	53.0	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3	
16 Hz	47.0	49.2	53.0	57.6	57.6	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	
20 Hz	51.4	53.6	57.3	61.9	61.9	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	
25 Hz	55.8	58.0	61.7	66.3	66.3	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	
31.5 Hz	59.9	62.1	66.2	70.8	70.8	71.7	71.7	71.7	71.7	71.7	
40 Hz	65.8	68.0	70.6	75.2	75.2	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	
50 Hz	67.0	69.2	73.9	78.5	78.5	80.4	80.4	80.4	80.4	80.4	
63 Hz	71.9	74.1	76.4	81.0	81.0	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	
80 Hz	74.8	77.0	80.1	84.7	84.7	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5	
100 Hz	75.8	78.0	82.1	86.7	86.7	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	
125 Hz	78.0	80.2	83.1	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	
160 Hz	81.3	83.5	86.1	90.7	90.7	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	
200 Hz	80.4	82.6	86.1	90.7	90.7	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	
250 Hz	81.7	83.9	87.6	92.2	92.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	
315 Hz	82.9	85.1	89.2	93.8	93.8	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	
400 Hz	83.3	85.5	89.5	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	
500 Hz	82.0	84.2	89.2	93.8	93.8	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
630 Hz	83.2	85.4	90.8	95.4	95.4	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	
800 Hz	82.5	84.7	90.4	95.0	95.0	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	
1000 Hz	83.8	86.0	91.8	96.4	96.4	96.2	96.2	96.2	96.2	96.2	
1250 Hz	83.4	85.6	91.3	95.9	95.9	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	
1600 Hz	82.9	85.1	91.0	95.6	95.6	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	
2000 Hz	81.4	83.6	89.3	93.9	93.9	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	
2500 Hz	79.1	81.3	86.9	91.5	91.5	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	
3150 Hz	76.9	79.1	82.7	87.3	87.3	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	
4000 Hz	76.8	79.0	77.9	82.5	82.5	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	
5000 Hz	72.2	74.4	75.5	80.1	80.1	79.8	79.8	79.8	79.8	79.8	
6300 Hz	68.5	70.7	73.9	78.5	78.5	79.6	79.6	79.6	79.6	79.6	
8000 Hz	66.6	68.8	71.8	76.4	76.4	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	
10000 Hz	62.7	64.9	67.9	72.5	72.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	
Total sound power level	94.0	96.2	101.0	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	

F008_275_A17_EN
Revision 02, 2020-02-14
113/210

Abbildung I.1: Terzbandpegel - Auszug aus dem verwendeten Datenblatt des Herstellers.

ANHANG J LITERATUR UND QUELLENVERWEISE

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), 26. August 1998
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm –TA Lärm), 1.6.2017, veröffentlicht am 8.6.2017, BAnz AT 08.06.2017 B5
- [3] Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung gegen Lärm-TA Lärm, 07.07.2017, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, AZ IG17-501-1/2
- [4] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Entwurf, Länderausschuss für Immissionsschutz,30.06.2016
- [5] Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und die Nachweismessung von Windkraftanlagen (WKA) –(WKA-Geräuschimmissionserlass)- Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg vom 16. Januar 2019
- [6] Anhang zum WKA-Geräuschimmissionserlass (MLUL) vom 16. Januar 2019
- [7] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen; Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), Kiel, 01.02.2008.
- [8] DIN ISO 9613-2, „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999.
- [9] Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- [10] IEC 61400-14 TS ed. 1 “Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines 2005-3”
- [11] Piorr, D.: Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose, ZfL 48 (2001), S. 172-175
- [12] Probst, W.; Donner, U.: „Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002) Nr.3
- [13] DIN SPEC 45660-1, „Leitfaden zum Umgang mit der Unsicherheit in der Akustik und Schwingungstechnik- Teil 1: Unsicherheit akustischer Kenngrößen“, Mai 2014
- [14] Engelen, J., Piorr, D.: Messtechnische Untersuchung der Schallausbreitung hoher Windenergieanlagen, Lärmbekämpfung Bd.10 (2015) Nr. 6
- [15] Piorr, D., Hillen, R. und Jansen, M. (2001): Akustische Ringversuche zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen. In: Fortschritte der Akustik –DAGA 2001, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Oldenburg
- [16] onmaps.de Kartendienst der geoGLIS oHG (©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH < 2019> ©Deutsche Post Direkt <2019>)

- [17] Urteil des Verwaltungsgerichts Greifswald In dem Verwaltungsstreitverfahren Windpark Grimmen-Grellenberg GmbH & Co. KG gegen Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern, AZ 5A 331/12, 5.3.2015
- [18] DIN 18005-1, Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung, Juli 2002
- [19] Anforderungen an die Geräuschemissionsprognose und die Nachweismessung von Windkraftanlagen (WKA) –(WKA-Geräuschemissionserlass)- Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg vom 16. Januar 2019
- [20] Dr. -Ing. Peter Kudella: Verbundprojekt: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland – TremAc – Zusammenfassender Schlussbericht zum Gesamtvorhaben, Januar 2020
- [21] Dr. -Ing. Peter Kudella: LfULG – Informationsveranstaltung Tieffrequente Geräusche, Windkraftanlagen und tieffrequente Geräusche, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Mai 2021

ANHANG K VERWENDETE SOFTWARE

Neben verschiedenen eigenen Berechnungs- und Bearbeitungsvorlagen wurde insbesondere die folgende Software zur Berechnung und Datenbearbeitung verwendet.

[A] WindPRO, version 3.2, EMD International A/S, Denmark

[B] ArcGIS, version 10, Environment Systems Research International (ESRI)

ANHANG L HÄUFIG VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

WEA	Windenergieanlage
OVBG	obere Vertrauensbereichsgrenze
SLP	Schalleistungspegel
IO	Immissionsort
IRW	Immissionsrichtwert
LAI	Länderausschuss Immissionsschutz
FGW	Fördergesellschaft Windenergie
UTM	Universelle Transversale Mercator-Projektion
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989