



windtest
grevenbroich gmbh

Gutachten der zu erwartenden Schallimmissionen an relevanten Immissionspunkten durch Windenergieanlagen am Standort Windfarm I

2023-12-11

SP23017B1

Bankverbindung/Bankaccount Sparkasse Neuss · BLZ 305 500 00 · Kto.-Nr. 800 272 04 · IBAN DE: 74 305 500 00 00 800 272 04 · BIC: WELA DE 33

windtest grevenbroich gmbh
Frimmersdorfer Straße 73a
41517 Grevenbroich · Germany
Phone +49 (0) 2181-22 78-0
Fax +49 (0) 2181-22 78-11

www.windtest-nrw.de
info@windtest-nrw.de

Geschäftsführerin / Managing Director
Dipl.-Geol. Monika Krämer

Handelsregister / Commercial Register
Amtsgericht Mönchengladbach · HRB 7758
USt.-IdNr. / VAT No.: DE 183895079
Steuer-Nr. / Tax-ID: 114/5860/4068



Schallimmissionsprognose SP23017B1

Standort 57368 Lennestadt Windfarm I / Nordrhein-Westfalen

Auftraggeber Orsted Onshore Deutschland GmbH
Gesandtenstraße 3
93047 Regensburg

Auftragnehmer windtest grevenbroich gmbh
Frimmersdorfer Str. 73a
41517 Grevenbroich

Auftragsdatum 2023-04-04

Auftragsnummer 23 0119 07

Prüfer

Bearbeiter

Dipl.-Ing. (FH) Florian Schmidt
Projektmanager

Robin Feine, B.Eng.
Projektmanager

Grevenbroich, 2023-12-11



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen	4
2.1	Standortbeschreibung	4
2.2	Beschreibung der Immissionspunkte	4
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen	7
2.3.1	Vorbelastung.....	7
2.3.2	Zusatzbelastung	8
3	Berechnung der Schallimmissionen	10
3.1	Berechnungs- und Beurteilungsverfahren.....	10
3.2	Qualität der Ergebnisse	11
3.3	Beurteilungspegel	12
4	Zusammenfassung	15
5	Literaturverzeichnis	16
6	Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen.....	18
7	Bearbeitungsverlauf	19
8	Anhang	19
Anhang 1	Zertifikate	
Anhang 2	Gesetze, Richtlinien, Empfehlungen	
Anhang 3	Geräuschemission einer WEA	
Anhang 4	Reflexionen und Abschirmung	
Anhang 5	Qualität der Berechnung	
Anhang 6	Immissionspunkte	
Anhang 7	Berechnungsergebnisse	
Anhang 8	Informationen und Dokumente	



1 Aufgabenstellung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) wurde 2023-04-04 von der Orsted Onshore Deutschland GmbH beauftragt, die Schallimmissionen an relevanten Immissionspunkten (IP) am Standort Windfarm I, verursacht durch drei geplante SIEMENS Gamesa Windenergieanlagen (WEA) des Typs SG-170 6.6 zu berechnen.

Mit Hinblick auf den Schallimmissionsschutz entsprechend dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BIm-SchG) [1], soll das vorliegende Gutachten unter Anwendung der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [2] aufzeigen, ob durch die Geräusche der geplanten WEA schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind. Sofern es eine Vorbelastung gibt die nach [2] berücksichtigt werden muss, wird diese in die Beurteilung mit einbezogen.

Maßgebend für die Beurteilung ist die TA Lärm [2], gemäß der die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungszeitraum „Tag/Nacht“ eingehalten werden müssen. Aufgrund der i.d.R. niedrigeren Immissionsrichtwerte für den Nachtzeitraum, stellen diese die höhere Anforderung an die geplanten Anlagen dar, weshalb im vorliegenden Gutachten nur Berechnungsergebnisse für den nach [2] definierten Beurteilungszeitraum „Nacht“ aufgezeigt werden.

2 Grundlagen

2.1 Standortbeschreibung

Der Standort Windfarm I befindet sich im Bundesland Nordrhein-Westfalen etwa 5 km ost-südöstlich der Stadt Lennestadt. Der Standort der Windenergieanlagen selbst befindet sich nördlich von Benolpe im Bereich des Höhenzuges von der Einsiedelei bis hin zur Hohen Bracht. Dabei stehen die Windenergieanlage WEA02 und WEA06 im Gemeindegebiet Lennestadt und die WEA07 im Gemeindegebiet Kirchhundem.

Die Umgebung des Standortes besteht aus stark hügeligen, forstwirtschaftlich genutzten Flächen mit einzelnen kleinen Freiflächen, Hecken und einzelnen Bäumen. Sie ist im Umkreis von mehreren Kilometern relativ dünn besiedelt, vorwiegend in Form von Dörfern und Ortschaften und vereinzelt Häusern. Umrundet wird der Standort von den Ortschaften Bilstein, Lennestadt, Hofolpe, Heidschott, Benolpe, Welschen-Ennest, Einsiedelei, Schmellenberg, Bruchhausen und Kirchveischede.

Das Areal der geplanten WEA sowie der umliegenden Immissionspunkte liegt auf einer geodätischen Höhe ü. NN von etwa 330 m bis 560 m.

2.2 Beschreibung der Immissionspunkte

Als Immissionspunkte wurden die maßgeblichen Wohnbebauungen in verschiedenen Himmelsrichtungen ausgewählt, an denen eine Richtwertüberschreitung durch den Betrieb der WEA am ehesten zu erwarten ist. Es wurden insgesamt 51 IP festgelegt und mit dem Kreis-Olpe abgestimmt. Des Weiteren wurde die Schutzbedürftigkeit dieser Immissionspunkte mit den Gemeinden Lennestadt, Kirchhundem und Olpe abgestimmt. Weitere Informationen über die ausgewählten IP, deren Einstufung und Koordinaten, können dem Anhang entnommen werden.

Zur Beurteilung des Standortes fand 2023-10-24 eine Besichtigung durch einen Mitarbeiter der wtg statt. Alle bestimmten IP sind im Anhang in einer Fotodokumentation sowie auf einem Auszug der topographischen Karte der Umgebung dargestellt.

Reflexionen erster Ordnung, welche durch eine bestimmte Gebäudeanordnung entstehen wurden für alle IP überprüft und sind an keinem IP zu erwarten. Schallreflexionen werden über das Berechnungsprogramm CadnaA [10] berücksichtigt (s. Tabelle 6). Die Berechnungsergebnisse (Tabelle 8) beinhalten diese Auswirkung. Detaillierte Erkenntnisse zu Reflexionen können dem Berechnungsprotokoll [18] (separater Anhang zu diesem Bericht) entnommen werden.



Tabelle 1: Daten Immissionspunkte

Immissionspunkt		UTM ETRS 89, Zone 32		IRW [dB]
Nr.	Bezeichnung	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	
IP01	Bischof-Ferdinand-Weg 18, 57368 Lennestadt	431.339	5.660.421	40
IP02	Schnettmecke 19, 57368 Lennestadt	431.401	5.660.431	35
IP03	Am Krähenberg 24, 57368 Lennestadt	431.786	5.660.363	40
IP04	Hohe Bracht 1, 57368 Lennestadt	433.014	5.659.655	45
IP05	Hogge 36, 57399 Kirchhundem	434.413	5.658.632	40
IP06	Hogge 19, 57399 Kirchhundem	434.403	5.658.604	40
IP07	Sonnenstraße 30, 57399 Kirchhundem	434.331	5.658.582	40
IP08	Wilhelmshöh 7, 57399 Kirchhundem	434.309	5.658.542	40
IP09	Kampstraße 64, 57399 Kirchhundem	434.114	5.658.242	40
IP10	Heidschott 1, 57399 Kirchhundem	433.635	5.658.413	45
IP11	Heidschott 5, 57399 Kirchhundem	433.671	5.658.268	45
IP12	Heidschott 2, 57399 Kirchhundem	433.576	5.658.287	45
IP13	Heidschott 3, 57399 Kirchhundem	433.592	5.658.214	45
IP14	B517 7, 57399 Kirchhundem	433.178	5.657.899	45
IP15	K19 8, 57399 Kirchhundem	432.993	5.657.773	45
IP16	Bahnweg 3, 57399 Kirchhundem	432.769	5.657.442	45
IP17	Bahnweg 2, 57399 Kirchhundem	432.571	5.657.493	45
IP18	Gebäude FI, Stk, 104, 57399 Kirchhundem	431.647	5.657.479	45
IP19	Im Inken 4c, 57399 Kirchhundem	431.617	5.657.323	45
IP20	Im Inken 4b, 57399 Kirchhundem	431.507	5.657.257	45
IP21	Im Inken 16, 57399 Kirchhundem	431.367	5.657.227	45
IP22	Im Inken 18, 57399 Kirchhundem	431.297	5.657.216	45
IP23	Am Schothen 2, 57399 Kirchhundem	431.140	5.657.178	45
IP24	Am Schothen 16, 57399 Kirchhundem	431.089	5.657.156	45



Fortsetzung Tabelle 1

Immissionspunkt		UTM ETRS 89, Zone 32		IRW [dB]
Nr.	Bezeichnung	Rechtswert [m]	Nr.	Bezeichnung
IP25	Am Schothen 10, 57399 Kirchhundem	431.072	5.657.081	45
IP26	Zur Nothelle 20, 57399 Kirchhundem	431.484	5.656.901	40
IP27	Zur Nothelle 34, 57399 Kirchhundem	431.412	5.656.711	40
IP28	Quermke 2, 57399 Kirchhundem	430.862	5.656.216	45
IP29	Quermke 1, 57399 Kirchhundem	430.700	5.656.278	45
IP30	Hagener Str, 18, 57399 Kirchhundem	430.595	5.655.862	45
IP31	Hagener Str, 16, 57399 Kirchhundem	430.592	5.655.844	45
IP32	Gartenstraße 31, 57399 Kirchhundem	430.514	5.655.767	45
IP33	Gartenstraße 26, 57399 Kirchhundem	430.463	5.655.755	45
IP34	Birkenweg 38, 57399 Kirchhundem	430.390	5.655.742	45
IP35	Nußbaumweg 19, 57399 Kirchhundem	430.182	5.655.641	40
IP36	Einsiedeleiweg 24, 57399 Kirchhundem	429.884	5.655.609	45
IP37	Am Heid 31, 57399 Kirchhundem	429.263	5.654.921	45
IP38	Josef-Gockeln-Straße 21, 57399 Kirchhundem	428.599	5.654.933	45
IP39	Gebäude im Fl, Stk, 013, 57399 Rahrbach	428.385	5.654.994	45
IP40	Einsiedelei 3, 57368 Lennestadt	429.223	5.657.568	45
IP41	Einsiedelei 1, 57368 Lennestadt	429.057	5.657.571	45
IP42	Apollmicke 3 (Süd), 57462 Olpe	427.880	5.657.202	45
IP43	Apollmicke 3 (Nord), 57462 Olpe	427.871	5.657.218	45
IP44	Apollmicke 2, 57462 Olpe	427.891	5.657.266	45
IP45	Schmellenberg 3, 57368 Lennestadt	427.638	5.658.760	45
IP46	Schmellenberg 2, 57368 Lennestadt	427.618	5.658.791	45
IP47	Bruchhausen 9, 57368 Lennestadt	427.921	5.659.457	45

Fortsetzung Tabelle 1



Immissionspunkt		UTM ETRS 89, Zone 32		IRW [dB]
Nr.	Bezeichnung	Rechtswert [m]	Nr.	Bezeichnung
IP48	Wißbergstraße 40, 57368 Lennestadt	429.172	5.660.310	40
IP49	Fl, Stk, 319, 57368 Lennestadt	429.261	5.660.292	40
IP50	Im Alten Hof 16, 57368 Lennestadt	429.879	5.659.920	35
IP94	Am Rüberg 45, 57368 Lennestadt	434.295	5.660.392	35

1) Erhöhter IRW aufgrund Randlage zu Außenbereich (Gemengelage)

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen

2.3.1 Vorbelastung

Die Bestimmung der Vorbelastung durch Anlagen die unter die Regelung der TA Lärm [2] fallen, erfolgte in Abstimmung mit den zuständigen Behörden.

Tabelle 2: Übersicht Vorbelastung

WEA Kennung	WEA-Typ	L _{WA} ¹⁾ [dB]	Quelle/n
Rahrbach I – WEA01, WEA02	N117	106,5	F008_146_A14_EN [20], WISCO 074SE513/11 [21], Kreis Olpe
Rahrbach II – WEA01	N149	108,2	SP18001B1 [22] entsprechend Genehmigung

Die Koordinaten der Schallquellen die als Vorbelastung mit in die Berechnungen einbezogen werden, sowie weitergehende Informationen können dem Anhang entnommen werden. Neben der genannten Vorbelastung liegen am Standort Windfarm I keine weiteren, nach TA Lärm zu berücksichtigenden Anlagen, vor.



2.3.2 Zusatzbelastung

Die geplanten WEA sind im Sinne der 4. BImSchV [3] (Anhang 1.6), genehmigungspflichtig und besitzen die in Tabelle 3 aufgelisteten technischen Daten. Im vorliegenden Gutachten wird davon ausgegangen, dass die geplanten Anlagen im Dauerbetrieb betrieben werden.

Tabelle 3: Technische Daten der geplanten WEA

Hersteller	SIEMENS Gamesa								
Anlagenbezeichnung	SG-170 6.6								
Nennleistung [kW]	6.600								
Nabenhöhe [m]	165,0								
Rotordurchmesser [m]	170,0								
Rotorblatt-Zusatzkomponenten	DinoTails (Serrations)								
Betriebszustand bei Nennleistung	AM0 (6.600 kW)								
Schallreduzierte Betriebszustände	--								
Oktavspektrum [dB] entsprechend Anhang 6 (ohne Unsicherheiten)									
Betrieb	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	L_{WA}
AM0	86,5	93,4	96,1	97,9	101,8	99,9	93,3	83,0	106,0

1) Beurteilungszeitraum Tag/Nacht gemäß TA Lärm [2]

Es liegen der wtg Dokumente mit Angabe über Geräuschemission sowie weitergehende Informationen zum geplanten Anlagenbetrieb vor (s. Anhang). Auf dieser Grundlage, wurde, unter Hinzuziehung der LAI-Hinweise [8], der max. zulässige Schalleistungspegel $L_{e,max}$ und das max. zulässige Spektrum $L_{e,max,Oktav}$ nach Gleichung (1) und (2) ermittelt. Diese Ausgangswerte beinhalten bereits einen Sicherheitszuschlag $\Delta L_{e,max}$ für die Geräuschemission der geplanten WEA (s. auch Kapitel 3.2).

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2} \tag{1}$$

$$L_{e,max,Oktav} = L_{WA,Oktav} + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2} \tag{2}$$

L_{WA} bzw. $L_{WA,Oktav}$: der Schalleistungspegel bzw. das Oktavspektrum, welcher/welches aus einer oder mehreren Messungen gemäß der FGW TR 1 [6] ermittelt wurde.

Tabelle 4: Zulässiger Schalleistungspegel $L_{e,max}$ [dB] und zulässiges Oktavspektrum $L_{e,max,Oktav}$ [dB]

Betrieb	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	L_{WA}
AM0	88,2	95,1	97,8	99,6	103,5	101,6	95,0	84,7	107,7

Weiterhin wird in den Berechnungen davon ausgegangen, dass das Anlagengeräusch an den betrachteten IP nicht Impuls-, Ton- oder informationshaltig ist, sodass von einem Tonzuschlag $K_T = 0$ dB und Impulszuschlag $K_I = 0$ dB ausgegangen wird. Die Koordinaten der geplanten WEA können den Berechnungen im Anhang entnommen werden.

Anmerkung 1: Die Darlegung des maximal zulässigen Oktavspektrums für die einzelne WEA im jeweiligen Betriebsmodus



erfolgte gemäß den Empfehlungen des LAI [8]. Diese Werte können im Genehmigungsbescheid festgesetzt werden, um den Schallimmissionsschutz innerhalb der getroffenen Einhaltungswahrscheinlichkeit, unter Einbeziehung der gegenständlichen Schallprognose, sicherzustellen. Darüber hinaus dienen diese Werte als Vergleichswerte, falls die Einhaltung des Immissionsschutzes durch eine akustische Abnahmemessung gemäß FGW TR 1 [6] überprüft werden soll. Die Angaben dienen als Hinweis. Die Festsetzung des zulässigen Emissionswertes obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

Anmerkung 2: Das Oktavbandspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann vom maximal zulässigen Oktavspektrum im Allgemeinen abweichen. Entscheidend im Falle der Abweichung ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Immissionsrichtwerte durch eine der Abnahmemessung folgenden Ausbreitungsrechnung mit dem gemessenen Oktavspektrum. Für diese Ausbreitungsberechnung sind die Vorgaben des Interimsverfahrens [5] und der LAI Hinweise [8] zu berücksichtigen.

Für die geplanten WEA ist kein Betriebszustandswechsel in Abhängigkeit der Beurteilungszeit vorgesehen. Der vorgesehene Betriebsmode ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Vorgesehener Betriebsmode der geplanten WEA

Kennung	Typ	Nabenhöhe [m]	Betrieb Tag¹⁾	Betrieb Nacht¹⁾
WEA02	SG-170 6.6	165,0	AM0	AM0
WEA06	SG-170 6.6	165,0	AM0	AM0
WEA07	SG-170 6.6	165,0	AM0	AM0

1) Beurteilungszeitraum Tag / Nacht gemäß TA Lärm [2]



3 Berechnung der Schallimmissionen

3.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die Berechnung der Schallausbreitung wird gemäß TA Lärm [2] nach DIN ISO 9613-2 [4] durchgeführt. Da das in [4] beschriebene Verfahren nur für „bodennahe“ Schallquellen mit einer mittleren Höhe von 30 m ausgelegt ist, wurden über ein Interimsverfahren [5] neue Vorgaben für „nicht-bodennahe“ Schallquellen ausgerufen. Hinsichtlich der in [4] genannten Verfahren, erfolgt die Berechnung in diesem Gutachten in Abhängigkeit von der Höhe der Schallquelle, entweder frequenzunabhängig (über einen A-bewerteten Schalleistungspegel nach Gleichung (3)) oder frequenzabhängig (über ein A-bewertetes Oktavschalleistungsspektrum Gleichung (4)), jeweils als detaillierte Berechnung für freie Schallausbreitung. Für die Berechnung wird auf die Berechnungssoftware CadnaA [10] zurückgegriffen.

$$L_{AT} (LT) = L_{WA} + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}) - C_{met} \tag{3}$$

$$L_{AT} (LT) = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^{n=8} 10^{0,1(L_{WA,i} - (A_{div} + A_{atm,i} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}))} \right) - C_{met} \tag{4}$$

Die folgende Tabelle gibt die Randbedingungen der Berechnung in Abhängigkeit der Quellehöhe.

Tabelle 6: Randbedingungen der Berechnung

	„bodennahe“ Quelle	„nicht-bodennahe“ Quelle
Berechnungsvariante	frequenzunabhängig	frequenzabhängig
Richtwirkungskorrektur D_C	gemäß [4]	gemäß [5]
Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung A_{div}	gemäß [4]	gemäß [4]
Dämpfung aufgrund von Luftabsorption A_{atm}	gemäß [4]	gemäß [4]
Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes A_{gr}	gemäß [4] nach Nr. 7.3.2 „Alternatives Verfahren“	Pauschalwert (-3 dB) gemäß [5]
Dämpfung aufgrund von Abschirmung A_{bar}	Gelände: berücksichtigt Gebäude: berücksichtigt	Gelände: berücksichtigt Gebäude: berücksichtigt
Dämpfung aufgrund anderer Effekte A_{misc}	nicht berücksichtigt	nicht berücksichtigt
meteorologische Korrektur C_{met}	mit 0 dB angenommen	entfällt; gemäß [8]
Schallreflexionen	berücksichtigt	berücksichtigt

Anmerkung 1: Aufgrund der folgenden Aspekte ist die Schallimmissionsberechnung im Allgemeinen als konservativ anzusehen. Die daraus resultierende Überschätzung der Verhältnisse, dient als zusätzliche Sicherheit.

- Die Berechnung erfolgt mit den höchsten Emissionen der Schallquelle(n) und diese werden als konstant angesehen.
- Eine schallquellenabhängige Richtwirkung bleibt unberücksichtigt.
- Wenn mehrere Schallquellen zu berücksichtigen sind, wird davon ausgegangen, dass alle Schallquellen zeitgleich die höchsten Geräuschpegel konstant emittieren.
- Die Schallausbreitung von der Quelle zur Senke erfolgt stets unter „Mitwindsituation“, unabhängig davon ob der Wind hierzu zeitgleich aus verschiedenen Richtungen wehen müsste.
- Es werden nur schallausbreitungsgünstige meteorologische Bedingungen (10°C / 70 % rel. Feuchte) angesetzt und als konstant angesehen.
- Schallabsorption durch standortbedingte Vegetation bleibt unberücksichtigt.
- Sofern Reflexionen auftreten, wird ein Reflexionsverlust von 0,0 dB berücksichtigt

Anmerkung 2: Das in der vorliegenden Prognose genutzte Geländemodell basiert auf den im Geoportal des Landes-amts für Vermessung und Geobasisinformation des Landes Nordrhein-Westfalen (2023) hinterlegten topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 (DTK25) sowie den unter selber Stelle abrufbaren digitalen Höhenlinien (Open Data) [11]. In einem für die Prognose ausreichend großen Umkreis werden in windPRO [9] Höhenlinien und Karten am Standort eingeladen und anschließend für das ausgewählte Areal angepasst und für die weitere Verwendung in CadnaA bereitgestellt



3.2 Qualität der Ergebnisse

Entsprechend den vorliegenden Unterlagen und Informationen (s. Anhang), wurden die nachstehenden Standardabweichungen für die WEA angesetzt und ein Sicherheitszuschlag ΔL ermittelt. Der in Kapitel 2.3.2 ermittelte max. zulässige Schalleistungspegel $L_{e,max}$ bzw. das max. zulässige Oktavschalleistungsspektrum $L_{e,max,Oktav}$ beinhaltet bereits den entsprechenden Unsicherheitsanteil (σ_R und σ_P) für die geplante(n) WEA.

Tabelle 7: Sicherheitszuschlag ΔL

WEA Kennung	WEA-Typ	Betrieb	σ_R [dB]	σ_P [dB]	σ_{Progn} [dB]	σ_{ges} [dB]	$\Delta L_{e,max}$ [dB]	ΔL_{Prog} [dB]
02, 06, 07	SG-170 6.6	AM0	0,5	1,2	1,0	1,6	1,7	2,1
Rahrbach I – WEA01, WEA02	N117	--	0,5	0,5	1,0	1,2	0,9	1,5
Rahrbach II – WEA01	N149	--	0,5	1,2	1,0	1,6	1,7	2,1

Anmerkung 1: Da abweichend von [5], in den Herstellerangaben entsprechend keine Unsicherheit enthalten ist, wird im vorliegenden Fall für diese WEA ein σ_R von 0,5 dB angenommen. Dies entspricht der Vorgehensweise bei Vorliegen eines Messberichtes und orientiert sich am Windenergie-Handbuch [13].



3.3 Beurteilungspegel

In Tabelle 8 sind die Berechnungsergebnisse sowie die, für die Bewertung der Ergebnisse ausschlaggebenden Beurteilungspegel für die Vor-/ Zusatz- und Gesamtbelastung (VB/ZB/GB) des Standortes Windfarm I dargestellt.

Anmerkung: Die IRW für den Zeitraum „Tag“ werden durch die Belastung der gegenständlichen Parkkonfiguration und unter Berücksichtigung der am Standort vorhandenen Vorbelastung im leistungsoptimierten Betriebsmodus (ohne Leistungsreduzierung) sicher unterschritten. Aus diesem Grund wird im Folgenden nur der Zeitraum „Nacht“ weiter betrachtet bzw. dargestellt.

Tabelle 8: Berechnete Immissionspegel „Nacht-Betrieb“

Immissionspunkt		VB	ZB	GB	GB ¹⁾	IRW	ΔLr ²⁾
Nr.	Bezeichnung	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	(Nacht) [dB]	[dB]
IP01	Bischof-Ferdinand-Weg 18, 57368 Lennestadt	14,6	32,7	32,8	33	40	-7
IP02	Schnettmecke 19, 57368 Lennestadt	14,5	29,9	30,0	30	35	-5
IP03	Am Krähenberg 24, 57368 Lennestadt	13,9	33,0	33,0	33	40	-7
IP04	Hohe Bracht 1, 57368 Lennestadt	17,7	37,6	37,7	38	45	-7
IP05	Hogge 36, 57399 Kirchhundem	14,0	30,3 ³⁾	30,4	30	40	-10
IP06	Hogge 19, 57399 Kirchhundem	13,9	29,7 ³⁾	29,8	30	40	-10
IP07	Sonnenstraße 30, 57399 Kirchhundem	11,4	30,7	30,8	31	40	-9
IP08	Wilhelmshöh 7, 57399 Kirchhundem	11,3	30,8	30,9	31	40	-9
IP09	Kampstraße 64, 57399 Kirchhundem	12,1	31,6	31,6	32	40	-8
IP10	Heidschott 1, 57399 Kirchhundem	13,0	35,2 ³⁾	35,2	35	45	-10
IP11	Heidschott 5, 57399 Kirchhundem	13,0	34,6 ³⁾	34,7	35	45	-10
IP12	Heidschott 2, 57399 Kirchhundem	13,2	34,4 ³⁾	34,4	34	45	-11
IP13	Heidschott 3, 57399 Kirchhundem	13,2	35,1 ³⁾	35,1	35	45	-10
IP14	Gebäude an B517 7, 57399 Kirchhundem	14,5	33,9 ³⁾	34,0	34	45	-11
IP15	Gebäude an K19 8, 57399 Kirchhundem	15,0	32,1 ³⁾	32,1	32	45	-13
IP16	Bahnweg 3, 57399 Kirchhundem	14,1	35,3 ³⁾	35,3	35	45	-10
IP17	Bahnweg 2, 57399 Kirchhundem	16,4	36,2	36,2	36	45	-9
IP18	Gebäude FI, Stk, 104, 57399 Kirchhundem	19,2	34,8 ³⁾	35,0	35	45	-10

- 1) Beurteilungspegel (gerundet, entsprechend [7])
- 2) Pegeldifferenz zwischen GB und IRW
- 3) IP liegt nicht im akustischen Einwirkungsbereich



Fortsetzung Tabelle 8

Immissionspunkt		VB	ZB	GB	GB¹⁾	IRW	ΔLr²⁾
Nr.	Bezeichnung	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	(Nacht)	[dB]
						[dB]	
IP19	Im Inken 4c, 57399 Kirchhundem	19,5	33,6 ³⁾	33,8	34	45	-11
IP20	Im Inken 4b, 57399 Kirchhundem	20,0	34,0 ³⁾	34,2	34	45	-11
IP21	Im Inken 16, 57399 Kirchhundem	18,4	29,9 ³⁾	30,2	30	45	-15
IP22	Im Inken 18, 57399 Kirchhundem	11,6	29,7 ³⁾	29,7	30	45	-15
IP23	Am Schothen 2, 57399 Kirchhundem	20,3	34,0 ³⁾	34,2	34	45	-11
IP24	Am Schothen 16, 57399 Kirchhundem	19,0	34,0 ³⁾	34,1	34	45	-11
IP25	Am Schothen 10, 57399 Kirchhundem	21,8	32,3 ³⁾	32,7	33	45	-12
IP26	Zur Nothelle 20, 57399 Kirchhundem	8,0	31,2	31,2	31	40	-9
IP27	Zur Nothelle 34, 57399 Kirchhundem	20,8	24,9 ³⁾	26,3	26	40	-14
IP28	Quermke 2, 57399 Kirchhundem	26,2	27,6 ³⁾	29,9	30	45	-15
IP29	Quermke 1, 57399 Kirchhundem	26,9	23,8 ³⁾	28,6	29	45	-16
IP30	Hagener Str, 18, 57399 Kirchhundem	24,4	25,8 ³⁾	28,1	28	45	-17
IP31	Hagener Str, 16, 57399 Kirchhundem	24,4	21,6	26,2	26	45	-19
IP32	Gartenstraße 31, 57399 Kirchhundem	24,7	25,3	28,0	28	45	-17
IP33	Gartenstraße 26, 57399 Kirchhundem	25,0	22,1	26,8	27	45	-18
IP34	Birkenweg 38, 57399 Kirchhundem	15,1	26,2 ³⁾	26,5	27	45	-18
IP35	Nußbaumweg 19, 57399 Kirchhundem	30,7	23,7 ³⁾	31,5	32	40	-8
IP36	Einsiedeleiweg 24, 57399 Kirchhundem	32,7	21,3 ³⁾	33,0	33	45	-12
IP37	Am Heid 31, 57399 Kirchhundem	34,0	17,9 ³⁾	34,1	34	45	-11
IP38	Josef-Gockeln-Straße 21, 57399 Kirchhundem	37,2	21,7 ³⁾	37,3	37	45	-8
IP39	Gebäude im FI, Stk, 013, 57399 Kirchhundem	38,5	16,7 ³⁾	38,6	39	45	-6
IP40	Einsiedelei 3, 57368 Lennestadt	21,0	32,8 ³⁾	33,1	33	45	-12
IP41	Einsiedelei 1, 57368 Lennestadt	22,0	31,9 ³⁾	32,3	32	45	-13

- 1) Beurteilungspegel (gerundet, entsprechend [7])
- 2) Pegeldifferenz zwischen GB und IRW
- 3) IP liegt nicht im akustischen Einwirkungsbereich



Fortsetzung Tabelle 8

Immissionspunkt		VB	ZB	GB	GB ¹⁾	IRW	$\Delta L_r^{2)}$
Nr.	Bezeichnung	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	(Nacht) [dB]	[dB]
IP42	Apollmicke 3 (Süd), 57462 Olpe	40,7	20,8 ³⁾	40,7	41	45	-4
IP43	Apollmicke 3 (Nord), 57462 Olpe	29,0	20,8 ³⁾	29,6	30	45	-15
IP44	Apollmicke 2, 57462 Olpe	40,5	20,9 ³⁾	40,5	41	45	-4
IP45	Schmellenberg 3, 57368 Lennestadt	28,2	21,3 ³⁾	29,0	29	45	-16
IP46	Schmellenberg, 2, 57368 Lennestadt	26,5	21,2 ³⁾	27,6	28	45	-17
IP47	Bruchhausen 9, 57368 Lennestadt	21,5	21,8 ³⁾	24,7	25	45	-20
IP48	Wißbergstraße 40, 57368 Lennestadt	22,6	29,3 ³⁾	30,1	30	40	-10
IP49	Fl, Stk, 319, 57368 Lennestadt	22,6	29,6 ³⁾	30,4	30	40	-10
IP50	Im Alten Hof 16, 57368 Lennestadt	16,2	33,5	33,6	34	35	-1
IP94	Am Rüberg 45, 57368 Lennestadt	8,6	20,1 ³⁾	20,4	20	35	-15

- 1) Beurteilungspegel (gerundet, entsprechend [7])
- 2) Pegeldifferenz zwischen GB und IRW
- 3) IP liegt nicht im akustischen Einwirkungsbereich

Unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze (Sicherheitszuschlag) und unter Berücksichtigung eines akustischen Einwirkungsbereichs von 10 dB, ergibt sich für die geplanten WEA (Zusatzbelastung), dass nur die IP01 bis IP04, IP07 bis IP09, IP17, IP26 und IP50 relevant sind. Nur diese IP liegen im akustischen Einwirkungsbereich der geplanten WEA.

Auszug TA Lärm [2] Punkt 2.2 a): „Einwirkungsbereich einer Anlage sind die 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, [...]“

Sofern die aufgeführten Geräuschemissionen der geplanten SIEMENS Gamesa WEA des Typs SG-170 6.6 nicht überschritten werden, werden die Immissionsrichtwerte, bei Berücksichtigung der nach TA Lärm [2] gültigen Grenzen, an den relevanten IP nicht überschritten.



4 Zusammenfassung

Die wtg wurde 2023-04-04 von der Orsted Onshore Deutschland GmbH beauftragt, die Schallimmissionen an relevanten IP am Standort Windfarm I, verursacht durch drei geplante SIEMENS Gamesa WEA des Typs SG-170 6.6 zu berechnen.

Die Berechnung der Schallimmissionen wurde gemäß TA Lärm [2] nach DIN ISO 9613-2 [4] unter Berücksichtigung des Interimsverfahren [5] durchgeführt.

Am Standort wurden die maßgeblichen Wohnbebauungen in verschiedenen Himmelsrichtungen ausgewählt, an denen eine Richtwertüberschreitung am ehesten zu erwarten ist. Zur Beurteilung des Standortes fand 2023-10-24 eine Besichtigung des Standortes durch die wtg statt. Aufgrund der Ortsbesichtigung wurden 51 IP festgelegt. Die Berechnungen ergaben jedoch, dass sich davon nur zehn IP im akustischen Einwirkungsbereich befinden.

Die Bestimmung der Vorbelastung durch weitere Anlagen die unter die Regelung der TA Lärm [2] fallen, erfolgte durch Informationen des Auftraggebers sowie in Absprache mit dem Kreis Olpe.

Es lagen der wtg Dokumente mit Angabe über Geräuschemission sowie weitergehende Informationen zum Anlagenbetrieb der geplanten WEA vor. Auf Grundlage dessen wurde, unter Hinzuziehung der LAI-Hinweise [8], der max. zulässige Schalleistungspegel $L_{e,max}$ sowie das max. zulässige Oktavspektrum $L_{e,max,Ok-tav}$ (Kapitel 2.3.2) ermittelt. Im Sinne einer oberen Vertrauensbereichsgrenze wurde weiterhin ein Sicherheitszuschlag ermittelt, welcher die Prognoseunsicherheit beinhaltet und in die Berechnungen einbezogen.

Im Gutachten wird davon ausgegangen das die geplanten WEA im Dauerbetrieb betrieben werden und dass das Anlagengeräusch an den IP nicht Impuls-, Ton- oder informationshaltig ist.

Für die geplanten WEA ist kein Betriebszustandswechsel in Abhängigkeit der Beurteilungszeit vorgesehen. Der entsprechende Betriebsmode ist in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 9: Vorgesehener Betriebsmode der geplanten WEA

Kennung	Typ	Nabenhöhe [m]	Betrieb Tag ¹⁾	Betrieb Nacht ¹⁾
WEA02	SG-170 6.6	165,0	AM0	AM0
WEA06	SG-170 6.6	165,0	AM0	AM0
WEA07	SG-170 6.6	165,0	AM0	AM0

1) Beurteilungszeitraum Tag / Nacht gemäß TA Lärm [2]

Sofern die aufgeführten Geräuschemissionen der geplanten SIEMENS Gamesa WEA des Typs SG-170 6.6 nicht überschritten werden, werden die Immissionsrichtwerte, bei Berücksichtigung der nach TA Lärm [2] gültigen Grenzen, an den relevanten IP nicht überschritten.

Einzelne Geräuschspitzen im Betriebsgeräusch der geplanten WEA, welche den Mittelungspegel um mehr als das nach TA Lärm [2] einzuhaltende Maß überschreiten, sind nicht zu erwarten.

Die zugehörigen Karten mit Isolinien [17] sowie das Berechnungsprotokoll [18] werden, aufgrund deren Größe nicht im Gutachten abgebildet, sondern als separater Anhang beigefügt.

Es wird versichert, dass das Gutachten gemäß dem Stand der Technik unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.



5 Literaturverzeichnis

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
in der aktuellen Fassung der Bekanntmachung
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,
Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), 1998-08
- [3] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über ge-
nehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV), 2021-01
- [4] DIN ISO 9613-2
Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2
Allgemeines Berechnungsverfahren, 1999-10
- [5] Dokumentation zur Schallausbreitung. Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen
von Windkraftanlagen. Fassung 2015-05.
- [6] Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte,
Rev. 19, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie und andere dezentrale Energien e.V.,
Stand 2021-03-01,
- [7] DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben, 1992-02
- [8] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen,
Herausgegeben vom LAI, 2016-06-30
- [9] windPRO (Version der Software: s. Ausdruck der Berechnung im Anhang), EMD International A/S
- [10] CadnaA Version 2022 MR2 (201.5366), Datakustik GmbH
- [11] Geobasis NRW, dl-de/by-2-0, geobasis.nrw.de [Daten bearbeitet]
Topographische Karte 1:25 000 (TK25), © Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen
- [12] Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WEA) von
30.06.2016 in Rheinland-Pfalz. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten,
2018-07-23
- [13] Windenergie-Handbuch – 19. Ausgabe, Monika Agatz, 2023-03
UmweltWissen 117, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU); Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmit-
telsicherheit (LGL), Augsburg 2012-02
- [14] Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen,
Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015,
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW),
Karlsruhe, 2016-02
- [15] Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen,
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2016-11
- [16] Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
Akkreditierungsurkunde der windtest grevenbroich GmbH
Berlin, 2019-11-08
- [17] SP23017B1_Windfart I_Isolinien.pdf
Darstellung der Berechnungsergebnisse anhand von unterschiedlichen Karten mit Isolinien
Grevenbroich, 2023-12-11



- [18] SP23017B1_Windfart I_Berechnungsprotokoll.pdf
Darstellung der einzelnen Berechnungsvariablen entsprechend den Berechnungsformeln (3) und (4) bzw. DIN ISO 9613-2
Grevenbroich, 2023-12-11
- [19] D2343250/003,
Schallemissionen SG 6.6-170 LK Rev. 1, Betriebsmodi AM0 bis N8,
Siemens Gamesa Renewable Energy GmbH & Co. KG, 2022-09-26
- [20] F008_146_A14_EN,
Octave sound power levels Nordex N117/2400 – Operational modes
Nordex Energy GmbH, Hamburg, 2012-10-03
- [21] WICO 074SE513/11,
Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen
WIND-consult GmbH, Bargeshagen, 2013-11-18
- [22] Bericht SP18001B1,
Gutachten der zu erwartenden Schallimmissionen für den Standort Rahrbach II,
windtest grevenbroich gmbh, Grevenbroich, 2018-01-15



6 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

BlmSchG	- Bundes-Immissionsschutzgesetz	-
BBP	- Bebauungsplan	-
C_{met}	- Meteorologische Korrektur	dB
C_o	- Meteorologischer Faktor	dB
ΔL_r	- Pegeldifferenz	dB
DTK	- digitale topographische Karte	-
FGW	- Fördergesellschaft Windenergie e.V.	-
FNP	- Flächenutzungsplan	-
GB	- Gesamtbelastung	-
IP	- Immissionspunkt(e), bzw. Immissionsort(e)	-
IRW	- Immissionsrichtwert(e)	dB
K_I	- Impulshaltigkeitszuschlag	dB
K_{TN}	- Tonhaltigkeitszuschlag	dB
LAI	- Länderausschuss für Immissionsschutz	-
$L_{e,max}$	- maximal zulässiger Schallleistungspegel	dB
$L_{e,max,Oktav}$	- maximal zulässiges Oktavspektrum	dB
L_m	- Prognostizierter Beurteilungspegel	dB
L_o	- Obere Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels	dB
$L_{r,Kont}$	- Schallimmissionskontingent	dB
LWA	- Immissionsrelevanter Schallleistungspegel (A-bewertet)	dB
OVG	- Obere Vertrauensbereichsgrenze / Sicherheitszuschlag	dB
σ_{ges}	- Gesamtstandardabweichung der Prognose	dB
σ_R	- Standardabweichung der Messergebnisse	dB
σ_P	- Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung	dB
σ_{Progn}	- Standardabweichung der Prognosegenauigkeit	dB
SP	- Schallprognose	-
STE	- Serrated Trailing Edge	-
TES	- Trailing Edge Serrations	-
TR	- Technische Richtlinie	-
VB	- Vorbelastung	-
WEA	- Windenergieanlage(n)	-
WKA	- Windkraftanlage(n)	-
wtg	- windtest grevenbroich gmbh	-
z	- Standardnormalvariable	-
ZB	- Zusatzbelastung	-



7 Bearbeitungsverlauf

Fassung	Datum	Inhalt	Status
SP23017B1	2023-12-11	Gutachten der zu erwartenden Schallimmissionen an relevanten Immissionspunkten durch Windenergieanlagen am Standort Windfarm I	gültig

8 Anhang

Anhang 1	Zertifikate
Anhang 2	Gesetze, Richtlinien, Empfehlungen
Anhang 3	Geräuschemission einer WEA
Anhang 4	Reflexionen und Abschirmung
Anhang 5	Qualität der Berechnung
Anhang 6	Immissionspunkte
Anhang 7	Berechnungsergebnisse
Anhang 8	Informationen und Dokumente



Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle bestätigt mit dieser **Akkreditierungsurkunde**, dass das Prüflaboratorium

WINDTEST Grevenbroich GmbH
Frimmersdorfer Straße 73 a, 41517 Grevenbroich

die Anforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die in der Anlage zu dieser Urkunde aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten erfüllt. Dies schließt zusätzliche bestehende gesetzliche und normative Anforderungen an das Prüflaboratorium ein, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, sofern diese in der Anlage zu dieser Urkunde ausdrücklich bestätigt werden.

Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Prüflaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.

Diese Akkreditierung wurde gemäß Art. 5 Abs. 1 Satz 2 VO (EG) 765/2008, nach Durchführung eines Akkreditierungsverfahrens unter Beachtung der Mindestanforderungen der DIN EN ISO/IEC 17011 und auf Grundlage einer Bewertung und Entscheidung durch den eingesetzten Akkreditierungsausschuss ausgestellt.

Diese Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 22.09.2023 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11233-01.

Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 9 Seiten.

Registrierungsnummer der Akkreditierungsurkunde: **D-PL-11233-01-00**

Berlin, 22.09.2023

Im Auftrag B. Sc. Maik Kadraba
Fachbereichsleitung

Diese Urkunde gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de).

Siehe Hinweise auf der Rückseite



- Gesetzliche Grundlage für die Schallimmissionsprognose ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [1]
- Zur Konkretisierung der Pflichten aus § 5 BImSchG wird die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) [2] herangezogen.
- Die Ausbreitung des Schalls wird gemäß TA Lärm nach DIN ISO 9613-2 [4] unter Berücksichtigung des Interimsverfahrens [5] berechnet.
- Für die akustische Vermessung von WEA stellt die Technische Richtlinie Teil 1 Rev. 19 (TR 1) [6] den Stand der Technik dar.
- Die nach TA Lärm [2] geforderte Angabe zur Qualität des Prognosemodells orientiert sich an den Hinweisen des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) [8].
- Für den Vergleich der berechneten Schallimmissionen zu den festgelegten Richtwerten wird, entsprechend [8], die Rundungsregel gemäß DIN 1333 [7] angewendet. Dies bedeutet, dass ein Vergleich zwischen ganzzahlig gerundeten Werten erfolgt.



Akustische Quellen einer Windenergieanlage

Akustisch betrachtet setzt sich eine WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Aerodynamisch bedingte Geräusche, verursacht durch die Rotation der Rotorblätter, stellen die wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen bzw. dem Regelverhalten (Pitch oder Stall) abhängig. Komponenten wie Generator, Getriebe und Hydraulikpumpen (falls vorhanden), Lüfter, Transformatoren und Umrichter, stellen weitere Schallquellen dar, welche sowohl über Öffnungen im Maschinenhaus und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen. Diese Geräusche können tonhaltig sein.

Akustische Kenngrößen einer Windenergieanlage

Im Rahmen einer akustischen Untersuchung an einer WEA nach Technischer Richtlinie FGW TR 1 [6] werden Geräuschemissionen über den A-bewerteten Schallleistungspegel (L_{WA}) oder ein A-bewertetes Oktavspektrum ($L_{WA, Oktav}$) dargelegt. Falls das Geräusch im Sinne von [6] informationshaltig ist, erfolgt eine Bewertung des Betriebsgeräusches über die Angabe eines Ton- und Impulzzuschlags. Die Geräuschentwicklung einer WEA ist abhängig von der Windgeschwindigkeit. Demzufolge werden die Geräuschemissionen in Messberichten in Windklassen unterteilt und angegeben.

Immissionsrelevanter A-bewerteter Schallleistungspegel (L_{WA}) und immissionsrelevantes A-bewertetes Oktavschallleistungsspektrum ($L_{WA, Oktav}$)

Für die Berechnung der Schallimmissionen wird je nach Anforderung, der immissionsrelevante Schallleistungspegel (L_{WA}) oder das immissionsrelevante Oktavschallleistungsspektrum ($L_{WA, Oktav}$) einer WEA verwendet, welches an den Immissionsorten zu den höchsten Beurteilungspegeln führt.

Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit (K_T) sowie Impulshaltigkeit (K_I)

Der Impulshaltigkeitszuschlag (K_{IN}) und der Tonhaltigkeitszuschlag (K_{TN}) werden für den akustischen Nahbereich angegeben und sind nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar. Gemäß den LAI-Hinweisen [8] und des Windenergie-Handbuchs [12] ist bei einem Wert von $K_{IN} < 2$ dB, der Impulzzuschlag für die Immissionsprognose mit $K_I = 0$ dB anzusetzen. Bei einem Wert von $K_{TN} \leq 2$ dB ist der Tonzuschlag für die Immissionsprognose mit $K_T = 0$ dB zu berücksichtigen. Bei akustisch nicht untersuchten WEA wird davon ausgegangen, dass keine immissionsrelevanten Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeiten von mehr als 0 dB zu berücksichtigen sind. Dies würde den Anforderungen an eine genehmigungskonforme WEA, die dem Stand der Technik entspricht, widersprechen.



Tieffrequenter Schall

Obwohl das Betriebsgeräusch von WEA Schallanteile im tieffrequenten Bereich (< 90 Hz) aufweist, sind diese typischerweise nicht derart ausgeprägt, um in immissionsrelevanter Entfernung (≥ 300 m) zu schädlichen Umwelteinwirkungen oder zu einer erheblichen Belästigung der Nachbarschaft gemäß TA Lärm [2] zu führen.

Der Bereich von ca. 1 Hz bis ca. 20 Hz wird in der Literatur unter dem Begriff „Infraschall“ geführt. Obwohl Schall in diesem Frequenzbereich über das menschliche Gehör nicht mehr direkt wahrgenommen werden kann, kann der Mensch dennoch hierfür indirekt empfänglich sein.

In den Jahren 2002 bis 2011 wurden mehrere Untersuchungen an WEA durchgeführt. Im Informationsblatt UmweltWissen (UW) 0 117 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) werden diese Studien und Erkenntnisse aus den durchgeführten Messungen aufgeführt.

Weitere Veröffentlichungen, wie z. B. [14] bestätigen, dass Schallimmissionen von WEA im Infraschallbereich, deutlich unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle liegen.

Auch das Bundesumweltamt kommt zu der Einschätzung, dass „[...] die derzeit vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Infraschall einer Nutzung der Windenergie nicht entgegen [...]“ stehen. [15]



Reflexionen und Abschirmung

Um mögliche Schallpegelreflexionen durch eine bestimmte Gebäudeanordnung zu berücksichtigen, wird u.a. auf Gebäudedatensätze (sog. LOD1 oder LOD2) zurückgegriffen. Die Berücksichtigung und Implementierung der Gebäudedatensätze bietet ebenfalls die Möglichkeit, die Abschirmwirkung der entsprechenden Gebäudestrukturen zu berechnen. Gemäß TA Lärm [2] ist es zulässig, Reflexionen und Abschirmung bei einer Schallimmissionsberechnung zu berücksichtigen. Die Berechnung selbst erfolgt anhand der Vorgaben aus DIN ISO 9613-2 [4].

Auszug Windenergie Handbuch [13] Seite 132 Absatz 3): „Gebäude können aber auch den Schall abschirmen und somit pegelmindernd wirken. [...] Soll die Abschirmwirkung berücksichtigt werden (was TA Lärm konform und auch bei Anwendung des Interimsverfahrens nach wie vor zulässig ist), so ist die Modellierung und Berechnung im Gutachten nachvollziehbar zu dokumentieren, auch hier sollten verfügbare, standardisierte Geodaten in Kombination mit einer Ortsbesichtigung genutzt werden“.

Im Kapitel 7.4 Abschirmung (A_{bar}) der DIN ISO 9613-2 [4] werden die Kriterien erläutert, welche ein Objekt aufzeigen muss, damit dieses als abschirmendes Hindernis berücksichtigt werden kann. Im Rahmen der Bestimmung der kritischen Immissionspunkte wird, unter Berücksichtigung des Gebäudemodells und der durchgeführten Standortbesichtigung überprüft, an welchen Gebäudefassaden sich die maßgeblichen Immissionspunkte befinden. In der Berechnung wird für alle Fassaden ein Reflexionsverlust von 0,0 dB angenommen. Hierdurch wird die Fassade als schallhart (maximal reflektierend) angenommen.

Bei Berücksichtigung der Abschirmwirkung von Gebäuden gemäß A_{bar} erfolgt die Berechnung anhand der Gleichung 13 aus [4]. Dies ist notwendig, um den andernfalls positiven Effekt auf die Abschirmung durch die Festsetzung von A_{gr} auf -3 dB gemäß [5] zu vernachlässigen.

In Gleichung 13 gemäß [4] wird auf die Berücksichtigung von A_{gr} verzichtet und sollte aufgrund der Berechnungsvorgaben des Interimsverfahrens für eine Berechnung herangezogen werden.

Gleichung 13 [4]: $A_{\text{bar}} = D_z > 0$

In der verwendeten Software CadnaA [10] ist die Berücksichtigung von Gleichung 13 aus [4] über die Option „negative Bodendämpfung nicht abziehen“ implementiert. Im Protokoll der Berechnungskonfiguration (s. Anhang) ist diese Einstellung im Abschnitt „Registerkarte Industrie“ aufgeführt.

Des Weiteren muss, aufgrund der frequenzselektiven Berechnung der Schallausbreitung gemäß [5] das Abschirmmaß D_z begrenzt werden, da, besonders bei hohen Frequenzen der nach [4] definierte empfohlene Maximalwert von 20 dB (bei Einfachbeugung) bzw. 25 dB (bei Mehrfachbeugung) überschritten wird.

DIN ISO 9613-2 [4] Seite 10 Absatz 3): „Das Abschirmmaß D_z in einem beliebigen Oktavband sollte im Falle von Einfachbeugung (d. h. bei dünnen Schallschirmen) nicht größer als 20 dB und im Falle von Doppelbeugung (d. h. bei dicken Schallschirmen) nicht größer als 25 dB angenommen werden.“

Die entsprechende Einstellung ist im Protokoll der Berechnungskonfiguration (s. Anhang) im Abschnitt „Registerkarte Industrie“ aufgeführt.

Zusätzlich muss die Berechnungsoption „Abschirmung durch negative Umwege ist zulässig“ eingehalten werden. Mit dieser Einstellung wird vermieden, dass die Dämpfung des Objektes nicht vollständig verschwindet, wenn der Schallstrahl knapp oberhalb des Schirmes verläuft.

Auszug Windenergie Handbuch [13] Seite 132 Absatz 3): „Verläuft der Schallstrahl knapp oberhalb der Schirmkante, ergibt sich ein negativer Umweg (Schirmwert), woraus sich normkonform nach der ISO 9613-2 Schirmwerte $< 4,8$ dB berechnen, die (entgegen der v. g. grundsätzlichen physikalischen Tendenz) mit der Frequenz abnehmen. Dies erfolgt, um einen harten $>$ Sprung $<$ des Schirmwertes von 0 auf 4,8 dB an der Schirmkante zu vermeiden und dem beugungstheoretischen Effekt Rechnung zu tragen, dass die



Schirmwirkung nicht direkt vollständig verschwindet, wenn der Schallstrahl knapp oberhalb des Schirms verläuft [siehe Erläuterung unmittelbar nachfolgend zu Gl. 16 der ISO 9613-2]. Da diese Modellierung der Schirmwirkung durch die ISO 9613-2 gewollt ist und auch der NALS keine Notwendigkeit der Modifizierung speziell für WEA gesehen hat, ist es in der Praxis nicht indiziert, die abschirmende Wirkung von negativen Umwegen (Schirmwerten) auszuschließen.“

Die entsprechende Einstellung ist im Protokoll der Berechnungskonfiguration (s. Anhang) im Abschnitt „Registerkarte Industrie“ aufgeführt. Im Protokoll ist dies dadurch erkennbar, dass die Einstellung „negative Umwege schirmen nicht ab“ deaktiviert (Aus (0)) ist.



Zu berücksichtigende Unsicherheiten

Gemäß TA Lärm [2], soll eine Schallprognose eine Aussage zur Qualität enthalten. Diese wird oft unter dem Begriff „obere Vertrauensbereichsgrenze“ (OVG) oder „Sicherheitszuschlag“ (ΔL) geführt.

Die Qualität der Berechnung wird im Allg. abgeschätzt, unabhängig davon, ob diese auf einer vorangegangenen rechnerischen Analyse oder auf Erfahrungswerten basiert. Die Unsicherheit liegt erfahrungsgemäß zwischen 1 - 3 dB.

Bei Schallimmissionsberechnungen von WEA, erfolgt eine detaillierte Berechnung gemäß LAI-Hinweisen [8]. Die Qualität der Berechnungsergebnisse beinhaltet eine Bewertung der Zuverlässigkeit und Validität der Eingabedaten sowie der Richtigkeit und Präzision des Prognosemodells einschließlich der programmtechnischen Umsetzung - diese spiegelt sich in der Gesamtstandardabweichung der Prognose σ_{ges} wieder.

Die Gesamtstandardabweichung der Immissionsberechnung setzt sich wie folgt zusammen:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2} \text{ [dB]} \quad (5)$$

mit:

σ_{ges}	:	Gesamtstandardabweichung der Prognose
σ_R	:	Standardabweichung bei Messungen
σ_P	:	Produktionsstandardabweichung
σ_{Prog}	:	Standardabweichung des Prognosemodells

Die Standardabweichung bei Messungen σ_R kennzeichnet die Streuung von Messergebnissen die bei Wiederholungsmessungen zu erwarten ist. Sofern ein Messbericht vorliegt, der den Vorgaben nach [6] entspricht, wird gemäß [8], ein Wert von 0,5 dB angesetzt.

Die Produktionsstandardabweichung σ_P kennzeichnet die Streuung der Messwerte die aufgrund von Fertigungstoleranzen auftreten kann. Bei Vorlage eines Mehrfachvermessungsberichtes kann dieser Wert errechnet werden. Liegt kein Mehrfachvermessungsbericht vor, wird gemäß [8] ein σ_P von 1,2 dB angesetzt.

Die Standardabweichung des Prognosemodells σ_{Prog} enthält Unsicherheiten des Softwareprogramms, der Koordinatenermittlung und der Umgebungsbedingungen. In Abhängigkeit des gewählten Berechnungsverfahrens, kann σ_{Prog} gemäß [8], Werte von 1,0 dB (Interimsverfahren) oder 1,5 dB (alternatives Verfahren) annehmen.

Mit Hilfe der Gesamtstandardabweichung und unter Verwendung einer Einhaltungswahrscheinlichkeit von 90 %, wird der Sicherheitszuschlag für die Prognose ΔL_{Prog} wie folgt ermittelt:

$$\Delta L_{Prog} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} \text{ [dB]} \quad (6)$$

Über die Standardabweichungen σ_R und σ_P lässt sich unter Verwendung einer Einhaltungswahrscheinlichkeit von 90 %, ebenfalls ein Sicherheitszuschlag für die Emissionsdaten ermitteln. Daraus lassen sich max. zulässige Emissionswerte ausweisen.

$$\Delta L_{e,max} = 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2} \text{ [dB]} \quad (7)$$

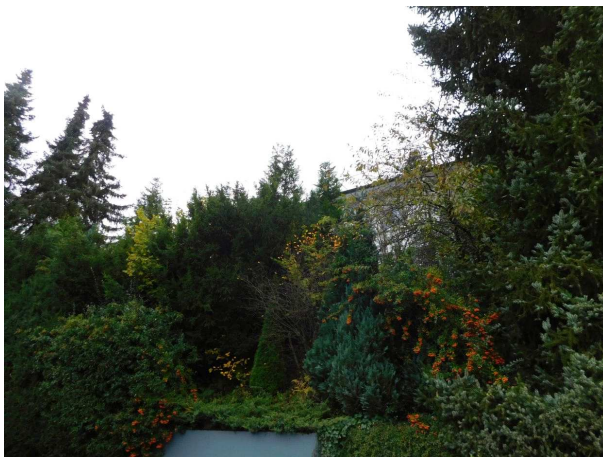
Entsprechend [8] ist die Unsicherheit der Emissionen von Vorbelastungsanlagen, in gleicher Weise zu berücksichtigen, wie sie im Rahmen der Genehmigungen der Vorbelastungsanlagen angewandt wurde. Lediglich die Unsicherheit des Prognosemodells ist an das jeweils gewählte Verfahren neu auszulegen.



IP01 - Bischof-Ferdinand-Weg 18, 57368 Lennestadt



IP02 - Schnettmecke 19, 57368 Lennestadt



IP03 - Am Krähenberg 24, 57368 Lennestadt



IP04 - Hohe Bracht 1, 57368 Lennestadt



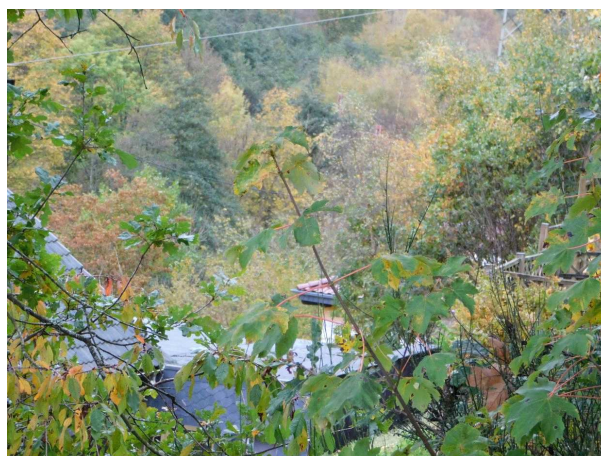
IP05 - Hogge 36, 57399 Kirchhundem



IP06 - Hogge 19, 57399 Kirchhundem



IP07 - Sonnenstraße 30, 57399 Kirchhundem



IP08 - Wilhelmshöh 7, 57399 Kirchhundem



IP09 - Kampstraße 64, 57399 Kirchhundem



IP10 - Heidschott 1, 57399 Kirchhundem



IP11 - Heidschott 5, 57399 Kirchhundem



IP12 - Heidschott 2, 57399 Kirchhundem



IP13 - Heidschott 3, 57399 Kirchhundem



IP14 - B517 7, 57399 Kirchhundem



IP15 - K19 8, 57399 Kirchhundem



IP16 - Bahnweg 3, 57399 Kirchhundem



IP17 - Bahnweg 2, 57399 Kirchhundem



IP18 - Gebäude FI, Stk, 104, 57399 Kirchhundem



IP19 - Im Inken 4c, 57399 Kirchhundem



IP20 - Im Inken 4b, 57399 Kirchhundem



IP21 - Im Inken 16, 57399 Kirchhundem



IP22 - Im Inken 18, 57399 Kirchhundem



IP23 - Am Schothen 2, 57399 Kirchhundem



IP24 - Am Schothen 16, 57399 Kirchhundem



IP25 - Am Schothen 10, 57399 Kirchhundem



IP26 - Zur Nothelle 20, 57399 Kirchhundem



IP27 - Zur Nothelle 34, 57399 Kirchhundem



IP28 - Quermke 2, 57399 Kirchhundem



IP29 - Quermke 1, 57399 Kirchhundem



IP30 - Hagener Str, 18, 57399 Kirchhundem



IP31 - Hagener Str, 16, 57399 Kirchhundem



IP32 - Gartenstraße 31, 57399 Kirchhundem



IP33 - Gartenstraße 26, 57399 Kirchhundem



IP34 - Birkenweg 38, 57399 Kirchhundem



IP35 - Nußbaumweg 19, 57399 Kirchhundem



IP36 - Einsiedeleiweg 24, 57399 Kirchhundem



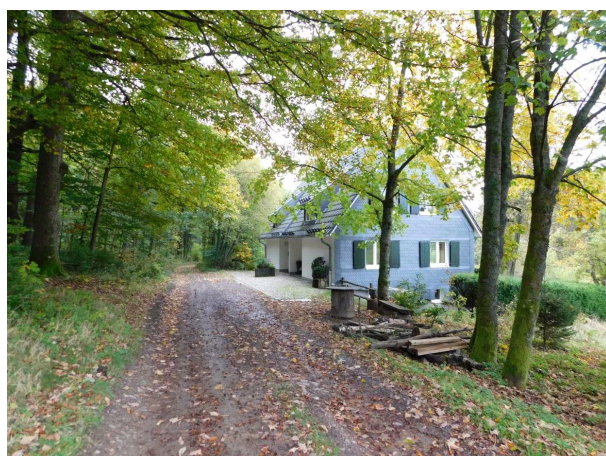
IP37 - Am Heid 31, 57399 Kirchhundem



IP38 - Josef-Gockeln-Straße 21, 57399 Kirchhundem



IP39 - Gebäude im Fl, Stk, 013 Rahrbach



IP40 - Einsiedelei 3, 57368 Lennestadt



IP41 - Einsiedelei 1, 57368 Lennestadt



IP42 - Apollmicke 3 (Süd), 57462 Olpe



IP43 - Apollmicke 3 (Nord), 57462 Olpe



IP44 - Apollmicke 2, 57462 Olpe



IP45 - Schmellenberg 3, 57368 Lennestadt



IP46 - Schmellenberg, 2, 57368 Lennestadt



IP47 - Bruchhausen 9, 57368 Lennestadt



IP48 - Wißbergstraße 40, 57368 Lennestadt



IP49 - Fl, Stk, 319, 57368 Lennestadt



IP50 - Im Alten Hof 16, 57368 Lennestadt



IP94 - Am Rüberg 45, 57368 Lennestadt



Ergebnistabelle

	Berechnungspunkt		Immissionspegel				Beurteilungsgf.		Richtwert		GB-RW	
	Rechtswert	Hochwert	VB	ZB	GB	GB	GB	Nacht	Nacht	VB	VB	
	[m]	[m]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
IP01	431339	5660421	14.6	32.7	32.8	33	40	-7				
IP02	431401	5660431	14.5	29.9	30.0	30	35	-5				
IP03	431786	5660363	13.9	33.0	33.0	33	40	-7				
IP04	433014	5659655	17.7	37.6	37.7	38	45	-7				
IP05	434413	5658632	14.0	30.3	30.4	30	40	-10				
IP06	434403	5658604	13.9	29.7	29.8	30	40	-10				
IP07	434331	5658582	11.4	30.7	30.8	31	40	-9				
IP08	434309	5658542	11.3	30.8	30.9	31	40	-9				
IP09	434114	5658242	12.1	31.6	31.6	32	40	-8				
IP10	433635	5658413	13.0	35.2	35.2	35	45	-10				
IP11	433671	5658268	13.0	34.6	34.7	35	45	-10				
IP12	433576	5658287	13.2	34.4	34.4	34	45	-11				
IP13	433592	5658214	13.2	35.1	35.1	35	45	-10				
IP14	433178	5657899	14.5	33.9	34.0	34	45	-11				
IP15	432993	5657773	15.0	32.1	32.1	32	45	-13				
IP16	432769	5657442	14.1	35.3	35.3	35	45	-10				
IP17	432571	5657493	16.4	36.2	36.2	36	45	-9				
IP18	431647	5657479	19.2	34.8	35.0	35	45	-10				
IP19	431617	5657323	19.5	33.6	33.8	34	45	-11				
IP20	431507	5657257	20.0	34.0	34.2	34	45	-11				
IP21	431367	5657227	18.4	29.9	30.2	30	45	-15				
IP22	431297	5657216	11.6	29.7	29.7	30	45	-15				
IP23	431140	5657178	20.3	34.0	34.2	34	45	-11				
IP24	431089	5657156	19.0	34.0	34.1	34	45	-11				
IP25	431072	5657081	21.8	32.3	32.7	33	45	-12				
IP26	431484	5656901	8.0	31.2	31.2	31	40	-9				
IP27	431412	5656711	20.8	24.9	26.3	26	40	-14				
IP28	430862	5656216	26.2	27.6	29.9	30	45	-15				
IP29	430700	5656278	26.9	23.8	28.6	29	45	-16				
IP30	430595	5655862	24.4	25.8	28.1	28	45	-17				
IP31	430592	5655844	24.4	21.6	26.2	26	45	-19				
IP32	430514	5655767	24.7	25.3	28.0	28	45	-17				
IP33	430463	5655755	25.0	22.1	26.8	27	45	-18				
IP34	430390	5655742	15.1	26.2	26.5	26	45	-19				
IP35	430182	5655641	30.7	23.7	31.5	31	40	-9				
IP36	429884	5655609	32.7	21.3	33.0	33	45	-12				
IP37	429263	5654921	34.0	17.9	34.1	34	45	-11				
IP38	428599	5654933	37.2	21.7	37.3	37	45	-8				
IP39	428385	5654994	38.5	16.7	38.6	39	45	-6				
IP40	429223	5657568	21.0	32.8	33.1	33	45	-12				
IP41	429057	5657571	22.0	31.9	32.3	32	45	-13				
IP42	427880	5657202	40.7	20.8	40.7	41	45	-4				



Berechnungspunkt Rechtswert	Hochwert [m]	Immissionspegel			Beurteilungslg		Richtwert		GB-RW VB [dB]
		VB [dB]	ZB [dB]	GB [dB]	GB [dB]	Nacht [dB]	VB [dB]		
IP43	427871	5657218	29.0	20.8	29.6	30	45	45	-15
IP44	427891	5657266	40.5	20.9	40.5	41	45	45	-4
IP45	427638	5658760	28.2	21.3	29.0	29	45	45	-16
IP46	427618	5658791	26.5	21.2	27.6	28	45	45	-17
IP47	427921	5659457	21.5	21.8	24.7	25	45	45	-20
IP48	429172	5660310	22.6	29.3	30.1	30	40	40	-10
IP49	429261	5660292	22.6	29.6	30.4	30	40	40	-10
IP50	429879	5659920	16.2	33.5	33.6	34	35	35	-1
IP94	434295	5660392	8.6	20.1	20.4	20	35	35	-15



Bezeichnung	Richtwert		Höhe (m)	Koordinaten		
	Tag [dB]	Nacht [dB]		X (m)	Y (m)	Z (m)
IP01 - Bischof-Ferdinand-Weg 18, 57368 Lennestadt	60	40,0	4,0	431339	5660421	327,7
IP02 - Schmetmecke 19, 57368 Lennestadt	50	35,0	4,0	431401	5660431	320,0
IP03 - Am Krähenberg 24, 57368 Lennestadt	55	40,0	4,0	431786	5660363	334,9
IP04 - Hohe Bracht 1, 57368 Lennestadt	60	45,0	2,5	433014	5659655	580,0
IP05 - Hogge 36, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	434413	5658632	382,5
IP06 - Hogge 19, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	434403	5658604	374,8
IP07 - Sonnenstraße 30, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	434331	5658582	367,2
IP08 - Wilhelmshöh 7, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	434309	5658542	348,2
IP09 - Kampstraße 64, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	434114	5658242	360,2
IP10 - Heidschott 1, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	433635	5658413	343,6
IP11 - Heidschott 5, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	433671	5658268	340,6
IP12 - Heidschott 2, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	433576	5658287	347,8
IP13 - Heidschott 3, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	433592	5658214	346,8
IP14 - B517 7, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	433178	5657899	350,7
IP15 - K19 8, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	432993	5657773	362,7
IP16 - Bahnweg 3, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	432769	5657442	369,4
IP17 - Bahnweg 2, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	432571	5657493	362,9
IP18 - Gebäude Fl. Stk. 104, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431647	5657479	406,4
IP19 - Im Inken 4c, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431617	5657323	392,1
IP20 - Im Inken 4b, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431507	5657257	391,9
IP21 - Im Inken 16, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431367	5657227	387,7
IP22 - Im Inken 18, 57399 Kirchhundem	60	45,0	2,5	431297	5657216	385,5
IP23 - Am Schothen 2, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431140	5657178	399,9
IP24 - Am Schothen 16, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431089	5657156	409,5
IP25 - Am Schothen 10, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	431072	5657081	411,0
IP26 - Zur Nothelle 20, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	431484	5656901	380,0
IP27 - Zur Nothelle 34, 57399 Kirchhundem	55	40,0	4,0	431412	5656711	381,8
IP28 - Quermie 2, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	430862	5656216	393,5
IP29 - Quermie 1, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	430700	5656278	398,6
IP30 - Hagener Str. 18, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	430595	5655862	400,4
IP31 - Hagener Str. 16, 57399 Kirchhundem	50	45,0	4,0	430592	5655844	401,8
IP32 - Gartenstraße 31, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	430514	5655767	413,4
IP33 - Gartenstraße 26, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	430463	5655755	420,0
IP34 - Birkenweg 38, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	430390	5655742	431,6
IP35 - Nußbaumweg 19, 57399 Kirchhundem	55	40,0	2,5	430182	5655641	443,3
IP36 - Einsiedeleiweg 24, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	429884	5655609	456,6
IP37 - Am Heid 31, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	429263	5654921	443,2
IP38 - Josef-Gockeln-Straße 21, 57399 Kirchhundem	60	45,0	4,0	428599	5654933	486,3
IP39 - Gebäude im Fl. Stk. 013 Rahrbach	60	45,0	2,5	428385	5654994	505,4
IP40 - Einsiedelei 3, 57368 Lennestadt	60	45,0	4,0	429223	5657568	515,1
IP41 - Einsiedelei 1, 57368 Lennestadt	60	45,0	4,0	429057	5657571	518,5



Bezeichnung	Richtwert		Höhe (m)	Koordinaten		
	Tag [dB]	Nacht [dB]		X (m)	Y (m)	Z (m)
IP42 - Apollimicke 3 (Süd), 57462 Olpe	60	45.0	4.0	427880	5657202	487.2
IP43 - Apollimicke 3 (Nord), 57462 Olpe	60	45.0	4.0	427871	5657218	485.4
IP44 - Apollimicke 2, 57462 Olpe	60	45.0	4.0	427891	5657266	483.0
IP45 - Schmellenberg 3, 57368 Lennestadt	60	45.0	4.0	427638	5658760	450.0
IP46 - Schmellenberg, 2, 57368 Lennestadt	60	45.0	4.0	427618	5658791	446.0
IP47 - Bruchhausen 9, 57368 Lennestadt	60	45.0	4.0	427921	5659457	386.0
IP48 - Wißbergstraße 40, 57368 Lennestadt	55	40.0	4.0	429172	5660310	378.2
IP49 - Fl. Sik. 319, 57368 Lennestadt	55	40.0	4.0	429261	5660292	378.7
IP50 - Im Alten Hof 16, 57368 Lennestadt	50	35.0	4.0	429879	5659920	350.3
IP94 - Am Rüberg 45, 57368 Lennestadt	50	35.0	2.5	434295	5660392	311.5



Schallquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw		Betriebsmode	Höhe [m]	Koordinaten		
	Nacht [dB]	Level 0			X [m]	Y [m]	Z [m]
Rainbach II - WEA01 - N149 4.5	108.2	N149_4_5_Level_0	164.0	428046.0	5655929.0	515.1	
Rainbach I - WEA01 - N117 2400	106.5	Nordex_N117_2400	140.6	427845.0	5655510.0	538.8	
WEA02 - SG-170 5.x NH 165	108.1	Nordex_N117_2400	140.6	428214.0	5656399.0	542.5	
WEA06 - SG-170 5.x NH 165	108.1	SG_6.6_170_AM0	165.0	430256.0	5658586.0	570.0	
WEA07 - SG-170 5.x NH 165	108.1	SG_6.6_170_AM0	165.0	432019.0	5658652.0	565.7	
		SG_6.6_170_AM0	165.0	432464.0	5658779.0	583.0	



Oktavspektren

Bezeichnung	Betriebsmode	Typ	Bew.	Oktavspektrum											Quelle
				63 Hz (dB)	125 Hz (dB)	250 Hz (dB)	500 Hz (dB)	1000 Hz (dB)	2000 Hz (dB)	4000 Hz (dB)	8000 Hz (dB)	Lwa (dB)			
SG_6.6_170_AM0_106.0_+2.1_dB	SG_6.6_170_AM0	Lw	A	88.6	95.5	98.2	100.0	103.9	102.0	95.4	85.1	108.1		D2843250/003	
N149_4.5_Level0_106.1_+2.1_dB	N149_4_5_Level0	Lw	A	89.9	96.0	99.8	102.4	103.1	100.6	93.1	85.0	108.2		SP18001B1	
Nordex_N117_2400	Nordex_N117_2400	Lw	A	87.9	92.3	97.5	99.3	100.9	100.4	96.6	85.8	106.5		F008_146_A14_EN	

**Registerkarte "Normen"**

Norm Industrie: ISO

Registerkarte "Allgemein"

maximaler Fehler (dB): 0.00
Suchradius (m): 10000.00
Mindestabstand Quelle-Immissionspunkt (m): 1.00
Raster 'unter' Haeuser extrapolieren Ein/Aus (1/0): 1
Schnelle Abschirmung Ein/Aus (1/0): 0
Ausbreitungskoeffizient Unsicherheit: $0 \cdot \log_{10}(d/10)$
Rasterinterpolation Ein/Aus (1/0): $3 \cdot 3$
Max. Differenz Eckpunkte (dB): 10.00
Max. Differenz Mittelpunkt (dB): 0.10
Winkelscan-Verfahren Ein/Aus (1/0): 0
Segmentanzahl: 100
Reflexionstiefe: 0
Mithra Kompatibilitaet Ein/Aus (1/0): 0

Registerkarte "Aufteilung"

Rasterfaktor (-): 0.50
Max. Abschnittslaenge (m): 1000.00
Min. Abschnittslaenge (m): 1.00
Min. Abschnittslaenge (%): 0.00
Projektion Linienquellen Ein/Aus (1/0): 1
Projektion Flaechenquellen Ein/Aus (1/0): 1
Projektion auch an Gelaendemodell Ein/Aus (1/0): 1
maximaler Abstand Quelle-Immissionspunkt (m): 10000.00
Suchradius um Quelle (m): 10000.00
Suchradius um Immissionspunkt (m): 10000.00
Mindestabschnittslaengen bei Projektion beruecksichtigen Ein/Aus (1/0): 0
Projektion nach RBLaerm-92 Verfahren 1 Ein/Aus (1/0): 0

Registerkarte "Industrie"

Seitenbeugung (keine/nur ein Objekt/mehrere Objekte) (0/1/2) 2
Seitenbeugung nur bis Abstand (m) 1000
Agr bei Schirmn (ohne Bodendaempfung ueber Schirm/...
mit Bodendaempfung ueber Schirm/8m Kriterium) (0/1/2) 1
Begrenzung (Dz ohne Begrenzung/Dz mit Begrenzung (20/25)/...
De,o mit Begrenzung/Dz mit Begrenzung(20/20)) (0/1/2/3) 1
negative Bodendaempfung nicht abziehen Ein/Aus (1/0) 1
negative Umwege schirmen nicht ab Ein/Aus (1/0) 0
Schirmberechnungskoeffizient C1 [dB] 3
Schirmberechnungskoeffizient C2 [dB] 20
Schirmberechnungskoeffizient C3 [dB] 0
Hindernisse in FQ nicht abschirmend Ein/Aus (1/0) 1
Bodendaempfung (5 = WEA interim (-3dB)) 5

Registerkarte "Meteorologie"

Temperatur(°C): 10.00
rel. Feuchte (%): 70.00
rel. Meteorologie (0 = keine): 0



Registerkarte "Reflexion"

max. Reflexionsordnung:	1
Reflektor-Suchradius um Quelle (m):	100.00
Reflektor-Suchradius um IP (m):	100.00
max. Abstand Quelle-IP (m):	10000.00
dto., interpoliere ab (m):	10000.00
min. Abstand IP-Reflektor (m):	1.00
dto., interpoliere bis (m):	1.00
min. Abstand Quelle-Reflektor (m):	0.50



Kundenproduktinformation

SG 6.6-170 Schallemissionen, LK Rev. 1, Betriebsmodi AM0 bis N8



Schallemissionen

SG 6.6-170

LK Rev. 1, Betriebsmodi AM0 bis N8

Dokumenten-ID / Revision	Datum (yyyy-mm-dd)	Sprache
D2843250/003	2022-09-26	DE

Original oder Übersetzung von
Original

Dateiname
D2843250_003-SGRE ON SG 6.6-170 Schallemissionen, LK Rev. 1, Betriebsmodi AM0 bis N8.docx

Änderungsübersicht (Revision / Änderungsbeschreibung)	
001	Erste Version. Herstellerangabe zu Schallspezifikationen gemäß den Marktanforderungen für Deutschland inklusive Unsicherheitsangaben.
002	Aktualisierte Werte für den Modus AM0.
003	Referenzänderung von LK Rev. 0 auf LK Rev. 1.

Haftungsausschluss und Verwendungsbeschränkung

Soweit gesetzlich zulässig, übernehmen die Siemens Gamesa Renewable Energy A/S sowie sonstige verbundene Unternehmen der Siemens Gamesa Gruppe, einschließlich der Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. und deren Tochterunternehmen, (nachfolgend „SGRE“) keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklich noch implizit, im Hinblick auf die Verwendung bzw. Verwendungstauglichkeit dieses Dokuments oder von Teilen hiervon für andere Zwecke als dem bestimmungsmäßigen Gebrauch. In keinem Fall haftet SGRE für Schäden, einschließlich aller direkten, indirekten oder Folgeschäden, die sich aus dem Gebrauch bzw. der Gebrauchsuntauglichkeit dieses Dokuments sowie allen Begleitmaterials oder der in diesem Dokument enthaltenen oder hiervon abgeleiteten Angaben oder Informationen ergeben. Soweit dieses Dokument oder andere Begleitmaterialien Bestandteile eines Vertrages mit SGRE werden, richtet sich die Haftung von SGRE nach den Bestimmungen dieses Vertrages. Dieses Dokument wurde vor seiner Veröffentlichung einer umfassenden technischen Überprüfung unterzogen. Ferner überprüft SGRE das Dokument in regelmäßigen Abständen, wobei sachdienliche Anpassungen in nachfolgenden Auflagen aufgenommen werden. Dieses Dokument ist und verbleibt geistiges Eigentum von SGRE. SGRE behält sich das Recht vor, das Dokument auch ohne vorherige Anzeige von Zeit zu Zeit anzupassen.

Inhalt

1. Schalleistungspegel	2
2. Schallreduzierter Betrieb	2
3. Oktavbandspektrum.....	2
4. Unsicherheitsangaben	3



Kundenproduktinformation

SG 6.6-170 Schallemissionen, LK Rev. 1, Betriebsmodi AM0 bis N8

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

1. Schalleistungspegel

In der folgenden Tabelle werden vorläufige Schalleistungspegel (L_{WA}) bezogen auf die IEC 61400-11 ed. 3.0 (2012) angegeben. Die Schalleistungspegel sind für den Betriebsbereich gültig, in dem die höchsten Schallemissionen verursacht werden, d. h. es handelt sich um den Maximalwert aus den $L_{WA,k}$ im zu vermessenden Windgeschwindigkeitsbereich gemäß vorgenannter IEC 61400-11 für den jeweiligen Betriebsmodus.

Betriebsmodus	L_{WA}
AM0	106,0
N1	105,5
N2	104,5
N3	103,0
N4	102,0
N5	101,0
N6	100,0
N7	99,0
N8	98,0

Tabelle 1: Schalleistungspegel [dB(A) re 1 pW] (10 Hz bis 10 kHz)

2. Schallreduzierter Betrieb

Geringere Schalleistungspegel können erreicht werden, indem die Windenergieanlage in schallreduzierte Betriebsmodi versetzt wird. Diese schallreduzierten Betriebsmodi haben, abhängig vom Betriebsmodus, Einfluss auf die Leistungskurve der Windenergieanlage. Gegebenenfalls sind nicht alle schallreduzierten Betriebsmodi für jeden Turm verfügbar. Für weitere Informationen nehmen Sie bitte mit Siemens Gamesa Kontakt auf.

3. Oktavbandspektrum

In der folgenden Tabelle sind vorläufige Oktavbandspektren angegeben. Hinweis: Es erfolgt keine Gewährleistung der Schalleistungspegel der einzelnen Frequenzbänder.

Oktavband Mittenfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM0	86,5	93,4	96,1	97,9	101,8	99,9	93,3	83,0
N1	86,2	93,0	95,6	97,4	101,3	99,4	92,8	82,5
N2	85,7	92,0	94,6	96,4	100,3	98,4	91,8	81,5
N3	84,9	90,7	93,0	94,8	98,7	96,8	90,2	79,9
N4	84,4	89,7	92,0	93,8	97,7	95,8	89,2	78,9
N5	83,8	88,7	91,0	92,8	96,7	94,8	88,2	77,9
N6	83,3	87,8	90,0	91,8	95,7	93,8	87,2	76,9
N7	82,7	86,8	89,0	90,8	94,7	92,8	86,2	75,9
N8	82,1	85,8	88,0	89,8	93,7	91,8	85,2	74,9

Tabelle 2: Typische Oktavbandspektren [dB(A) re 1 pW]

**Kundenproduktinformation**

SG 6.6-170 Schallemissionen, LK Rev. 1, Betriebsmodi AM0 bis N8

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

4. Unsicherheitsangaben

Bei den Angaben zu den Schalleistungspegeln und Oktavbandspektren handelt es sich um erwartete Mittelwerte, d. h. diese Angaben berücksichtigen keine Unsicherheiten.

Die LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016, sehen vor, dass bei der Verwendung von Herstellerangaben für die Zusatzbelastung diese „die möglichen Auswirkungen der Serienstreuung und der Unsicherheit der noch ausstehenden Abnahmemessung berücksichtigen“ sollen. Da die Unsicherheiten der noch ausstehenden Abnahmemessung nicht vorhersehbar sind, ist die Bestimmung der Schalleistungspegel inklusive dieser Unsicherheit nicht möglich.

Für den sogenannten $L_{e,max}$ gemäß vorgenannter LAI Hinweise ist eine Herstellerunsicherheit von mindestens 1,5 dB zu berücksichtigen und auf die in Tabelle 1 und 2 aufgeführten Schallemissionswerte aufzuschlagen.

Dieser $L_{e,max}$ kann beispielsweise folgendermaßen als oberer Vertrauensbereich bestimmt werden (mit $\sigma_{SGRE} = 1,2$ dB).

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sigma_{SGRE}$$

Sollte für den genehmigungsrechtlichen Nachweis die Messunsicherheit zu Lasten des Betreibers zu berücksichtigen sein, wird empfohlen einen zusätzlichen Sicherheitsaufschlag auf den $L_{e,max}$ in entsprechender Höhe zu berücksichtigen.

Das in diesem Dokument aufgeführte zugehörige Oktavbandspektrum ist auf den $L_{e,max}$ zu normieren.