



**Schalltechnisches Gutachten
für die Errichtung und den Betrieb
von drei Windenergieanlagen
am Standort Aldenhoven-Pattern**

Bericht-Nr. 3540-21-L7

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz



Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von drei Windenergieanlagen am Standort Aldenhoven-Pattern

Bericht Nr.: 3540-21-L7

Auftraggeber: juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Auftragnehmer: IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
26603 Aurich

Telefon: 04941 - 9558-0
E-Mail: mail@iel-gmbh.de

Bearbeiter: Tanja Nowak (Dipl.-Ing.(FH))
(Projektbearbeiterin Schallschutz)

Prüfer: Volker Gemmel (Dipl.-Ing.(FH))
(Technischer Leiter Schallschutz)

Textteil: 25 Seiten (inkl. Deckblätter)
Anhang: siehe Anhangsverzeichnis

Datum: 01. März 2021



Messstelle nach § 29b BImSchG

Auflistung der erstellten Berichte:

Berichtsnummer	Datum	Titel	Gegenstand / Inhaltliche Änderungen
3540-18-L3	14.02.2018	Schalltechnisches Gutachten	Erstgutachten
3540-21-L7	01.03.2021	Schalltechnisches Gutachten	Änderung des geplanten Anlagentyps sowie Standortverschiebungen

Hinweise:

Die vorliegende Ausarbeitung wurde nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik unparteiisch erstellt.

Diese Ausarbeitung (Textteil und Anhang) darf nur in ihrer Gesamtheit und nur vom Auftraggeber zu dem in der Aufgabenstellung definierten Zweck verwendet werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung dieser Ausarbeitung ist nur mit schriftlicher Zustimmung der IEL GmbH erlaubt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
2.	Örtliche Beschreibung	5
3.	Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem.....	6
4.	Aufgabenstellung	7
5.	Beurteilungsgrundlagen	7
	5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren.....	7
	5.2 Meteorologie	8
	5.3 Qualität der Prognose	9
	5.4 Immissionsrichtwerte.....	9
6.	Schalltechnische Daten des geplanten Anlagentyps	11
	6.1 Schalleistungspegel und Frequenzspektren.....	11
	6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit	12
	6.3 Tieffrequente Geräusche / Infraschall	13
	6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen.....	14
	6.5 Körperschall	14
7.	Geplante Windenergieanlagen (Zusatzbelastung).....	15
8.	Vorbelastung.....	16
	8.1 Weitere Windenergieanlagen	16
	8.2 Industrie- und Gewerbeflächen	17
9.	Ermittlung der maßgeblichen Immissionspunkte.....	18
10.	Rechenergebnisse und Beurteilung	19
	10.1 Variante 1	19
	10.2 Variante 2.....	20
	10.2.1 Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung.....	20
	10.2.2 Berechnungsergebnisse Vorbelastung Jülich-Bourheim	21
	10.2.3 Berechnungsergebnisse Vorbelastung Eschweiler-Fronhoven	21
	10.2.4 Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung	22
11.	Zusammenfassung.....	23
Anhang	25

1. Einleitung

Am Standort Aldenhoven-Pattern ist die Errichtung und der Betrieb von insgesamt drei Windenergieanlagen (WEA 01 bis WEA 03) vom Anlagentyp GE 5.5-158 mit einer Nabenhöhe von 120,9 m und einer Nennleistung von jeweils 5.500 kW geplant.

Es sollen hierbei zwei unterschiedliche Varianten betrachtet werden:

Variante 1: die benachbarten WEA am Standort Jülich-Bourheim werden mit ihrem genehmigten Zustand berücksichtigt

Variante 2: Schalltechnische Optimierung für die WEA an den Standorten Aldenhoven-Pattern unter Berücksichtigung von weiteren Reduzierungen der WEA 04 und WEA 05 am Standort Jülich-Bourheim

Als genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sind Windenergieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn zur Vorsorge Maßnahmen getroffen werden, die dem Stand der Technik entsprechen.

Dieses Gutachten dient dem Lärmschutznachweis im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz. Für die maßgeblichen Immissionspunkte werden die Beurteilungspegel rechnerisch ermittelt und den dort geltenden Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

2. Örtliche Beschreibung

Der Standort der geplanten Windenergieanlagen befindet sich im nordrhein-westfälischen Kreis Düren, auf dem Gebiet der Gemeinde Aldenhoven, nördlich der Fläche des Tagebaus „Inden“. Östlich grenzt das Gebiet der Stadt Jülich und westlich das Gebiet der Stadt Eschweiler an.

Südlich der geplanten WEA, auf dem Gebiet der Stadt Eschweiler, befindet sich der „Windpark Nördlich Fronhoven“ (Bebauungsplan 288) mit insgesamt neun Windenergieanlagen in Betrieb, welcher der Vorbelastung zuzuordnen ist.

Östlich des Standortes, auf dem Gebiet der Stadt Jülich, im Bereich des bestandskräftigen Bebauungsplans A 45 (WKZ 20, südlich Bourheim) sind vier weitere Windenergieanlagen bereits genehmigt. Diese sind ebenfalls in den schalltechnischen Berechnungen zu berücksichtigen.

Nördlich von Aldenhoven und westlich des Weilers Hausen (Stadt Eschweiler) befinden sich mehrere Windenergieanlagen in Betrieb bzw. in Planung. Auf Grund der großen Entfernung zu den für das aktuelle Projekt maßgeblichen Immissionspunkten bzw. der durch die Bebauung bewirkten schallabschirmenden Wirkung können diese Windenergieanlagen unberücksichtigt bleiben.

Neben den weiteren Windenergieanlagen befindet sich östlich der bestehenden Wohnbebauung von Aldenhoven, ein Industrie- und Gewerbegebiet (Bebauungsplan Nr. A 6), welches ebenfalls eine schalltechnische Vorbelastung darstellt.

Das Untersuchungsgebiet liegt auf Höhen von ca. 98 - 131 m ü. NN. Zur Berücksichtigung der Höhenunterschiede wird ein digitales Geländemodell (Quelle: DGM1; Land NRW (2017)) berücksichtigt.

In der nachfolgenden Karte ist das Untersuchungsgebiet dargestellt.

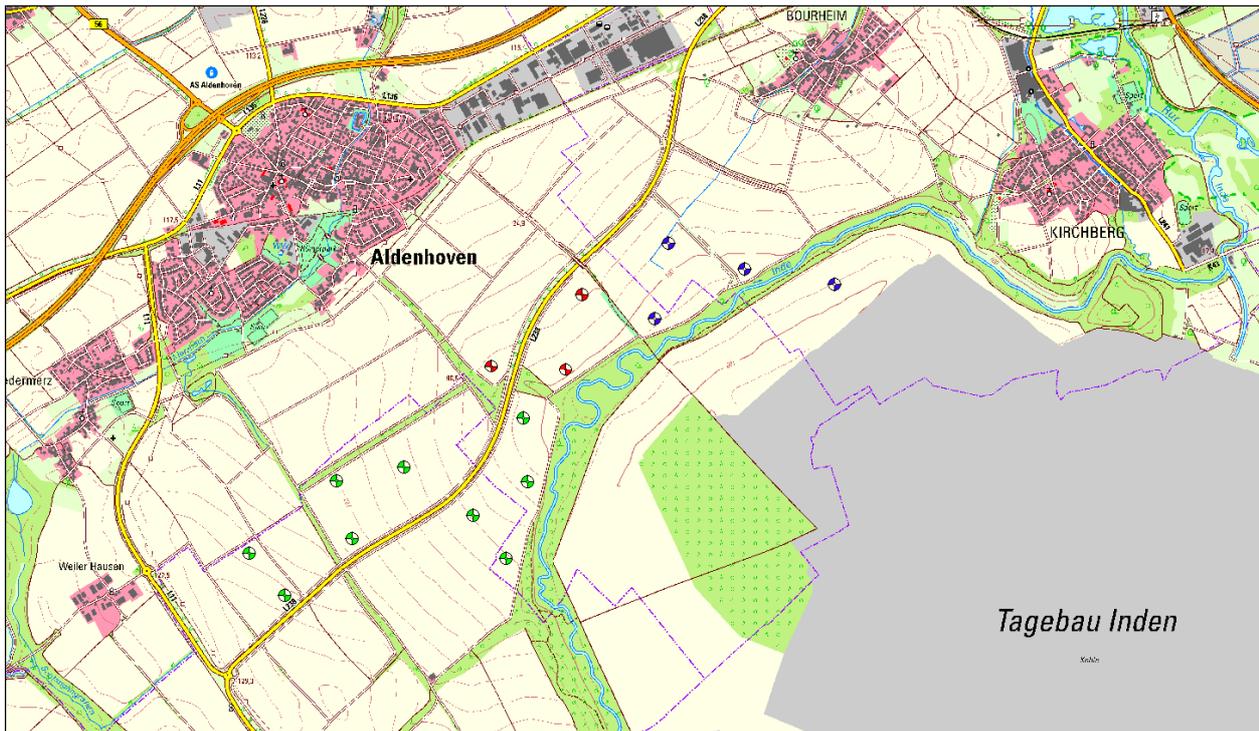


Bild 1: Übersichtskarte (rot: geplante WEA; blau: WEA Jülich-Bourheim; grün: WP Eschweiler-Fronhoven)

3. Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem

Die Koordinaten der geplanten und der als Vorbelastung zu berücksichtigenden Windenergieanlagen wurden von den Auftraggebern im Koordinatensystem UTM ETRS89 zur Verfügung gestellt bzw. sind aus vorangegangenen Untersuchungen bekannt.

Die Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte wurden über die aktuelle ABK* (Amtliche Basiskarte Stern) ermittelt. Eine Auflistung der Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte ist dem Abschnitt 9 zu entnehmen. Als weiteres Kartenmaterial dienen Digitale Topographische Karten (DTK25).

Das verwendete Kartenmaterial wurde dem Portal open.nrw (Quelle: Land NRW (2020)) entnommen.

4. Aufgabenstellung

Die geplanten Windenergieanlagen sollen zu allen Tag- und Nachtzeiten betrieben werden. Als Beurteilungssituation gilt für den Betrieb von Windenergieanlagen daher i. d. R. die lauteste Stunde der Nacht, da hier die niedrigsten Richtwerte gelten.

Die geplanten Windenergieanlagen (WEA 01 bis WEA 03) werden der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2^{3.)}, zugeordnet.

Als schalltechnische Vorbelastung werden insgesamt 13 weitere Windenergieanlagen (EF1 bis EF 9 und WEA 04, WEA 05, WEA 07 und WEA 08) sowie Industrie- und Gewerbeflächen berücksichtigt (vgl. Abschnitt 8).

Gemäß TA-Lärm Nr. 3.2.1, Abs. 6^{3.)} ist die Bestimmung der Vorbelastung in der Regel nach Nr. A.1.2 des Anhangs zur TA-Lärm durchzuführen. Die Nr. A.1.2 des Anhangs der TA-Lärm legt fest, dass die Vorbelastung nach Nr. A.3 zu ermitteln ist (Immissionsmessung an dem maßgeblichen Immissionsort). Unter bestimmten Bedingungen sind Ersatzmessungen nach Nr. A.3.4 zulässig. Möglichkeiten für Ersatzmessungen sind Rundummessungen und Schalleistungsmessungen mit anschließender Schallausbreitungsrechnung. Zur Ermittlung der Vorbelastung wird bei diesem Projekt auf vorliegende schalltechnische Daten zurückgegriffen. Diese schalltechnischen Daten sind ausreichend belastbar um die Vorbelastung hinreichend zu berücksichtigen.

Ziel dieses Gutachtens ist es, die aus Sicht des Lärmschutzes resultierenden Umweltwirkungen aus dem Betrieb der Windenergieanlagen zu berechnen und hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher Kriterien zu beurteilen.

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die schalltechnischen Berechnungen werden gemäß Nr. A2 der TA-Lärm nach der DIN ISO 9613-2^{4.)} durchgeführt. Bisher erfolgten schalltechnische Berechnungen für Windenergieanlagen frequenzunabhängig als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung. Die Bodendämpfung A_{gr} wurde dabei gemäß DIN ISO 9613-2, Nr. 7.3.2 „Alternatives Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel“ berechnet.

In den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen^{13.)} vom 30.06.2016 wurden die Anforderungen der TA-Lärm an die Durchführung von Immissionsprognosen für Windenergieanlagen durch eine vorläufige Anpassung des Prognosemodells beschrieben.

Auf der 134. Sitzung der LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) am 05./06.09.2017 wurde beschlossen, dass die LAI-Hinweise vom 30.06.2016 zur Anwendung kommen sollen. Zwischenzeitlich erfolgte die Kenntnisnahme der ACK/UMK (Amtschefkonferenz / Umweltministerkonferenz) über diesen Beschluss. In Nordrhein-Westfalen wurden diese Hinweise per Erlass^{38.)} mit Datum vom 29.11.2017 eingeführt.

In den LAI-Hinweisen werden mehrere Themen behandelt. Bzgl. der Schallimmissionsprognose wird auf die „Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“^{14.}), veröffentlicht vom NALS (DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik), verwiesen.

Gegenüber dem bisherigen „Alternativen Verfahren“ gemäß Nr. 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 gibt es im Wesentlichen die folgenden Unterschiede:

- Die Schallausbreitungsrechnung erfolgt frequenzselektiv in Oktavbandbreite (63 Hz bis 8 kHz)
- Es erfolgt keine meteorologische Korrektur ($C_{\text{met}} = 0$ dB)
- Die Dämpfung des Bodeneffektes wird mit $A_{\text{gr}} = -3$ dB berücksichtigt
- Die Richtwirkungskorrektur wird mit $D_{\text{c}} = 0$ dB berücksichtigt.

Ein weiterer Themenschwerpunkt der „LAI-Hinweise“ befasst sich mit den Anforderungen an die Qualität der Prognose (siehe auch nachfolgenden Abschnitt 5.3).

Für die vorliegenden schalltechnischen Berechnungen und die anschließende Beurteilung werden diese „LAI-Hinweise“ herangezogen.

Die Berechnungen werden mit dem Programmsystem IMMI^Ó (Version 2020 [482] vom 20.10.2020) durchgeführt, welches die Anwendung der erforderlichen Berechnungsmethoden ermöglicht.

5.2 Meteorologie

Für die Berechnungen werden folgende meteorologische Parameter berücksichtigt:

Temperatur	T	=	10° C
Luftfeuchte	F	=	70 %

Für die Windenergieanlagen erfolgen die Berechnungen gemäß den LAI-Empfehlungen ohne eine meteorologische Korrektur C_{met} .

5.3 Qualität der Prognose

Gemäß TA-Lärm, Nr. A.2.6, muss eine Schallimmissionsprognose Aussagen zur Qualität der Prognose enthalten. Bei Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen sind gemäß den LAI-Hinweisen folgende Unsicherheitsfaktoren zu berücksichtigen:

σ_{prog} - Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnung

Für die Unsicherheit des Prognosemodells wird σ_{prog} mit 1 dB berücksichtigt.

σ_{P} - Serienstreuung der Windenergieanlagen

Bei Vorlage von mindestens drei Messberichten kann für σ_{P} die Standardabweichung s aus dem zusammenfassenden Bericht entnommen werden. Liegt keine Mehrfachvermessung vor, ist die Serienstreuung σ_{P} mit 1,2 dB zu berücksichtigen.

σ_{R} - Ungenauigkeit der Schallemissionsvermessung

Bei FGW-konform vermessenen Windenergieanlagen kann die Unsicherheit der Schallemissionsvermessung mit $\sigma_{\text{R}} = 0,5$ dB berücksichtigt werden.

Die Gesamtunsicherheit der Schallimmissionsprognose berechnet sich wie folgt:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_{\text{prog}}^2 + \sigma_{\text{P}}^2 + \sigma_{\text{R}}^2} \quad (1)$$

Hieraus ergibt sich die obere 90 %ige Vertrauensbereichsgrenze L_o :

$$L_o = L_m + z_1 \quad (2)$$

mit

$$z_1 = 1,28 * \sigma_{\text{ges}} \quad (3)$$

Wird für Berechnungen die Herstellerangabe verwendet, so soll diese zukünftig gemäß den LAI-Hinweisen die Serienstreuung σ_{P} und die Unsicherheit der Abnahmemessung σ_{R} beinhalten. Für die Schallimmissionsprognose muss dann keine Unsicherheit für die Serienstreuung und die Schallemissionsvermessung berücksichtigt werden.

Die Sicherstellung der Nicht-Überschreitung ist dann gegeben, wenn unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze die Immissionsrichtwerte nicht überschritten werden. Die Regelungen gemäß TA-Lärm, Nr. 3.2.1, können weiterhin angewendet werden.

5.4 Immissionsrichtwerte

Die maßgeblichen Immissionspunkte gemäß TA-Lärm Nr. 2.3 liegen nach A.1.3 bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes.

Gemäß TA-Lärm sind für die schalltechnische Beurteilung außerhalb von Gebäuden folgende Immissionsrichtwerte heranzuziehen:

Nutzung	Immissionsrichtwerte [dB(A)]	
	Tag (06.00 - 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 - 06.00 Uhr)
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Urbane Gebiete (MU)	63	45
Kern- (MK), Dorf- (MD) und Mischgebiete (MI)	60	45
Allgemeine Wohngebiete (WA) und Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Reine Wohngebiete (WR)	50	35

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte

Während der Beurteilungszeit „Tag“ ist der Beurteilungspegel auf einen Zeitraum von 16 Stunden zu beziehen, während der Beurteilungszeit „Nacht“ auf eine Stunde. Der Beurteilungspegel L_r ist der aus dem Schallimmissionspegel L_s des zu beurteilenden Geräusches und gegebenenfalls aus Zuschlägen für Ton- und Informationshaltigkeit und für Impulshaltigkeit gebildete Wert zur Kennzeichnung der mittleren Geräuschbelastung während der Beurteilungszeit. Zusätzlich müssen für Immissionsorte, die bezüglich der Schutzbedürftigkeit als „Kleinsiedlungsgebiet (WS)“, „Allgemeines Wohngebiet (WA)“ bzw. „Reines Wohngebiet (WR)“ oder „Kurgebiet“ eingestuft werden, Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Werktage: 06.00 - 07.00 Uhr und 20.00 - 22.00 Uhr; Sonn- und Feiertage: 06.00 - 09.00 Uhr, 13.00 - 15.00 Uhr und 20.00 - 22.00 Uhr) vorgenommen werden (TA-Lärm Nr. 6.5).

Gemäß TA-Lärm dürfen kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte am Tag um nicht mehr als 30 dB und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB überschreiten.

Die zulässigen Immissionsrichtwerte für die Wohnbebauung dürfen durch die Gesamtbelastung nicht überschritten werden. Diese setzt sich aus der Vor- und der Zusatzbelastung zusammen. Die Vorbelastung ist die Belastung eines Ortes mit Geräuschimmissionen von Anlagen für die die TA-Lärm gilt, allerdings ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage hervorgerufen wird.

6. Schalltechnische Daten des geplanten Anlagentyps

6.1 Schalleistungspegel und Frequenzspektren

Für den geplanten Anlagentyp GE 5.5-158 liegen derzeit noch keine schalltechnischen Vermessungen vor. Nachfolgend werden die vom Hersteller prognostizierten Schalleistungspegel für die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Betriebsmodi dargestellt.

Betriebsmodus	Messstelle	Bericht Nr.	Nennleistung [kW]	Höchster Messwert L_{WA} [dB(A)]	Herstellerangabe L_{WA} [dB(A)]
NO 106.0	-	-	5.500	-	106,0
NRO 100.0	-	-	4.090	-	100,0
NRO 99.0	-	-	3.517	-	99,0

Tabelle 2: Verwendete schalltechnische Daten / GE 5.5-158

Für diese Betriebsmodi werden die Frequenzspektren aus Tabelle 3 zugrunde gelegt. Die A-bewerteten Oktavbandspektren wurden der Herstellerangabe entnommen (siehe Anhang).

Für die verwendeten Betriebsmodi werden folgende Frequenzspektren zugrunde gelegt:

Betriebsmodus	Schalleistungspegel $L_{WA,okt.}$ [dB(A)] bei Oktavband-Mittenfrequenz [Hz]									
	16	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
NO 106.0	64,5	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0
NRO 100.0	58,9	72,3	81,6	88,4	93,1	94,3	94,0	91,7	86,2	71,8
NRO 99.0	58,1	71,6	81,3	88,5	92,8	93,0	92,4	90,4	85,5	71,1

Tabelle 3: Frequenzabhängige Schalleistungspegel $L_{WA,okt.}$ / GE 5.5-158
(ohne Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich)

Hinweis 1:

Aus programmtechnischen Gründen sind bei den frequenzabhängigen Berechnungsergebnissen im Anhang bei den Schallemissionswerten und Schallimmissionswerten die linearen Oktavbandspektren (inkl. Zuschlag z_1) dargestellt.

Grundlage der Berechnungen sind die Herstellerangaben. Da diese die Serienstreuung σ_P und die Unsicherheit der Abnahmemessung σ_R noch nicht beinhalten, werden diese für die Ermittlung des Zuschlages zur Bestimmung des Schalleistungspegels $L_{WA,90}$ berücksichtigt (vgl. Abschnitt 5.3).

Sollen in einer Genehmigung der Schalleistungspegel $L_{e,max}$ und das zugehörige Oktavspektrum festgeschrieben werden, muss gemäß den LAI-Empfehlungen auf die Angaben aus Tabelle 2 (letzte Spalte) und Tabelle 3 noch der Zuschlag z_2 addiert werden. Dieser beinhaltet keine Unsicherheit des Prognosemodells und berechnet sich wie folgt:

$$z_2 = 1,28 * \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \tag{4}$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Parameter und Zuschläge zusammengefasst.

Betriebsmodus	L _{WA} [dB(A)]	σ _{prog} [dB]	σ _P [dB]	σ _R [dB]	σ _{ges} [dB]	Z ₁ [dB]	L _{WA,90} [dB(A)]	Z ₂ [dB]	L _{e, max} [dB(A)]
NO 106.0	106,0	1,0	1,2	0,5	1,6	2,1	108,1	1,7	107,7
NRO 100.0	100,0	1,0	1,2	0,5	1,6	2,1	102,1	1,7	101,7
NRO 99.0	99,0	1,0	1,2	0,5	1,6	2,1	101,1	1,7	100,7

Tabelle 4: Schalleistungspegel L_{WA}, L_{WA,90}, L_{e, max} / GE 5.5-158

Daraus ergeben sich als Festsetzung im Genehmigungsbescheid folgende maximal zulässigen Frequenzspektren:

Betriebsmodus	Schalleistungspegel L _{e,max,okt.} [dB(A)] bei Oktavband-Mittenfrequenz [Hz]									
	16	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
NO 106.0	66,2	79,7	88,9	94,3	98,9	101,4	103,0	100,8	93,4	77,7
NRO 100.0	60,6	74,0	83,3	90,1	94,8	96,0	95,7	93,4	87,9	73,5
NRO 99.0	59,8	73,3	83,0	90,2	94,5	94,7	94,1	92,1	87,2	72,8

Tabelle 5: Maximal zulässige frequenzabhängige Schalleistungspegel / GE 5.5-158 (inkl. Zuschlag z₂)

Hinweis 2:

Das Oktavbandspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann von dem in der Prognose zugrundeliegenden Spektrum im Allgemeinen abweichen. Um bei einer Abweichung die immissionsschutzrechtliche Unbedenklichkeit nachzuweisen sollte mit dem messtechnisch ermittelten Oktavspektrum eine erneute Schallausbreitungsberechnung gemäß Interimsverfahren durchgeführt werden. Das genaue Vorgehen hierzu wird in Abschnitt 5.2 der LAI-Hinweise ausführlich beschrieben.

6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit

Gemäß den LAI-Hinweisen ist die windkrafttypische Geräuschcharakteristik i.d.R. weder als ton- noch als impulsartig einzustufen. Dies ist auch damit begründet, dass seit vielen Jahren durch die Hersteller keine Typvermessungsberichte mit einem K_{TN} > 1 dB vorgelegt wurden.

Im Nahbereich ermittelte Tonhaltigkeiten von ≤ 2 dB können gemäß den LAI-Hinweisen unberücksichtigt bleiben. Für WEA-Typen, bei denen in Messberichten gemäß FGW-Richtlinie^{11.)} ein K_{TN} von 2 dB im Nahbereich ermittelt wurde, empfehlen die LAI-Hinweise eine Abnahmemessung am maßgeblichen Immissionsort.

Aus der aktuellen Rechtsprechung geht hervor, dass eine tonhaltige Geräuschimmissionssituation genehmigungsfähig ist, solange auch unter Berücksichtigung eines Tonzuschlages gemäß TA-Lärm die zulässigen Immissionsrichtwerte nicht überschritten werden.

Gemäß der vorliegenden Herstellerangabe für den geplanten Anlagentyp treten bei dem Betrieb keine immissionsrelevanten tonhaltigen Geräusche von $K_{TN} > 2$ dB auf.

Darüber hinaus liegen auch keine Erkenntnisse über eine generelle Impulshaltigkeit der Windenergieanlagen des Herstellers vor.

Für die weitere Bearbeitung wird vorausgesetzt, dass die Geräuschimmissionen des geplanten Anlagentyps keine immissionsrelevante Ton- und Impulshaltigkeit aufweisen.

Bei dem Betrieb von WEA treten keine informationshaltigen Geräusche auf, so dass eine besondere Berücksichtigung nicht notwendig ist.

6.3 Tieffrequente Geräusche / Infraschall

Gemäß TA-Lärm Nr. 7.3 muss in einem immissionsschutzrechtlichen Verfahren auch die Frage geklärt werden, inwieweit von der zu beurteilenden Anlage schädliche Umwelteinwirkungen im tieffrequenten Bereich ausgehen. Hierbei ist der Frequenzbereich ≤ 90 Hz zu untersuchen (vergl. DIN 45680^{5.)}). Allgemein kann gesagt werden, dass Windenergieanlagen keine Geräusche im tieffrequenten Bereich hervorrufen, die hinsichtlich möglicher schädlicher Umwelteinwirkungen gesondert zu prüfen wären.

Ein Spezialfall im tieffrequenten Bereich stellt der „Infraschall“ dar. Hierbei handelt es sich um den nicht hörbaren Frequenzbereich ≤ 20 Hz. Die von modernen Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallpegel im Infraschallbereich liegen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Auch neuere Empfehlungen zur Beurteilung von Infraschalleinwirkungen der Größenordnung, wie sie in der Nachbarschaft von Windenergieanlagen bislang nachgewiesen wurden, gehen davon aus, dass sie ursächlich nicht zu Störungen, erheblichen Belästigungen oder Geräuschbeeinträchtigungen führen ^{30.) bis 35.)}.

In ^{35.)} wird der messtechnische Nachweis geführt, dass der von Windenergieanlagen mit einer Leistung von 1.800 kW bis 3.200 kW bewirkte Infraschallpegel auch im Nahbereich der Windenergieanlagen (Abstände bis zu 300 m) deutlich unterhalb der menschlichen Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle liegt. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass sich bereits ab einer Entfernung von 700 m der Infraschallpegel durch das Einschalten der Windenergieanlagen nicht wesentlich erhöht.

In der öffentlichen Diskussion wird immer noch das Thema „Infraschall in Verbindung mit Windenergieanlagen“ diskutiert. Dabei wird von einigen Diskussionsteilnehmern insbesondere auf die unkalkulierbaren Gesundheitsgefahren durch den von Windenergieanlagen verursachten Infraschall hingewiesen und ausgeführt, dass diese durch Studien bewiesen seien. Für eine negative Auswirkung von Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle konnten bislang jedoch keine wissenschaftlich gesicherten Erkenntnisse gefunden werden. Zu diesem Thema wurde im September 2020 vom Umweltbundesamt die Laborstudie „Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen“ ^{43.)} veröffentlicht. Für diese Studie wurden die Testpersonen verschiedenen Infraschallgeräuschen im Frequenzbereich zwischen 3 Hz und 18 Hz ausgesetzt. Die Schalldruckpegel lagen dabei unterhalb, im Bereich oder knapp oberhalb der Wahrnehmungsschwelle. Damit wurden die Testpersonen deutlich höheren

Schalldruckpegeln ausgesetzt, als es in der Nachbarschaft von Windenergieanlagen möglich ist. Während und nach der Beschallung der Testpersonen wurden verschiedene physiologische Parameter gemessen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass es keinen Zusammenhang zwischen Infraschallgeräuschen um oder unter der Wahrnehmungsschwelle und akuten körperlichen Reaktionen gibt. Als weiteres Ergebnis kann festgehalten werden, dass nicht wahrnehmbare Infraschallimmissionen nicht als belästigend wahrgenommen wurden.

6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Spitzenpegel von Windenergieanlagen können u. U. durch kurzzeitig auftretende Vorgänge beim Gieren (Betrieb der Windnachführung) oder Bremsen (z. B. wegen Überdrehzahl) auftreten. Sie dürfen gem. TA-Lärm Nr. 6.1 in der Nacht die Richtwerte um nicht mehr als 20 dB überschreiten. Üblicherweise sind bei Windenergieanlagen keine Spitzenpegel zu erwarten, die zu einer Überschreitung dieser Vorgabe führen.

6.5 Körperschall

In der TA-Lärm Nr. 6.2 sind Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden definiert. Diese werden für die schalltechnische Beurteilung bei Geräuschübertragungen innerhalb von Gebäuden oder bei Körperschallübertragungen herangezogen.

In Bezug auf die Windenergieanlagen scheidet eine Beurteilung auf Grund einer Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden aus.

Eine mögliche Körperschallübertragung könnte von einer Windenergieanlage über den Erdboden zu einem Wohngebäude erfolgen und innerhalb des Wohngebäudes von den Raumbegrenzungswänden als Luftschall abgestrahlt werden. Eine solche Körperschallübertragung ist maßgeblich von der Einleitung der Körperschallenergie vom Turm über das WEA-Fundament in das Erdreich und von der Beschaffenheit des Erdbodens zwischen Windenergieanlage und Wohngebäude abhängig.

Es liegen derzeit keine Hinweise darüber vor, dass eine solche Körperschallübertragung von Windenergieanlagen zu Wohngebäuden stattfindet und zu einer Überschreitung der in Nr. 6.2 der TA-Lärm definierten Immissionsrichtwerte führen kann.

Hinweis 3:

Um die Luftschallemission einer Windenergieanlage weitestgehend zu reduzieren und damit auch die Schallabstrahlung des Turmes auf Grund von Körperschallanregung zu minimieren, werden bereits heute umfangreiche konstruktive körperschallisolierende Maßnahmen an einer Windenergieanlage durchgeführt. Damit wird auch eine Körperschallübertragung vom Turm über das WEA-Fundament in das Erdreich deutlich reduziert.

7. Geplante Windenergieanlagen (Zusatzbelastung)

Am Standort Aldenhoven-Pattern sollen insgesamt drei Windenergieanlagen realisiert werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die Daten und Standortkoordinaten der geplanten Windenergieanlagen zusammengefasst.

Windenergieanlage	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	UTM ETRS89, Zone 32	
			Rechtswert	Hochwert
WEA 01 GE 5.5-158 (juwi)	120,9	158	310.210	5.640.532
WEA 02 GE 5.5-158 (juwi)	120,9	158	310.675	5.640.511
WEA 03 GE 5.5-158 (juwi)	120,9	158	310.773	5.640.984

Tabelle 6: Daten und Standortkoordinaten der geplanten Windenergieanlagen (Zusatzbelastung)

Für die schalltechnischen Berechnungen wird für die Tageszeit für die drei geplanten Windenergieanlagen der uneingeschränkte Betrieb „NO 106.0“ berücksichtigt. Vorabberechnungen haben ergeben, dass während der Nachtzeit, je nach betrachteter Variante, Nachtabschaltungen bzw. ein schallreduzierter Betrieb erforderlich wird. Die für die Berechnungen berücksichtigten Betriebsmodi und die verwendeten Schallleistungspegel $L_{WA,90}$ sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Die für die jeweiligen Betriebsmodi berücksichtigten Frequenzspektren sind in der Tabelle 3 sowie im Datensatz des Anhangs aufgeführt.

Windenergieanlage	Tag (06.00 - 22.00 Uhr)			Nacht (22.00 - 06.00 Uhr)		
	Betriebsmode	Leistung [kW]	$L_{WA,90}^*$ [dB(A)]	Betriebsmode	Leistung [kW]	$L_{WA,90}^*$ [dB(A)]
Variante 1:						
WEA 01 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabschaltung		
WEA 02 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabschaltung		
WEA 03 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabschaltung		
Variante 2:						
WEA 01 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	NRO 99.0	3.517	101,1
WEA 02 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	NRO 100.0	4.090	102,1
WEA 03 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabschaltung		

Tabelle 7: Betriebsmodi und Schallleistungspegel der geplanten Windenergieanlagen (Zusatzbelastung)

* Schallleistungspegel inkl. Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich (vgl. Abschnitt 6.1).

8. Vorbelastung

Als schalltechnische Vorbelastung sind im vorliegenden Fall 13 weitere Windenergieanlagen sowie ein Industrie- und Gewerbegebiet zu berücksichtigen.

8.1 Weitere Windenergieanlagen

Die Koordinaten der weiteren Windenergieanlagen sowie die genehmigten Schalleistungspegel sind der IEL GmbH aus vorangegangenen Untersuchungen an diesem Standort bekannt. In der nachfolgenden Tabelle werden die Koordinaten und die schalltechnischen Kennwerte der weiteren Windenergieanlagen zusammengefasst. Die in den Berechnungen verwendeten Frequenzspektren sind im anliegenden Datensatz aufgeführt.

Für die WEA am Standort Jülich-Bourheim wird in Variante 1 der genehmigte Zustand (vgl. IEL Gutachten Nr. 4053-19-L4) berücksichtigt.

Um Nachtabschaltungen der hier zu beurteilenden WEA zu vermeiden, werden für die ebenfalls vom Auftraggeber geplanten WEA 04 und WEA 05 in Variante 2 zusätzliche Reduzierungen berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Koordinaten (gerundet) und die schalltechnischen Daten der weiteren Windenergieanlagen zusammengefasst. Die Lage dieser WEA ist der Übersichtskarte des Anhangs zu entnehmen.

Windenergieanlage	Nabenhöhe [m]	UTM ETRS89 Zone 32		Schallleistungspegel [dB(A)]*	
		Rechtswert	Hochwert	Tag	Nacht
WEA Eschweiler-Fronhoven:					
EF1 3.2M114	143,0	310.099	5.639.598	106,0	106,0
EF2 3.2M114	143,0	309.667	5.639.900	106,0	100,6
EF3 3.2M114	143,0	309.250	5.639.811	106,0	100,6
EF4 3.2M114	143,0	309.345	5.639.454	106,0	106,0
EF5 3.2M114	123,0	308.707	5.639.363	106,0	106,0
EF6 3.2M114	123,0	308.927	5.639.100	106,0	101,6
EF7 3.2M114	143,0	310.304	5.639.330	106,0	106,0
EF8 3.2M114	143,0	310.436	5.639.806	106,0	100,6
EF9 3.2M114	143,0	310.410	5.640.206	106,0	100,6
WEA Jülich-Bourheim - Variante 1:					
WEA 04 GE5.3-158 (juwi)	120,9	311.226	5.640.826	108,1	105,1
WEA 05 GE5.3-158 (juwi)	120,9	311.317	5.641.299	108,1	104,1
WEA 07 GE5.5-158 (REA)	120,9	311.782	5.641.140	108,1	105,1
WEA 08 GE5.5-158 (REA)	120,9	312.349	5.641.041	108,1	105,1
WEA Jülich-Bourheim - Variante 2:					
WEA 04 GE5.3-158 (juwi)	120,9	311.226	5.640.826	108,1	100,1
WEA 05 GE5.3-158 (juwi)	120,9	311.317	5.641.299	108,1	100,1
WEA 07 GE5.5-158 (REA)	120,9	311.782	5.641.140	108,1	105,1
WEA 08 GE5.5-158 (REA)	120,9	312.349	5.641.041	108,1	105,1

Tabelle 8: Schalltechnische Kennwerte der weiteren WEA / Vorbelastung

* (genehmigter) Schallleistungspegel inkl. aller notwendiger Sicherheitszuschläge

8.2 Industrie- und Gewerbeflächen

Östlich der bestehenden Wohnbebauung von Aldenhoven befindet sich ein Industrie- und Gewerbegebiet (Bebauungsplan Nr. A 6). Bei Voruntersuchungen hat sich herausgestellt, dass durch diese Industrie- und Gewerbeflächen eine maßgebliche schalltechnische Vorbelastung an der nächstgelegenen Wohnbebauung (IP 02 Ostring 22) gegeben ist und davon ausgegangen werden muss, dass der zulässige Immissionsrichtwert für ein „Allgemeines Wohngebiet (WA)“ ausgeschöpft ist. Für die zu den geplanten Windenergieanlagen nächstgelegenen Wohnbebauung (IP 01 Ostring 27) ist davon auszugehen, dass der zulässige Immissionsrichtwert durch die Industrie- und Gewerbeflächen um mindestens 1 dB unterschritten wird.

Weiterhin sieht der Flächennutzungsplan von Aldenhoven eine Erweiterung von Wohngebietsflächen in südlicher Richtung vor. Diese Planungen sollen bei der vorliegenden Untersuchung ebenfalls berücksichtigt werden. Hier werden an der südlichen Grenze zwei Immissionspunkte definiert (hier: „IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord“ und „IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd“). Abgeleitet aus den Annahmen für IP 01 und IP 02 kann für IP 03 davon ausgegangen werden, dass der zulässige

Schallimmissionsrichtwert für die Nachtzeit von 40 dB(A) durch die Industrie- und Gewerbeflächen um > 2 dB unterschritten wird. Für IP 04 kann davon ausgegangen werden, dass der Einfluss der Industrie- und Gewerbeflächen als vernachlässigbar eingestuft werden kann.

9. Ermittlung der maßgeblichen Immissionspunkte

Gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 sind die Flächen dem akustischen Einwirkungsbereich zuzuordnen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert (IRW) liegt. Das zusätzliche Kriterium der Geräuschspitzen muss im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt werden.

Die für die vorliegende Planung maßgeblichen Immissionspunkte wurden in der immissionsschutzrechtlichen Bewertung für die „Windkraftkonzentrationszone V“ (B-Plan Nr. 65A) der Gemeinde Aldenhoven im Rahmen der Bauleitplanung festgelegt und mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt.

Die Lage der Immissionspunkte wurde im Rahmen der Standortaufnahme letztmalig im September 2017 überprüft. Bei der Standortaufnahme wurde festgestellt, dass keine Gebäudeanordnungen gegeben sind, die zu möglichen Schallreflexionen führen.

Insgesamt werden in den nachfolgenden Berechnungen und Beurteilungen sieben Immissionspunkte untersucht.

Die untersuchten Immissionspunkte befinden sich nordwestlich bis nordöstlich der geplanten Windenergieanlagen, am Rand der umliegenden Ortschaften. Die Schutzbedürftigkeiten der einzelnen Immissionsorte wurden anhand von rechtskräftigen Bebauungsplänen, Flächennutzungsplänen sowie der tatsächlichen Nutzung ermittelt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die berücksichtigten Immissionspunkte, die jeweilige Schutzbedürftigkeit und die Immissionsrichtwerte zusammengefasst.

Immissionspunkt	UTM ETRS89 Zone 32		B-Plan bzw. FNP	Schutz- bedürftigkeit	IRW [dB(A)] Tag / Nacht
	Rechts- wert	Hoch- wert			
IP 01 Ostring 27	310.006	5.641.885	FNP	WA	55/40
IP 02 Ostring 22	309.977	5.641.943	FNP	WA	55/40
IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord	309.977	5.641.682	FNP	WA	55/40
IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd	309.348	5.640.939	FNP	WA	55/40
IP 05 Zur Fuchskaul 44	311.874	5.642.229	B-Plan BH1	MI/MD	60/45
IP 06 Am Ehrenmal 25	312.109	5.642.254	B-Plan BH3	WA	55/40
IP 07 Lohbergerweg 9	313.418	5.641.543	B-Plan KI2	WA	55/40

Tabelle 9: Immissionspunkte

10. Rechenergebnisse und Beurteilung

Gemäß TA-Lärm muss zur schalltechnischen Beurteilung die Gesamtbelastung an dem jeweiligen Immissionspunkt ermittelt werden (Abschnitt 2.4 der TA-Lärm). Sie setzt sich aus der Vorbelastung (hier: 13 weitere WEA und ein Industrie- und Gewerbegebiet) und der Zusatzbelastung (hier: drei geplante WEA) zusammen.

10.1 Variante 1

In der nachfolgenden Tabelle werden zunächst die Teil-Beurteilungspegel (gerundet) der Zusatzbelastung (Variante 1) für die Tages- und Nachtzeit aufgelistet:

Immissionspunkt	IRW - Tag [dB(A)]	Teil- Beurteilungs- pegel Sonntag [dB(A)]	IRW - Nacht [dB(A)]	Teil- Beurteilungs- pegel Nacht [dB(A)]
IP 01 Ostring 27	55	42	40	-
IP 02 Ostring 22	55	41	40	-
IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord	55	43	40	-
IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd	55	43	40	-
IP 05 Zur Fuchskaul 44	60	34	45	-
IP 06 Am Ehrenmal 25	55	36	40	-
IP 07 Lohbergerweg 9	55	32	40	-

Tabelle 10: Teil-Beurteilungspegel Zusatzbelastung (Variante 1)

Die Berechnungsergebnisse in Tabelle 10 zeigen, dass gemäß TA Lärm Nr. 2.2 alle sieben betrachteten Immissionspunkte während der Tageszeit (Sonntag) außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten WEA liegen.

Vorabberechnungen haben ergeben, dass ein Nachtbetrieb der geplanten WEA nicht möglich ist, wenn die WEA am Standort Jülich-Bourheim gemäß ihrer aktuellen Genehmigung betrieben werden würden. Weitere Berechnungen und Beurteilungen sind für die Nachtzeit somit nicht erforderlich.

10.2 Variante 2

10.2.1 Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung

In der nachfolgenden Tabelle werden zunächst die Teil-Beurteilungspegel der Zusatzbelastung (Variante 2) für die Tages- und Nachtzeit aufgelistet:

Immissionspunkt	IRW - Tag [dB(A)]	Teil- Beurteilungs- pegel Sonntag [dB(A)]	IRW - Nacht [dB(A)]	Teil- Beurteilungs- pegel Nacht [dB(A)]
IP 01 Ostring 27	55	42	40	30
IP 02 Ostring 22	55	41	40	30
IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord	55	43	40	31
IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd	55	43	40	33
IP 05 Zur Fuchskaul 44	60	34	45	25
IP 06 Am Ehrenmal 25	55	36	40	24
IP 07 Lohbergerweg 9	55	32	40	21

Tabelle 11: Teil-Beurteilungspegel Zusatzbelastung (Variante 2)

Die Berechnungsergebnisse in Tabelle 11 zeigen, dass sich gemäß TA Lärm Nr. 2.2 alle betrachteten Immissionspunkte während der Tageszeit (Sonntag) außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten WEA liegen.

Während der Nachtzeit ist die Zusatzbelastung an den Immissionspunkten IP 03 und IP 04 „nicht relevant“ im Sinne der TA-Lärm³⁾. Alle weiteren Immissionspunkte befinden sich nicht im Einwirkungsbereich der hier zu beurteilenden WEA. Auf die Ermittlung der Gesamtbelastung kann hier somit verzichtet werden.

10.2.2 Berechnungsergebnisse Vorbelastung Jülich-Bourheim

In der nachfolgenden Tabelle werden die Teil-Beurteilungspegel (gerundet) der Vorbelastung für die Tages- und Nachtzeit aufgelistet:

Immissionspunkt	IRW - Tag [dB(A)]	Teil-Beurteilungspegel Sonntag [dB(A)]	IRW - Nacht [dB(A)]	Teil-Beurteilungspegel Nacht [dB(A)]
IP 01 Ostring 27	55	40	40	31
IP 02 Ostring 22	55	40	40	31
IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord	55	41	40	32
IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd	55	37	40	29
IP 05 Zur Fuchskaul 44	60	41	45	37
IP 06 Am Ehrenmal 25	55	44	40	36
IP 07 Lohbergerweg 9	55	41	40	34

Tabelle 12: Teil-Beurteilungspegel Vorbelastung WEA Jülich-Bourheim (Variante 2)

Die Berechnungsergebnisse in Tabelle 12 zeigen, dass der zulässige Immissionsrichtwert während der Tageszeit an allen betrachteten Immissionspunkten um mindestens 10 dB unterschritten wird. Alle Immissionspunkte befinden sich somit gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 außerhalb des Einwirkungsbereichs dieses Windparks. Während der Nachtzeit gilt dies auch für den Immissionspunkte IP 04.

10.2.3 Berechnungsergebnisse Vorbelastung Eschweiler-Fronhoven

In der nachfolgenden Tabelle werden die Teil-Beurteilungspegel (gerundet) der Vorbelastung für die Tages- und Nachtzeit aufgelistet:

Immissionspunkt	IRW - Tag [dB(A)]	Teil-Beurteilungspegel Sonntag [dB(A)]	IRW - Nacht [dB(A)]	Teil-Beurteilungspegel Nacht [dB(A)]
IP 01 Ostring 27	55	39	40	33
IP 02 Ostring 22	55	39	40	33
IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord	55	41	40	34
IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd	55	45	40	38
IP 05 Zur Fuchskaul 44	60	31	45	29
IP 06 Am Ehrenmal 25	55	34	40	28
IP 07 Lohbergerweg 9	55	32	40	26

Tabelle 13: Teil-Beurteilungspegel Vorbelastung Eschweiler-Fronhoven

Die Berechnungsergebnisse in Tabelle 13 zeigen, dass der jeweils zulässige Immissionsrichtwert während der Tageszeit an allen betrachteten Immissionspunkten um mindestens 10 dB unterschritten wird. Dies trifft für die IP 05 bis IP 07 auch während der Nachtzeit zu.

Während der Nachtzeit ist die Zusatzbelastung an den Immissionspunkten IP 01, IP 02 und IP 03 „nicht relevant“ im Sinne der TA-Lärm^{3.)}.

10.2.4 Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung

Aus der Beurteilung der Berechnungsergebnisse der Abschnitte 10.2.1, 10.2.2 und 10.2.3 zeigt sich, dass eine weitergehend schalltechnische Beurteilung für die Tageszeit nicht notwendig ist.

In der nachfolgenden Tabelle werden für die Nachtzeit die Teil-Beurteilungspegel L_{ri} der Vor- und Zusatzbelastung und die sich daraus ergebende Gesamtbelastung L_r (gerundet) aufgelistet:

Immissionspunkt	IRW - Nacht [dB(A)]	L_{ri} Aldenhoven -Pattern V2 [dB(A)]	L_{ri} Eschweiler-Fronhoven [dB(A)]	L_{ri} Jülich-Bourheim V2 [dB(A)]	L_{ri} Industrie- und Gewerbe [dB(A)]	L_r [dB(A)]
IP 01 Ostring 27	40	30,0	32,9	31,2	< 39	< 41
IP 02 Ostring 22	40	29,5	32,6	30,9	40	41
IP 03 Erweiterung WA-Fläche Nord	40	31,4	34,0	31,6	< 38	< 41
IP 04 Erweiterung WA-Fläche Süd	40	32,7	38,2	28,5	-	40

Tabelle 14: Teil- und Gesamtbeurteilungspegel Nacht (Variante 2)

Beurteilung für IP 01:

Der von den geplanten WEA bewirkte Schallimmissionsanteil ist als „nicht relevant“ im Sinne der TA-Lärm^{3.)} (Nr. 3.2.1, Absatz 2) einzustufen. Die Gesamtbelastung überschreitet den zulässigen Immissionsrichtwert um maximal 1 dB. Dies ist im Sinne der TA-Lärm^{3.)} (Nr. 3.2.1, Absatz 3) zulässig.

Beurteilung für IP 02:

Der von den geplanten WEA bewirkte Schallimmissionsanteil ist als „nicht relevant“ im Sinne der TA-Lärm^{3.)} (Nr. 3.2.1, Absatz 2) einzustufen bzw. der Immissionspunkt befindet sich sogar außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten WEA. Die Gesamtbelastung überschreitet den zulässigen Immissionsrichtwert um maximal 1 dB. Dies ist im Sinne der TA-Lärm^{3.)} (Nr. 3.2.1, Absatz 3) zulässig.

Beurteilung für IP 03:

Die Gesamtbelastung überschreitet den zulässigen Immissionsrichtwert um maximal 1 dB. Dies ist im Sinne der TA-Lärm^{3.)} (Nr. 3.2.1, Absatz 3) zulässig.

Beurteilung für IP 04:

Der zulässige Immissionsrichtwert wird durch die Gesamtbelastung ausgeschöpft.

Aus Sicht des Schallimmissionsschutzes bestehen unserer Auffassung nach unter den dargestellten Bedingungen keine Bedenken gegen die Errichtung und den uneingeschränkten Betrieb der geplanten Windenergieanlagen während der Tageszeit bzw. den eingeschränkten Betrieb (Variante 2) während der Nachtzeit.

Anmerkung:

Die dargestellten Ergebnisse und Beurteilungen gelten nur für die hier betrachteten Konfigurationen. Sollten sich Änderungen hinsichtlich der zu berücksichtigenden Vorbelastung bzw. den zu beurteilenden Immissionspunkten ergeben, sind die ermittelten Ergebnisse nicht mehr gültig und es sind neue Berechnungen notwendig.

11. Zusammenfassung

Am Standort Aldenhoven-Pattern ist die Errichtung und der Betrieb von drei Windenergieanlagen vom Anlagentyp GE 5.5-158 mit einer Nabenhöhe von 120,9 m und einer Nennleistung von jeweils 5.500 kW geplant.

Es sollen hierbei zwei unterschiedliche Varianten betrachtet werden:

Variante 1: die benachbarten WEA am Standort Jülich-Bourheim werden mit ihrem genehmigten Zustand berücksichtigt

Variante 2: Schalltechnische Optimierung für die WEA an den Standorten Aldenhoven-Pattern unter Berücksichtigung von weiteren Reduzierungen der WEA 04 und WEA 05 am Standort Jülich-Bourheim

Als schalltechnische Vorbelastung waren im vorliegenden Fall insgesamt 13 weitere Windenergieanlagen sowie Industrie- und Gewerbeflächen (vgl. Abschnitte 8 und 10) zu berücksichtigen.

Für die geplanten Windenergieanlagen wurde für die Tageszeit der uneingeschränkte Betrieb berücksichtigt. Während der Nachtzeit können die geplanten WEA aufgrund der Vorbelastung nur in Variante 2 teilweise schallreduziert betrieben werden. Ein Nachtbetrieb ist in Variante 1 nicht möglich. Die für die Berechnungen verwendeten Betriebsmodi sind in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengefasst:

Windenergieanlage	Tag (06.00 - 22.00 Uhr)			Nacht (22.00 - 06.00 Uhr)		
	Betriebsmode	Leistung [kW]	L _{WA,90} * [dB(A)]	Betriebsmode	Leistung [kW]	L _{WA,90} * [dB(A)]
Variante 1:						
WEA 01 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabstaltung		
WEA 02 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabstaltung		
WEA 03 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabstaltung		
Variante 2:						
WEA 01 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	NRO 99.0	3.517	101,1
WEA 02 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	NRO 100.0	4.090	102,1
WEA 03 GE 5.5-158 (juwi)	NO 106.0	5.500	108,1	Nachtabstaltung		

Tabelle 15: Betriebsmodi und Schallleistungspegel der geplanten WEA

* Schallleistungspegel inkl. Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich (vgl. Abschnitt 6.1).

Alle weiteren für die hier zu beurteilenden Windenergieanlagen relevanten Daten sind den Abschnitten 6 und 7 zu entnehmen.

Unter Berücksichtigung der o.g. Betriebsmodi wurde für insgesamt sieben Immissionspunkte die durch die geplanten Windenergieanlagen bewirkte Zusatzbelastung prognostiziert. Mit der ebenfalls rechnerisch ermittelten Vorbelastung wurde die Gesamtbelastung bestimmt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass während sich während der Tageszeit (Sonntag) alle betrachteten Immissionspunkte außerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten WEA befinden.

Wie die Berechnungsergebnisse für die Nachtzeit (Variante 2) zeigen, wird der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionspunkt IP 04 ausgeschöpft. An den Immissionspunkten IP 01 bis IP 03 ist der durch die Zusatzbelastung bewirkte Schallimmissionsanteil als „nicht relevant“ im Sinne der TA-Lärm (Nr. 3.2.1, Absatz 2) einzustufen. Die Gesamtbelastung überschreitet den zulässigen Immissionsrichtwert um maximal 1 dB. Dies ist im Sinne der TA-Lärm (Nr. 3.2.1, Absatz 3) zulässig.

Aus Sicht des Schallimmissionsschutzes bestehen unserer Auffassung nach unter den dargestellten Bedingungen keine Bedenken gegen die Errichtung und den uneingeschränkten Betrieb der geplanten Windenergieanlagen während der Tageszeit bzw. den eingeschränkten Betrieb (Variante 2) während der Nachtzeit.

Alle Berechnungsergebnisse und Beurteilungen gelten nur für die gewählte Konfiguration. Dieses Gutachten (Textteil und Anhang) darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden.

Aurich, 01.03.2021

Bericht verfasst durch



Tanja Nowak (Dipl.-Ing.(FH))
(Projektbearbeiterin Schallschutz)

Geprüft und freigegeben durch



Volker Gemmel (Dipl.-Ing.(FH))
(Technischer Leiter Schallschutz)

Anhang

Übersichtskarte

- Windenergieanlagen und Immissionspunkte (1 Seite)

Datensatz (9 Seiten)

Berechnungsergebnisse

- Zusammenfassung (1 Seite)

Schalltechnische Daten GE 5.5-158

- Herstellerangabe, Schalleistung - Normalbetrieb und schallreduzierter Betrieb, Dokument-Nr. 0080061 Rev. 01 vom 05.02.2020 (23 Seiten)
- Herstellerangabe, Schalleistung - Schallreduzierter Betrieb, Rev. 03 vom 2020 (12 Seiten)

Literaturverzeichnis (3 Seiten)



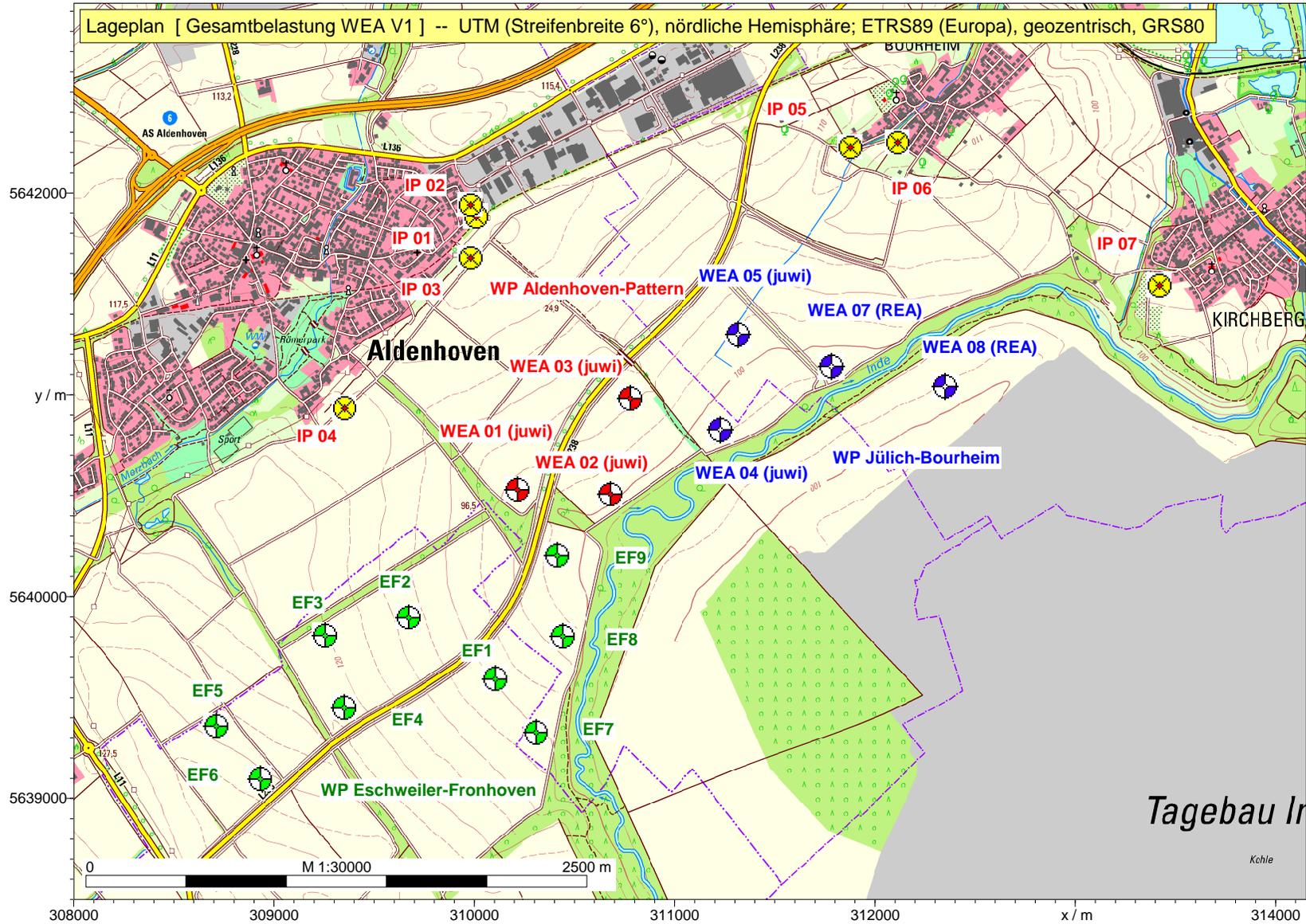
Übersichtskarte

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Standort: Aldenhoven-Pattern Übersichtskarte: Windenergieanlagen und Immissionspunkte



Lageplan [Gesamtbelastung WEA V1] -- UTM (Streifenbreite 6°), nördliche Hemisphäre; ETRS89 (Europa), geozentrisch, GRS80





Datensatz

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Globale Parameter	Referenzeinstellung
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen	0,00
Temperatur /°	10
relative Feuchte /%	70
Mit-Wind Wetterlage	Ja

Emissionsspektren (Interne Datenbank)													
Name	Σ dB(A)	Typ		16 Hz	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
GE 5.3-158_NO_106,0_HS	106,0	A	dB(A)	64,5	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0
GE 5.3-158_NRO_103,0_HS	103,0	A	dB(A)	61,3	74,8	84,0	90,2	95,2	97,3	97,8	95,1	88,4	73,8
GE 5.3-158_NRO_102,0_HS	102,0	A	dB(A)	60,5	74,0	83,2	89,6	94,5	96,3	96,6	94,0	87,6	73,1
GE 5.3-158_NRO_98,0_HS	98,0	A	dB(A)	57,2	70,6	80,0	87,5	92,0	91,9	91,2	89,4	84,9	70,3
3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.	104,2	A	dB(A)		75,2	86,4	92,6	97,2	98,9	98,5	94,8	89,2	78,6
3.2M114_Offen_123m_104,2_Herst.	104,2	A	dB(A)		74,5	86,2	92,6	97,3	99,0	98,4	94,5	88,7	77,5
3.2M114_98,5_143m_Herst.	98,5	A	dB(A)		69,5	80,7	86,9	91,5	93,2	92,8	89,1	83,5	72,9
3.2M114_98,5_123m_Herst.	99,5	A	dB(A)		68,8	80,5	86,9	91,6	93,3	92,7	88,8	83,0	71,8
GE 5.5-158_NO_106,0_HS	106,0	A	dB(A)	64,5	78,0	87,2	92,6	97,2	99,7	101,3	99,1	91,7	76,0
GE 5.5-158_NRO_103,0_HS	103,0	A	dB(A)	61,3	74,8	84,0	90,2	95,2	97,3	97,8	95,1	88,4	73,8
GE 5.5-158_NRO_102,0_HS	102,0	A	dB(A)	60,5	74,0	83,2	89,6	94,5	96,3	96,6	94,0	87,6	73,1
GE 5.5-158_NRO_101,0_HS	101,0	A	dB(A)	59,6	73,1	82,2	89,0	93,9	95,4	95,2	92,7	86,9	72,5
GE 5.5-158_NRO_100,0_HS	100,0	A	dB(A)	58,9	72,3	81,6	88,4	93,1	94,3	94,0	91,7	86,2	71,8
GE 5.5-158_NRO_99,0_HS	99,0	A	dB(A)	58,1	71,6	81,3	88,5	92,8	93,0	92,4	90,4	85,5	71,1
GE 5.5-158_NRO_98,0_HS	98,0	A	dB(A)	57,2	70,6	80,0	87,5	92,0	91,9	91,2	89,4	84,9	70,3

Beurteilungszeiträume			
T1	Werktag (6h-22h)		
T2	Sonntag (6h-22h)		
T3	Nacht (22h-6h)		

Immissionspunkt (7)							Basislastfall	
Bezeichnung	Gruppe	Richtwerte /dB(A)	Nutzung	T1	T2	T3		
		Geometrie: x /m	y /m	z(abs) /m		z(rel) /m		
IPkt001	IP 01 Ostring 27	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Allg. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00	
		Geometrie:	310006,00	5641885,00	123,30		5,00	
IPkt002	IP 02 Ostring 22	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Allg. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00	
		Geometrie:	309977,00	5641943,00	123,60		5,00	
IPkt003	IP 03 Erw. WA-FI. Nord	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Allg. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00	
		Geometrie:	309977,00	5641682,00	123,50		5,00	
IPkt004	IP 04 Erw. WA-FI. Süd	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Allg. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00	
		Geometrie:	309348,00	5640939,00	121,31		5,00	
IPkt005	IP 05 Zur Fuchskaul 44	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Kern/Dorf/Misch	60,00	60,00	45,00	
		Geometrie:	311874,00	5642229,00	107,10		5,00	
IPkt006	IP 06 Am Ehrenmal 25	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Allg. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00	
		Geometrie:	312109,00	5642254,00	114,20		5,00	
IPkt007	IP 07 Lohbergerweg 9	Immissionspunkte	Richtwerte /dB(A)	Allg. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00	
		Geometrie:	313418,00	5641543,00	113,40		5,00	

Windenergieanlage (25)													Basislastfall
WEAI001	Bezeichnung	WEA 01 GE5.5-158 (juwi)						Wirkradius /m				99999,00	
	Gruppe	WP Aldenhoven-Pattern V1						Lw (Tag) /dB(A)				108,13	
	Knotenzahl	1						Lw (Nacht) /dB(A)				-	
	Länge /m	---						Lw (Ruhe) /dB(A)				108,13	
	Länge /m (2D)	---						D0				0,00	
	Fläche /m²	---						Berechnungsgrundlage				ISO 9613-2 / Interimsverfahren	
								Unsicherheiten aktiviert				Nein	
								Hohe Quelle				Ja	
								Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)	
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
	Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Nacht	Emission /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Zuschlag /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Lw /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel		Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag		Extra-Zuschlag			
	TA Lärm (1998)	-	0,0		0,0		0,0		-				
	Geometrie		Nr	x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m			
				310210,00		5640532,00		225,90		120,90			
WEAI002	Bezeichnung	WEA 02 GE5.5-158 (juwi)						Wirkradius /m				99999,00	
	Gruppe	WP Aldenhoven-Pattern V1						Lw (Tag) /dB(A)				108,13	
	Knotenzahl	1						Lw (Nacht) /dB(A)				-	
	Länge /m	---						Lw (Ruhe) /dB(A)				108,13	
	Länge /m (2D)	---						D0				0,00	
	Fläche /m²	---						Berechnungsgrundlage				ISO 9613-2 / Interimsverfahren	
								Unsicherheiten aktiviert				Nein	
								Hohe Quelle				Ja	
								Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)	
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
	Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Nacht	Emission /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Zuschlag /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Lw /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel		Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag		Extra-Zuschlag			
	TA Lärm (1998)	-	0,0		0,0		0,0		-				
	Geometrie		Nr	x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m			
				310675,00		5640511,00		221,50		120,90			
WEAI003	Bezeichnung	WEA 03 GE5.5-158 (juwi)						Wirkradius /m				99999,00	
	Gruppe	WP Aldenhoven-Pattern V1						Lw (Tag) /dB(A)				108,13	
	Knotenzahl	1						Lw (Nacht) /dB(A)				-	
	Länge /m	---						Lw (Ruhe) /dB(A)				108,13	
	Länge /m (2D)	---						D0				0,00	
	Fläche /m²	---						Berechnungsgrundlage				ISO 9613-2 / Interimsverfahren	
								Unsicherheiten aktiviert				Nein	
								Hohe Quelle				Ja	
								Emission ist				Schalleistungspegel (Lw)	
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
	Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Nacht	Emission /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Zuschlag /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Lw /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel		Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag		Extra-Zuschlag			
	TA Lärm (1998)	-	0,0		0,0		0,0		-				

Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m						
		Geometrie:		310773,00	5640984,00	226,90	120,90					
WEAI005	Bezeichnung	WEA 04 GE5.3-158 (juwi)		Wirkradius /m		99999,00						
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V1		Lw (Tag) /dB(A)		108,13						
	Knotenzahl	1		Lw (Nacht) /dB(A)		105,11						
	Länge /m	---		Lw (Ruhe) /dB(A)		108,13						
	Länge /m (2D)	---		D0		0,00						
	Fläche /m²	---		Berechnungsgrundlage		ISO 9613-2 / Interimsverfahren						
				Unsicherheiten aktiviert		Nein						
				Hohe Quelle		Ja						
				Emission ist		Schallleistungspegel (Lw)						
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Nacht	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NRO_103,0_HS										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	105,1	63,4	76,9	86,1	92,3	97,3	99,4	99,9	97,2	90,5	75,9
Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag		Extra-Zuschlag			
TA Lärm (1998)		-	0,0		0,0		0,0		-			
Geometrie		Nr		x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m					
		Geometrie:		311226,00	5640826,00	218,80	120,90					
WEAI006	Bezeichnung	WEA 05 GE5.3-158 (juwi)		Wirkradius /m		99999,00						
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V1		Lw (Tag) /dB(A)		108,13						
	Knotenzahl	1		Lw (Nacht) /dB(A)		104,12						
	Länge /m	---		Lw (Ruhe) /dB(A)		108,13						
	Länge /m (2D)	---		D0		0,00						
	Fläche /m²	---		Berechnungsgrundlage		ISO 9613-2 / Interimsverfahren						
				Unsicherheiten aktiviert		Nein						
				Hohe Quelle		Ja						
				Emission ist		Schallleistungspegel (Lw)						
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Nacht	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NRO_102,0_HS										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	104,1	62,6	76,1	85,3	91,7	96,6	98,4	98,7	96,1	89,7	75,2
Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag		Extra-Zuschlag			
TA Lärm (1998)		-	0,0		0,0		0,0		-			
Geometrie		Nr		x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m					
		Geometrie:		311317,00	5641299,00	222,86	120,90					
WEAI007	Bezeichnung	WEA 07 GE5.5-158 (REA)		Wirkradius /m		99999,00						
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V1		Lw (Tag) /dB(A)		108,13						
	Knotenzahl	1		Lw (Nacht) /dB(A)		105,11						
	Länge /m	---		Lw (Ruhe) /dB(A)		108,13						
	Länge /m (2D)	---		D0		0,00						
	Fläche /m²	---		Berechnungsgrundlage		ISO 9613-2 / Interimsverfahren						
				Unsicherheiten aktiviert		Nein						
				Hohe Quelle		Ja						
				Emission ist		Schallleistungspegel (Lw)						
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Nacht	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NRO_103,0_HS										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	105,1	63,4	76,9	86,1	92,3	97,3	99,4	99,9	97,2	90,5	75,9
Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag		Extra-Zuschlag			

	TA Lärm (1998)	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0					
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m						
		Geometrie:		311782,00	5641140,00	218,99	120,90						
WEAI008	Bezeichnung	WEA 08 GE5.5-158 (REA)			Wirkradius /m			99999,00					
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V1			Lw (Tag) /dB(A)			108,13					
	Knotenzahl	1			Lw (Nacht) /dB(A)			105,11					
	Länge /m	---			Lw (Ruhe) /dB(A)			108,13					
	Länge /m (2D)	---			D0			0,00					
	Fläche /m²	---			Berechnungsgrundlage			ISO 9613-2 / Interimsverfahren					
					Unsicherheiten aktiviert			Nein					
					Hohe Quelle			Ja					
					Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)					
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Nacht	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NRO_103,0_HS										
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	105,1	63,4	76,9	86,1	92,3	97,3	99,4	99,9	97,2	90,5	75,9
	Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag				Extra-Zuschlag				
	TA Lärm (1998)	-	0,0	0,0	0,0				0,0				
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m						
		Geometrie:		312349,00	5641041,00	218,38	120,90						
WEAI009	Bezeichnung	WEA 01 GE5.5-158 (juwi)			Wirkradius /m			99999,00					
	Gruppe	WP Aldenhoven-Pattern V2			Lw (Tag) /dB(A)			108,13					
	Knotenzahl	1			Lw (Nacht) /dB(A)			101,11					
	Länge /m	---			Lw (Ruhe) /dB(A)			108,13					
	Länge /m (2D)	---			D0			0,00					
	Fläche /m²	---			Berechnungsgrundlage			ISO 9613-2 / Interimsverfahren					
					Unsicherheiten aktiviert			Nein					
					Hohe Quelle			Ja					
					Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)					
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Nacht	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NRO_99,0_HS										
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	101,1	60,2	73,7	83,4	90,6	94,9	95,1	94,5	92,5	87,6	73,2
	Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag				Extra-Zuschlag				
	TA Lärm (1998)	-	0,0	0,0	0,0				0,0				
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m						
		Geometrie:		310210,00	5640532,00	225,90	120,90						
WEAI010	Bezeichnung	WEA 02 GE5.5-158 (juwi)			Wirkradius /m			99999,00					
	Gruppe	WP Aldenhoven-Pattern V2			Lw (Tag) /dB(A)			108,13					
	Knotenzahl	1			Lw (Nacht) /dB(A)			102,10					
	Länge /m	---			Lw (Ruhe) /dB(A)			108,13					
	Länge /m (2D)	---			D0			0,00					
	Fläche /m²	---			Berechnungsgrundlage			ISO 9613-2 / Interimsverfahren					
					Unsicherheiten aktiviert			Nein					
					Hohe Quelle			Ja					
					Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)					
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
	Nacht	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NRO_100,0_HS										
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	102,1	61,0	74,4	83,7	90,5	95,2	96,4	96,1	93,8	88,3	73,9
	Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1

Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag							Extra-Zuschlag
TA Lärm (1998)		-	0,0	0,0	0,0							0,0
Geometrie		Nr		x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m			
		Geometrie:		310675,00	5640511,00	221,50			120,90			
WEAI011	Bezeichnung	WEA 03 GE5.5-158 (juwi)			Wirkradius /m						99999,00	
	Gruppe	WP Aldenhoven-Pattern V2			Lw (Tag) /dB(A)						108,13	
	Knotenzahl	1			Lw (Nacht) /dB(A)						-	
	Länge /m	---			Lw (Ruhe) /dB(A)						108,13	
	Länge /m (2D)	---			D0						0,00	
	Fläche /m²	---			Berechnungsgrundlage						ISO 9613-2 / Interimsverfahren	
		Unsicherheiten aktiviert						Nein				
		Hohe Quelle						Ja				
		Emission ist						Schalleistungspegel (Lw)				
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Nacht	Emission /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zuschlag /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lw /dB (A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag							Extra-Zuschlag
TA Lärm (1998)		-	0,0	0,0	0,0							0,0
Geometrie		Nr		x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m			
		Geometrie:		310773,00	5640984,00	226,90			120,90			
WEAI013	Bezeichnung	WEA 04 GE5.3-158 (juwi)			Wirkradius /m						99999,00	
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V2			Lw (Tag) /dB(A)						108,13	
	Knotenzahl	1			Lw (Nacht) /dB(A)						100,11	
	Länge /m	---			Lw (Ruhe) /dB(A)						108,13	
	Länge /m (2D)	---			D0						0,00	
	Fläche /m²	---			Berechnungsgrundlage						ISO 9613-2 / Interimsverfahren	
		Unsicherheiten aktiviert						Nein				
		Hohe Quelle						Ja				
		Emission ist						Schalleistungspegel (Lw)				
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Nacht	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NRO_98,0_HS										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	100,1	59,3	72,7	82,1	89,6	94,1	94,0	93,3	91,5	87,0	72,4
Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag							Extra-Zuschlag
TA Lärm (1998)		-	0,0	0,0	0,0							0,0
Geometrie		Nr		x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m			
		Geometrie:		311226,00	5640826,00	218,80			120,90			
WEAI014	Bezeichnung	WEA 05 GE5.3-158 (juwi)			Wirkradius /m						99999,00	
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V2			Lw (Tag) /dB(A)						108,13	
	Knotenzahl	1			Lw (Nacht) /dB(A)						100,11	
	Länge /m	---			Lw (Ruhe) /dB(A)						108,13	
	Länge /m (2D)	---			D0						0,00	
	Fläche /m²	---			Berechnungsgrundlage						ISO 9613-2 / Interimsverfahren	
		Unsicherheiten aktiviert						Nein				
		Hohe Quelle						Ja				
		Emission ist						Schalleistungspegel (Lw)				
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1
Nacht	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NRO_98,0_HS										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	100,1	59,3	72,7	82,1	89,6	94,1	94,0	93,3	91,5	87,0	72,4
Ruhe	Emission	Referenz: GE 5.3-158_NO_106,0_HS										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1

		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1		
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag			Ton-Zuschlag			Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag			
TA Lärm (1998)		-	0,0			0,0			0,0			0,0			
Geometrie			Nr			x/m			y/m			z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:			311317,00			5641299,00			222,86		120,90		
WEAI026	Bezeichnung	WEA 07 GE5.5-158 (REA)					Wirkradius /m					99999,00			
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V2					Lw (Tag) /dB(A)					108,13			
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					105,11			
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					108,13			
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00			
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren			
							Unsicherheiten aktiviert					Nein			
							Hohe Quelle					Ja			
							Emission ist					Schalleistungspegel (Lw)			
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz			
	Tag	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS													
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1		
	Nacht	Referenz: GE 5.5-158_NRO_103,0_HS													
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	105,1	63,4	76,9	86,1	92,3	97,3	99,4	99,9	97,2	90,5	75,9		
	Ruhe	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS													
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1		
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag			Ton-Zuschlag			Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag			
TA Lärm (1998)		-	0,0			0,0			0,0			0,0			
Geometrie			Nr			x/m			y/m			z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:			311782,00			5641140,00			218,99		120,90		
WEAI027	Bezeichnung	WEA 08 GE5.5-158 (REA)					Wirkradius /m					99999,00			
	Gruppe	WP Jülich-Bourheim V2					Lw (Tag) /dB(A)					108,13			
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					105,11			
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					108,13			
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00			
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren			
							Unsicherheiten aktiviert					Nein			
							Hohe Quelle					Ja			
							Emission ist					Schalleistungspegel (Lw)			
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz			
	Tag	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS													
	Tag	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1		
	Nacht	Referenz: GE 5.5-158_NRO_103,0_HS													
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	105,1	63,4	76,9	86,1	92,3	97,3	99,4	99,9	97,2	90,5	75,9		
	Ruhe	Referenz: GE 5.5-158_NO_106,0_HS													
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	108,1	66,6	80,1	89,3	94,7	99,3	101,8	103,4	101,2	93,8	78,1		
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag			Ton-Zuschlag			Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag			
TA Lärm (1998)		-	0,0			0,0			0,0			0,0			
Geometrie			Nr			x/m			y/m			z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Geometrie:			312349,00			5641041,00			218,38		120,90		
WEAI017	Bezeichnung	EF1 3.2M114					Wirkradius /m					99999,00			
	Gruppe	WP Eschweiler-Frohnhoven					Lw (Tag) /dB(A)					106,00			
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					106,00			
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					106,00			
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00			
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren			
							Unsicherheiten aktiviert					Nein			
							Hohe Quelle					Ja			
							Emission ist					Schalleistungspegel (Lw)			
	Emiss.-Variante	Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz			
	Tag	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.													
	Tag	Zuschlag /dB (A)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4		
	Nacht	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.													
	Nacht	Zuschlag /dB (A)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4		
	Ruhe	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.													

	Ruhe	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.											
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4	
	Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag			Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag		
	TA Lärm (1998)		-	0,0			0,0		0,0			-		
	Geometrie			Nr		x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m		
			Geometrie:		309345,00		5639454,00		264,50		143,00			
WEAI021	Bezeichnung	EF5 3.2M114					Wirkradius /m					99999,00		
	Gruppe	WP Eschweiler-Frohnhoven					Lw (Tag) /dB(A)					105,97		
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					105,97		
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					105,97		
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00		
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren		
								Unsicherheiten aktiviert					Nein	
								Hohe Quelle					Ja	
								Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)	
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_123m_104,2_Herst.											
	Tag	Zuschlag /dB		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB	119,3	-	115,7	114,2	110,5	107,7	104,0	100,2	95,1	89,5	80,4	
	Nacht	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_123m_104,2_Herst.											
	Nacht	Zuschlag /dB		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB	119,3	-	115,7	114,2	110,5	107,7	104,0	100,2	95,1	89,5	80,4	
	Ruhe	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_123m_104,2_Herst.											
	Ruhe	Zuschlag /dB		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB	119,3	-	115,7	114,2	110,5	107,7	104,0	100,2	95,1	89,5	80,4	
	Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag			Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag		
	TA Lärm (1998)		-	0,0			0,0		0,0			-		
	Geometrie			Nr		x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m		
			Geometrie:		308707,00		5639363,00		252,10		123,00			
WEAI022	Bezeichnung	EF6 3.2M114					Wirkradius /m					99999,00		
	Gruppe	WP Eschweiler-Frohnhoven					Lw (Tag) /dB(A)					105,97		
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					101,56		
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					105,97		
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00		
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren		
								Unsicherheiten aktiviert					Nein	
								Hohe Quelle					Ja	
								Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)	
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_123m_104,2_Herst.											
	Tag	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB (A)	106,0	-	76,3	88,0	94,4	99,1	100,8	100,2	96,3	90,5	79,3	
	Nacht	Emission	Referenz: 3.2M114_98,5_123m_Herst.											
	Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
		Lw /dB (A)	101,6	-	70,9	82,6	89,0	93,7	95,4	94,8	90,9	95,1	73,9	
	Ruhe	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_123m_104,2_Herst.											
	Ruhe	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB (A)	106,0	-	76,3	88,0	94,4	99,1	100,8	100,2	96,3	90,5	79,3	
	Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag			Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag		
	TA Lärm (1998)		-	0,0			0,0		0,0			-		
	Geometrie			Nr		x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m		
			Geometrie:		308927,00		5639100,00		253,80		123,00			
WEAI023	Bezeichnung	EF7 3.2M114					Wirkradius /m					99999,00		
	Gruppe	WP Eschweiler-Frohnhoven					Lw (Tag) /dB(A)					106,00		
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					106,00		
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					106,00		
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00		
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren		
								Unsicherheiten aktiviert					Nein	
								Hohe Quelle					Ja	
								Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)	
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
	Tag	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.											
	Tag	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
		Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4	
	Nacht	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.											
	Nacht	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	

	Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4
Ruhe	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag		
TA Lärm (1998)			0,0		0,0		0,0			-		
Geometrie		Nr		x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m		
		Geometrie:		310304,00		5639330,00		253,50		143,00		
WEAI024	Bezeichnung	EF8 3.2M114					Wirkradius /m					99999,00
	Gruppe	WP Eschweiler-Frohnhoven					Lw (Tag) /dB(A)					106,00
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					100,60
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					106,00
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren
							Unsicherheiten aktiviert					Nein
							Hohe Quelle					Ja
							Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.										
Tag	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4
Nacht	Emission	Referenz: 3.2M114_98,5_143m_Herst.										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	100,6	-	71,6	82,8	89,0	93,6	95,3	94,9	91,2	85,6	75,0
Ruhe	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag		
TA Lärm (1998)			0,0		0,0		0,0			-		
Geometrie		Nr		x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m		
		Geometrie:		310436,00		5639806,00		246,90		143,00		
WEAI025	Bezeichnung	EF9 3.2M114					Wirkradius /m					99999,00
	Gruppe	WP Eschweiler-Frohnhoven					Lw (Tag) /dB(A)					106,00
	Knotenzahl	1					Lw (Nacht) /dB(A)					100,60
	Länge /m	---					Lw (Ruhe) /dB(A)					106,00
	Länge /m (2D)	---					D0					0,00
	Fläche /m²	---					Berechnungsgrundlage					ISO 9613-2 / Interimsverfahren
							Unsicherheiten aktiviert					Nein
							Hohe Quelle					Ja
							Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tag	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.										
Tag	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4
Nacht	Emission	Referenz: 3.2M114_98,5_143m_Herst.										
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	Lw /dB (A)	100,6	-	71,6	82,8	89,0	93,6	95,3	94,9	91,2	85,6	75,0
Ruhe	Emission	Referenz: 3.2M114_Offen_143m_104,2_Herst.										
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Lw /dB (A)	106,0	-	77,0	88,2	94,4	99,0	100,7	100,3	96,6	91,0	80,4
Beurteilungsvorschrift		Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag		Ton-Zuschlag		Info.-Zuschlag			Extra-Zuschlag		
TA Lärm (1998)			0,0		0,0		0,0			-		
Geometrie		Nr		x/m		y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m		
		Geometrie:		310410,00		5640206,00		244,70		143,00		



Berechnungsergebnisse

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Kurze Liste		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
WEA Eschweiler-Fronhoven		Einstellung: Referenzeinstellung					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	IP 01 Ostring 27	55,0	37,7	55,0	39,4	40,0	32,9
IPkt002	IP 02 Ostring 22	55,0	37,4	55,0	39,1	40,0	32,6
IPkt003	IP 03 Erw. WA-Fl. Nord	55,0	38,8	55,0	40,5	40,0	34,0
IPkt004	IP 04 Erw. WA-Fl. Süd	55,0	43,1	55,0	44,8	40,0	38,2
IPkt005	IP 05 Zur Fuchskaul 44	60,0	31,2	60,0	31,2	45,0	28,5
IPkt006	IP 06 Am Ehrenmal 25	55,0	32,5	55,0	34,2	40,0	27,9
IPkt007	IP 07 Lohbergerweg 9	55,0	30,3	55,0	32,0	40,0	25,9

Kurze Liste		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
WEA Aldenhoven-Pattern V1		Einstellung: Referenzeinstellung					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	IP 01 Ostring 27	55,0	40,3	55,0	42,0	40,0	
IPkt002	IP 02 Ostring 22	55,0	39,7	55,0	41,4	40,0	
IPkt003	IP 03 Erw. WA-Fl. Nord	55,0	41,7	55,0	43,4	40,0	
IPkt004	IP 04 Erw. WA-Fl. Süd	55,0	41,7	55,0	43,4	40,0	
IPkt005	IP 05 Zur Fuchskaul 44	60,0	33,8	60,0	33,8	45,0	
IPkt006	IP 06 Am Ehrenmal 25	55,0	34,6	55,0	36,3	40,0	
IPkt007	IP 07 Lohbergerweg 9	55,0	30,5	55,0	32,2	40,0	

Kurze Liste		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
WEA Jülich-Bourheim V2		Einstellung: Referenzeinstellung					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	IP 01 Ostring 27	55,0	38,4	55,0	40,1	40,0	31,2
IPkt002	IP 02 Ostring 22	55,0	38,1	55,0	39,8	40,0	30,9
IPkt003	IP 03 Erw. WA-Fl. Nord	55,0	38,9	55,0	40,6	40,0	31,6
IPkt004	IP 04 Erw. WA-Fl. Süd	55,0	35,5	55,0	37,2	40,0	28,5
IPkt005	IP 05 Zur Fuchskaul 44	60,0	40,7	60,0	40,7	45,0	36,5
IPkt006	IP 06 Am Ehrenmal 25	55,0	42,0	55,0	43,7	40,0	36,1
IPkt007	IP 07 Lohbergerweg 9	55,0	39,3	55,0	41,0	40,0	34,2

Kurze Liste		Punktberechnung					
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
WEA Aldenhoven-Pattern V2		Einstellung: Referenzeinstellung					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
IPkt001	IP 01 Ostring 27	55,0	40,3	55,0	42,0	40,0	30,0
IPkt002	IP 02 Ostring 22	55,0	39,7	55,0	41,4	40,0	29,5
IPkt003	IP 03 Erw. WA-Fl. Nord	55,0	41,7	55,0	43,4	40,0	31,4
IPkt004	IP 04 Erw. WA-Fl. Süd	55,0	41,7	55,0	43,4	40,0	32,7
IPkt005	IP 05 Zur Fuchskaul 44	60,0	33,8	60,0	33,8	45,0	25,1
IPkt006	IP 06 Am Ehrenmal 25	55,0	34,6	55,0	36,3	40,0	24,2
IPkt007	IP 07 Lohbergerweg 9	55,0	30,5	55,0	32,2	40,0	21,0



**Schalltechnische Daten
GE 5.5-158**

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

GE Renewable Energy

- Originaldokument -

Technische Dokumentation Windenergieanlagen 4.x/5.x-158 - 50 Hz



Schalleistung Normalbetrieb und Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW

Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

NO 104/106 und NRO 100-105

Geräuschreduzierende Blatthinterkanten
(Serrations):

Enthalten

Rev. 01 - DE

2020-02-05

Zum Öffnen eventueller Anhänge bitte auf das Büroklammer-Symbol (📎) klicken. Es wird bei Adobe Acrobat normalerweise links angezeigt.



imagination at work

GE Renewable Energy

Visit us at
www.gerenewableenergy.com

Urheber- und Verwertungsrechte

Dieses Dokument ist vertraulich zu behandeln. Es darf nur befugten Personen zugänglich gemacht werden. Eine Überlassung an Dritte darf nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Zustimmung der General Electric Company erfolgen.

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Die Weitergabe sowie die Vervielfältigung von Unterlagen, auch auszugsweise, sowie eine Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes sind nicht gestattet, es sei denn, dass eine ausdrückliche, vorherige und schriftliche Zustimmung der General Electric Company erteilt wurde. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2020 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und das GE-Monogramm sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken der General Electric Company.

Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf. Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.



imagination at work

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
1.1	Allgemein	5
1.2	Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option).....	6
2	Konfigurationsübersicht	6
3	Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit	7
4	Oktav- und Terz-Spektren.....	7
4.1	5.x-158 – 106.0 dB immissionsrelevanter Schalleistungspegel	8
4.2	5.x-158 – 105.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel	10
4.3	4.x/5.x-158 – 104.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	12
4.4	4.x/5.x-158 – 103.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	14
4.5	4.x/5.x-158 – 102.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	16
4.6	4.x/5.x-158 – 101.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	18
4.7	4.x/5.x-158 – 100.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	20
5	Unsicherheitsangaben.....	22
6	Tonalität.....	22
7	Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14	22
8	Referenzdokumente	23
	Anhang I - Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für alle Nabenhöhen	23

1 Einführung

1.1 Allgemein

Dieses Dokument beschreibt die Schallleistung der Windenergieanlagen 4.5/4.8/5.3 und 5.5-158 für den Normal- und schallreduzierten Betrieb und fasst den berechneten Schallleistungspegel $L_{WA,k}$, die berechneten Oktav- und Terz-Spektren, die Unsicherheitsangaben im Zusammenhang mit dem immissionsrelevanten Schallleistungspegel sowie die Tonalität zusammen.

Alle angegebenen Schallleistungspegel sind A-bewertet.

GE überprüft Spezifikationen kontinuierlich durch Messungen, einschließlich der von unabhängigen Instituten durchgeführten Messungen.

Mit Hilfe der Anlagensteuerung kann die Anlage ohne manuellen Eingriff in den schallreduzierten Betrieb "NRO" (Noise-Reduced Operation) schalten. Dabei handelt es sich um keinen zwingend vorgeschriebenen Betriebspunkt, sondern um einen Bereich unter dem "normalen" Nennbetrieb, der über Parameter definiert werden kann.

Die WEA kann über ihre Steuerung auf schallreduzierten Betrieb umgestellt werden, was normalerweise je nach Tageszeit erfolgt, d. h. die Anlage wird nachts schallreduziert und tagsüber im Normalbetrieb gefahren.

Das emittierte Geräusch wird überwiegend durch das aerodynamische Breitbandrauschen der Rotorblätter in direkter Abhängigkeit von der Umfangs- oder Rotorspitzen geschwindigkeit bestimmt.

Der Schallleistungspegel kann durch eine Reduzierung und Begrenzung der Rotordrehzahl, mit der auch eine Abnahme der Blattspitzengeschwindigkeit einher geht, gesenkt werden. Die Nennleistungsabgabe der WEA reduziert sich entsprechend. Hierzu werden ggf. auch Änderungen des bestehenden Blattregelungskonzepts erforderlich. Die NRO-Betriebsarten nutzen diese beiden Verfahren, um unter Einhaltung der Schallleistungsvorgaben eine optimale Energieausbeute zu erzielen.

Im oberen Windgeschwindigkeitsbereich ist aufgrund der Leistungsreduzierung von einer gewissen Minderung des Energieertrags der WEA auszugehen, die sich jedoch zugunsten ihres Schallleistungspegels auswirkt.

Die Parametereinstellungen der Steuerung bestimmen, welche maximale Geräuschemission die Anlage im Betrieb haben darf.

Da die WEA-Steuerung die Betriebsdaten ständig auf dem Anlagenrechner überwacht, besteht zu jeder Zeit die Möglichkeit, die Übereinstimmung zwischen Ist- und Soll-Betriebsart zu belegen. Dies kann zum Nachweis der Einhaltung eventueller Auflagen von Überwachungsbehörden nützlich sein.

Der schallreduzierte Betrieb (NRO) wird über eine plombierte Schaltuhr zeitgesteuert aktiviert. Die wichtigsten Daten sind:

P_Act 10 Minuten Mittelwert der elektrischen Wirkleistung

N_Rot 10 Minuten Mittelwert der Rotordrehzahl.

1.2 Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option)

In Gebieten mit Schallschutzbestimmungen ist es häufig erforderlich, den Betrieb der Windenergieanlage (WEA) an die Bestimmungen der Fernfeldbedingungen anzupassen. Daher bietet GE ein abgestimmtes Wind Farm Noise Management System an, welches größere Flexibilität und höhere Energieerträge bietet, als das bei herkömmlichen WEA-Steuerungen der Fall ist. Diese fortgeschrittene Methode ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung des Windpark-Betriebs an umweltbedingte Variablen, die die Schallemission des Windparks beeinflussen. Diese Variablen sind im Wesentlichen Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

Das Wind Farm Noise Management Paket enthält folgenden Service und folgende Hardware:

- Schallausbreitungsrechnungen und Optimierung des Windparkbetriebes
- Optimale WEA-Sollwerte für den gesamten Windpark als Funktion von Windgeschwindigkeit und Windsektor
- Installation und Inbetriebnahme der Wind Farm Noise Management Software.

2 Konfigurationsübersicht

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht der verfügbaren Kombinationen von immissionsrelevanten Schallleistungspegeln $L_{WA,k}$ und Anlagennennleistung.

Zu jeder Betriebsweise gehört ein immissionsrelevanter Schallleistungspegel, ein Rotordrehzahlsollwerte und in einigen Fällen mehrere verfügbare Nennleistungen. So wird beispielsweise der Normalbetrieb von 106 dB erreicht bei 9.7 Umdrehungen pro Minute und einer Nennleistung von 5300 kW oder 5500 kW. Für die Anlage mit 120.9 m Nabenhöhe sind die Betriebsarten NRO 104 und 105 dB nicht verfügbar.

Betriebsbezeichnung [dB]	Rotordrehzahl sollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]			
		101.0m Nabenhöhe	120.9m Nabenhöhe	150.0m Nabenhöhe	161.0m Nabenhöhe
NO 106.0	9.70	5300, 5500	5300, 5500	5300, 5500	5300, 5500
NRO 105.0	9.35	5300	N/A	5300	5300
NO/NRO 104.0	9.00	4800, 5100	N/A	4500, 4800, 5100	4500, 4800, 5100
NRO 103.0	8.54	4800	4500, 4800	4500, 4800	4500, 4800
NRO 102.0	8.20	4650	4500, 4650	4500, 4650	4500, 4650
NRO 101.0	7.66	4340	4340	4340	4340
NRO 100.0	7.22	4090	4090	4090	4090

Tabelle 1: Übersicht der verfügbaren Kombinationen von immissionsrelevanten Schallleistungspegeln $L_{WA,k}$ und Anlagennennleistung.

3 Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Soll-Schalleistungspegel in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	NO 106.0 dB Mode	NRO 105.0 dB Mode	NO/NRO 104.0 dB Mode	NRO 103.0 dB Mode	NRO 102.0 dB Mode	NRO 101.0 dB Mode	NRO 100.0 dB Mode
4	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8
5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
6	97.6	97.6	97.6	97.6	97.6	97.6	97.6
7	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	100.0
8	103.9	103.7	103.5	103.0	102.0	101.0	100.0
9	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
10	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
11	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
12	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
13	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
14	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0
15	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	100.0

Tabelle 2: Soll-Schalleistungspegel

Die entsprechende Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ist von der Nabenhöhe abhängig. Sie kann für eine vorhandene Oberflächenrauheit mit einem logarithmischen Windprofil berechnet werden:

$$V_{10m\ height} = V_{hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{hub\ height}{z_0}\right)}$$

Ein typischer Wert für Binnenland-Oberflächenrauigkeit (z_0) ist je nach Geländetyp 0,05 m.

4 Oktav- und Terz-Spektren

Die Tabellen in diesem Abschnitt enthalten die Oktav-Spektren und Terz-Spektren für die verschiedenen Betriebsarten.

Die dazugehörigen Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe für alle verfügbaren Nabenhöhen finden sich in Anhang I.

* Vereinfacht nach IEC 61400-11: 2006, Gleichung 7

4.1 5.x-158 – 106.0 dB immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	9.70	5300, 5500
120.9	9.70	5300, 5500
150.0	9.70	5300, 5500
161.0	9.70	5300, 5500

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	62.0	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.5	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.6	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2	87.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	91.0	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	96.1	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	98.3	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.7	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.9	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	89.1	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.6	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.9	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

Tabelle 3: 5.x-158 – 106.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.9	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	55.4	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	60.6	63.1	63.1	63.1	63.1	63.1	63.1	63.1
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	65.3	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	69.6	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	73.6	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.7	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	79.6	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.8	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.8	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	86.0	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.9	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	89.7	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	91.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	92.6	93.6	93.6	93.6	93.6	93.6	93.6	93.6
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	92.9	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	93.6	94.9	94.9	94.9	94.9	94.9	94.9	94.9
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	93.9	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	93.9	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	93.9	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	94.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	92.5	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	91.1	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	89.2	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.9	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.7	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	80.0	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	74.1	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	64.6	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	51.8	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.9	106.0							

Tabelle 4: 5.x-158 – 106.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

4.2 5.x-158 – 105.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Diese Betriebsart ist für die Nabenhöhe von 120.9 m nicht verfügbar.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	9.35	5300
120.9	N/A	N/A
150.0	9.35	5300
161.0	9.35	5300

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	61.7	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.3	76.9	76.9	76.9	76.9	76.9	76.9
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.4	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	90.8	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	95.9	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	98.0	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.5	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.9	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
	8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.4	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.7	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0

Tabelle 5: 5.x-158 – 105.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.7	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	55.2	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	60.4	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1	62.1
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	65.1	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	69.4	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1	71.1
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	73.4	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.5	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	79.3	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.6	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.6	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	85.8	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.7	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	89.5	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	91.1	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	92.4	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	92.7	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	93.4	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	93.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	93.7	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	93.7	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	93.8	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	92.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	90.9	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	88.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.6	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.5	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	84.8	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	79.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	80.8	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	73.9	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	74.7	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	64.4	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	51.5	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.7	105.0							

Tabelle 6: 5.x-158 – 105.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

4.3 4.x/5.x-158 – 104.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Diese Betriebsart ist für die Nabenhöhe von 120.9 m nicht verfügbar.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	9.00	4800, 5100
120.9	N/A	N/A
150.0	9.00	4500, 4800, 5100
161.0	9.00	4500, 4800, 5100

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	61.5	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	75.1	75.9	75.9	75.9	75.9	75.9	75.9
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.2	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	90.6	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	95.7	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	97.8	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.3	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.4	96.2	96.2	96.2	96.2	96.2	96.2
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.7	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
	8000	65.1	67.2	69.6	72.4	74.2	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0

Tabelle 7: 4.x/5.x-158 – 104.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.5	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	54.9	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	60.2	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	64.9	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	69.2	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	73.2	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.3	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	79.1	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.4	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	85.6	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.5	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	89.3	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	90.9	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	92.2	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	92.5	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	93.2	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	93.5	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	93.5	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	93.4	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.1
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	93.5	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	92.0	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	90.6	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	88.7	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.4	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.3	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	79.6	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	73.7	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	64.2	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	51.3	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	

Tabelle 8: 4.x/5.x-158 – 104.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

4.4 4.x/5.x-158 – 103.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	8.54	4800
120.9	8.54	4500, 4800
150.0	8.54	4500, 4800
161.0	8.54	4500, 4800

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	

Tabelle 9: 4.x/5.x-158 – 103.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7	54.7
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9	68.9
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9	72.9
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1	83.1
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6	92.6
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	73.3	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0

Tabelle 10: 4.x/5.x-158 – 103.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

4.5 4.x/5.x-158 – 102.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	8.20	4650
120.9	8.20	4500, 4650
150.0	8.20	4500, 4650
161.0	8.20	4500, 4650

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.4	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5	60.5
	32	67.4	67.3	69.6	72.8	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
	63	76.3	77.1	79.2	82.0	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
8000	65.1	67.2	69.6	72.4	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	

Tabelle 11: 4.x/5.x-158 – 102.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.3	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5
	16	47.3	47.4	49.7	52.8	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9
	20	52.6	52.6	54.9	58.0	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1
	25	57.3	57.3	59.6	62.7	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8	63.8
	32	61.5	61.6	63.9	67.0	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1	68.1
	40	65.4	65.4	67.7	70.9	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1
	50	68.4	68.5	70.8	74.0	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3	75.3
	63	71.2	71.8	73.9	76.9	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2
	80	73.6	74.7	76.7	79.3	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5
	100	75.8	77.4	79.3	81.6	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
	125	78.1	80.2	82.2	84.1	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7
	160	79.8	82.0	84.3	86.0	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5
	200	81.1	83.3	85.9	87.9	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2
	250	82.1	84.0	87.1	89.4	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
	315	82.7	84.2	87.8	90.5	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9
	400	82.4	83.3	87.3	90.6	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1	91.1
	500	82.5	83.0	87.0	90.9	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
	800	82.4	82.1	86.1	90.4	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
	1000	82.7	82.1	85.7	90.2	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
1250	83.3	82.5	85.8	90.4	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	
1600	82.4	82.0	84.6	88.9	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	
2000	81.7	81.8	83.9	87.6	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	
2500	80.5	81.0	82.9	86.0	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	
3150	78.6	79.7	81.5	84.1	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	
4000	75.6	77.0	78.9	81.5	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	
5000	71.5	73.2	75.3	77.9	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	
6300	64.8	66.8	69.2	71.9	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	
8000	54.2	56.6	59.3	62.2	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	102.0								

Tabelle 12: 4.x/5.x-158 – 102.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

4.6 4.x/5.x-158 – 101.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	7.66	4340
120.9	7.66	4340
150.0	7.66	4340
161.0	7.66	4340

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequenz [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6
	32	67.4	67.3	69.6	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1	73.1
	63	76.3	77.1	79.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
	250	86.8	88.7	91.8	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
	500	87.2	87.7	91.7	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4
	1000	87.6	87.0	90.6	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2
	2000	86.4	86.4	88.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
	4000	80.9	82.2	84.0	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9
8000	65.1	67.2	69.6	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0

Tabelle 13: 4.x/5.x-158 – 101.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6
	16	47.3	47.4	49.7	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
	20	52.6	52.6	54.9	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2
	25	57.3	57.3	59.6	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9
	32	61.5	61.6	63.9	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2
	40	65.4	65.4	67.7	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2
	50	68.4	68.5	70.8	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2
	63	71.2	71.8	73.9	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1	77.1
	80	73.6	74.7	76.7	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
	100	75.8	77.4	79.3	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7
	125	78.1	80.2	82.2	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0
	160	79.8	82.0	84.3	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9
	200	81.1	83.3	85.9	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7
	250	82.1	84.0	87.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
	315	82.7	84.2	87.8	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2	90.2
	400	82.4	83.3	87.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3
	500	82.5	83.0	87.0	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7
	630	82.4	82.6	86.5	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8	90.8
	800	82.4	82.1	86.1	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5
	1000	82.7	82.1	85.7	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
1250	83.3	82.5	85.8	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	
1600	82.4	82.0	84.6	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	
2000	81.7	81.8	83.9	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	
2500	80.5	81.0	82.9	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	86.3	
3150	78.6	79.7	81.5	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	
4000	75.6	77.0	78.9	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	
5000	71.5	73.2	75.3	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	
6300	64.8	66.8	69.2	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	
8000	54.2	56.6	59.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	
10000	40.1	42.5	45.7	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	101.0									

Tabelle 14: 4.x/5.x-158 – 101.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

4.7 4.x/5.x-158 – 100.0 dB Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Die Oktav- und Terz-Spektren in diesem Abschnitt sind anwendbar für die angegebenen Nennleistungen, Rotordrehzahlsollwerte und Nabenhöhen.

Nabenhöhe [m]	Rotordrehzahlsollwerte [rpm]	Nennleistung [kW]
101.0	7.22	4090
120.9	7.22	4090
150.0	7.22	4090
161.0	7.22	4090

A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frequency [Hz]	16	53.9	54.0	56.3	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9
	32	67.4	67.3	69.6	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3
	63	76.3	77.1	79.2	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
	125	83.0	85.0	87.1	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
	250	86.8	88.7	91.8	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
	500	87.2	87.7	91.7	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3
	1000	87.6	87.0	90.6	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
	2000	86.4	86.4	88.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
	4000	80.9	82.2	84.0	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
8000	65.1	67.2	69.6	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabelle 15: 4.x/5.x-158 – 100.0 dB Oktav-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

A-bewertete Terz-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Frequenz [Hz]	12.5	40.6	40.9	43.2	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9
	16	47.3	47.4	49.7	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3
	20	52.6	52.6	54.9	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5
	25	57.3	57.3	59.6	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2
	32	61.5	61.6	63.9	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5
	40	65.4	65.4	67.7	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4
	50	68.4	68.5	70.8	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5
	63	71.2	71.8	73.9	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
	80	73.6	74.7	76.7	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9
	100	75.8	77.4	79.3	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1
	125	78.1	80.2	82.2	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5
	160	79.8	82.0	84.3	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4
	200	81.1	83.3	85.9	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	250	82.1	84.0	87.1	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
	315	82.7	84.2	87.8	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4
	400	82.4	83.3	87.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
	500	82.5	83.0	87.0	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6
	630	82.4	82.6	86.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5
	800	82.4	82.1	86.1	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
	1000	82.7	82.1	85.7	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1
1250	83.3	82.5	85.8	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	
1600	82.4	82.0	84.6	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	
2000	81.7	81.8	83.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9	
2500	80.5	81.0	82.9	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	85.4	
3150	78.6	79.7	81.5	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	
4000	75.6	77.0	78.9	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	
5000	71.5	73.2	75.3	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	
6300	64.8	66.8	69.2	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	71.3	
8000	54.2	56.6	59.3	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	61.6	
10000	40.1	42.5	45.7	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93.8	94.5	97.6	100.0									

Tabelle 16: 4.x/5.x-158 – 100.0 dB Terz-Spektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

5 Unsicherheitsangaben

Die o. g. immissionsrelevanten Schallleistungspegel sind Mittelwerte repräsentativer Gruppen von Windenergieanlagen. In den Angaben sind keine Aufschläge für Unsicherheiten enthalten. Hinweise zu Unsicherheiten in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert, weitere Hinweise zur Anwendung finden sich in Kapitel 7 dieses Dokuments.

Nach LAI Empfehlung ist für σ_P ein Wert von 1,2 dB zu verwenden.

Die Unsicherheiten bei Oktav- und Terz-Schallleistungspegeln liegen in der Regel höher als bei Gesamtschallleistungspegeln. Hinweise hierzu finden Sie in IEC 61400-11.

6 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand r_0 gemäß IEC 61400-11 wird für die 4.x/5.x-158 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von $\Delta L_{a,k} < 2$ dB, bzw. $K_{TN} \leq 1$ dB gemäß FGW, angegeben.

7 Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14

- $L_{WA,k}$ ist der immissionsrelevante Schallleistungspegel der WEA (bezogen auf 10^{-12} W), der mit A-Bewertung als Funktion der Windgeschwindigkeit ermittelt wurde. Wird er von mehreren Messberichten nach IEC 61400-11 abgeleitet, wird er als Mittelwert angenommen.
- u_c ist die Messunsicherheit für Schallmessverfahren, wie in IEC 61400-11 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Bei durchschnittlichen Test- bzw. Messbedingungen beträgt der typische Wert für u_c 0,7 dB – 1,0 dB.
- σ_P ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 4.x/5.x-158 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14. Dies ist eine Eigenschaft des Produktes und kann daher von GE spezifiziert werden (siehe Kapitel 5).
- σ_R ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Für typische Tests bzw. Messungen gemäß IEC 61400-11 wird ein Wert von $\sigma_R = 0,5$ dB weitgehend akzeptiert.
- σ_T ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl σ_P als auch σ_R (siehe IEC/TS 61400-14)
- $\Delta L_{a,k}$ ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

8 Referenzdokumente

- IEC 61400-11, Windkraftanlagen Teil 11: Schallmessverfahren, Ausgabe 2.1 (2006-11) oder Ausgabe 3 (2012-11)
- IEC/TS 61400-14, Windenergieanlagen – Teil 14: Angabe der immissionsrelevanten Schallleistungspegel- und Tonalitätswerte, Ausgabe 1 (2005-03).
- MNPT – "Machine Noise Performance Test", Technische Dokumentation
- Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev. 18, 01.02.2008, Fördergesellschaft Windenergie (FGW).

Anhang I - Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für alle Nabenhöhen

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für alle Nabenhöhen												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 101 m [m/s]	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.0	9.7	10.4
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 120.9 m [m/s]	2.7	3.4	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.8	9.5	10.2
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 150.0 m [m/s]	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	6.0	6.6	7.3	7.9	8.6	9.3	9.9
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 161.0 m [m/s]	2.6	3.3	3.9	4.6	5.2	5.9	6.6	7.2	7.9	8.5	9.2	9.8

Technische Dokumentation Windenergieanlagen 5.3/5.5-158 - 50 Hz



Schalleistung Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW

Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

NRO 98 - 99

Rev 03 - DE

.Zum Öffnen eventueller Anhänge bitte auf das Büroklammer-Symbol (📎) klicken. Es wird bei Adobe Acrobat normalerweise links angezeigt.



imagination at work

Besuchen Sie uns unter
www.gerenewableenergy.com

Alle technischen Daten unterliegen der möglichen Änderung durch fortschreitende technische Entwicklung!

Urheber- und Verwertungsrechte

Dieses Dokument ist vertraulich zu behandeln. Es darf nur befugten Personen zugänglich gemacht werden. Eine Überlassung an Dritte darf nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Zustimmung der General Electric Company erfolgen.

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Die Weitergabe sowie die Vervielfältigung von Unterlagen, auch auszugsweise, sowie eine Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes sind nicht gestattet, es sei denn, dass eine ausdrückliche, vorherige und schriftliche Zustimmung der General Electric Company erteilt wurde. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2020 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und das GE Monogramm sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken der General Electric Company.

Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf. Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.



imagination at work

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option)	6
3	Schalleistungspegel	6
4	Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit	7
5	Unsicherheitsangaben	7
6	Tonalität	8
7	Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14	8
8	Oktav-Spektren und Terz-Spektren	8
9	Referenzdokumente	8
Anhang I – Oktav Spektren		9
Anhang II - Terz-Spektren		11

1 Einführung

Mit Hilfe der Anlagensteuerung kann die Windenergieanlage 5.3/5.5-158 ohne manuellen Eingriff in den schallreduzierten Betrieb "NRO" (Noise-Reduced Operation) schalten. Dabei handelt es sich um keinen zwingend vorgeschriebenen Betriebspunkt, sondern um einen Bereich unter dem „normalen“ Nennbetrieb, der über Parameter definiert werden kann.

Die WEA kann über ihre Steuerung auf schallreduzierten Betrieb umgestellt werden, was normalerweise je nach Tageszeit erfolgt, d. h. die Anlage wird nachts schallreduziert und tagsüber im Normalbetrieb gefahren.

Das durch die 5.3/5.5-158 emittierte Geräusch wird überwiegend durch das aerodynamische Breitbandrauschen der Rotorblätter in direkter Abhängigkeit von der Umfangs- oder Rotorspitzen geschwindigkeit bestimmt.

Der Schalleistungspegel kann durch eine Reduzierung und Begrenzung der Rotordrehzahl, mit der auch eine Abnahme der Blattspitzen geschwindigkeit einher geht, gesenkt werden. Die Nennleistungsabgabe der WEA reduziert sich entsprechend. Hierzu werden ggf. auch Änderungen des bestehenden Blattregelungskonzepts erforderlich. Die NRO-Betriebsarten nutzen diese beiden Verfahren, um unter Einhaltung der Schalleistungsvorgaben eine optimale Energieausbeute zu erzielen.

Im oberen Windgeschwindigkeitsbereich ist aufgrund der Leistungsreduzierung von einer gewissen Minderung des Energieertrags der WEA auszugehen, die sich jedoch zugunsten ihres Schalleistungspegels auswirkt.

Die Parametereinstellungen der Steuerung bestimmen, welche maximale Geräuschemission die Anlage im Betrieb haben darf. Weiter unten finden Sie Sollwerte für verschiedene geräuschreduzierte Betriebsmodi.

Da die WEA-Steuerung die Betriebsdaten ständig auf dem Anlagenrechner überwacht, besteht zu jeder Zeit die Möglichkeit, die Übereinstimmung zwischen Ist- und Soll-Betriebsart zu belegen. Dies kann zum Nachweis der Einhaltung eventueller Auflagen von Überwachungsbehörden nützlich sein.

Der schallreduzierte Betrieb (NRO) wird über eine plombierte Schaltuhr zeitgesteuert aktiviert. Die wichtigsten Daten sind:

P_Act 10 Minuten Mittelwert der elektrischen Wirkleistung

N_Rot 10 Minuten Mittelwert der Rotordrehzahl

Diese beiden gespeicherten Parameter liefern somit einen eindeutigen und nachvollziehbaren Beleg für den schallreduzierten Betrieb. Eine rückwirkende Überprüfung des angewandten NRO-Betriebs kann durch die Auswertung aufgezeichneter Daten von bis zu drei Monaten durchgeführt werden.

2 Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option)

In Gebieten mit Schallschutzbestimmungen ist es häufig erforderlich, den Betrieb der Windenergieanlage (WEA) an die Bestimmungen der Fernfeldbedingungen anzupassen. Daher bietet GE ein abgestimmtes Wind Farm Noise Management System an, welches größere Flexibilität und höhere Energieerträge bietet, als das bei herkömmlichen WEA-Steuerungen der Fall ist. Diese fortgeschrittene Methode ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung des Windpark-Betriebs an umweltbedingte Variablen, die die Schallemission des Windparks beeinflussen. Diese Variablen sind im Wesentlichen Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

Das Wind Farm Noise Management Paket enthält folgenden Service und folgende Hardware:

- Schallausbreitungsrechnungen und Optimierung des Windparkbetriebes
- Optimale WEA-Sollwerte für den gesamten Windpark als Funktion von Windgeschwindigkeit und Windsektor
- Installation und Inbetriebnahme der Wind Farm Noise Management Software

3 Schalleistungspegel

Nachfolgend sind die Mittelwerte für Nennleistung und Rotordrehzahl der 5.3/5.5-158 bei unterschiedlichen Soll-Schalleistungspegeln (LWA) für 10 Minuten aufgeführt.

NRO Bezeichnung	Nennleistung (kW)	Rotordrehzahlsollwert (rpm)	Soll-Schalleistungspegel L _{WA} (dB)
Normalbetrieb	5300/5500	9,70	106,0
NRO99	3517	6,77	99,0
NRO98	3116	6,30	98,0

Tabelle 1: Geräuscharme Betriebsarten

4 Schalleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Soll-Schalleistungspegel in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	Normalbetrieb 106 L _{WA} (dB)	NRO 99 L _{WA} (dB)	NRO 98 L _{WA} (dB)
4	93,8	93,8	93,8
5	94,5	94,5	94,5
6	97,6	98,3	98,0
7	101,0	99,0	98,0
8	103,9	99,0	98,0
9	106,0	99,0	98,0
10	106,0	99,0	98,0
11	106,0	99,0	98,0
12	106,0	99,0	98,0
13	106,0	99,0	98,0
14	106,0	99,0	98,0
15	106,0	99,0	98,0

Tabelle 2: Soll-Schalleistungspegel

Die entsprechende Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ist von der Nabenhöhe abhängig. Sie kann für eine vorhandene Oberflächenrauheit mit einem logarithmischen Windprofil berechnet werden:

$$V_{10m\ height} = V_{hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{hub\ height}{z_0}\right)} *$$

Ein typischer Wert für Binnenland-Oberflächenrauheit (z_0) ist je nach Geländetyp 0,05 m.

5 Unsicherheitsangaben

Die o. g. immissionsrelevanten Schalleistungspegel sind Mittelwerte repräsentativer Gruppen von Windenergieanlagen. In den Angaben sind keine Aufschläge für Unsicherheiten enthalten. Hinweise zu Unsicherheiten in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert, weitere Hinweise zur Anwendung finden sich in Kapitel 7 dieses Dokuments.

Nach LAI Empfehlung ist für σ_P ein Wert von 1,2 dB zu verwenden.

Die Unsicherheiten bei Oktav- und Terz-Schalleistungspegeln liegen in der Regel höher als bei Gesamtschalleistungspegeln. Hinweise hierzu finden Sie in IEC 61400-11.

* Vereinfacht nach IEC 61400-11

6 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand r_0 gemäß IEC 61400-11 wird für die 5.3/5.5-158 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von $\Delta L_a < 2$ dB angegeben, bzw. $KTN \leq 1$ dB gemäß FGW angegeben.

7 Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14

- $L_{WA,k}$ ist der immissionsrelevante Schalleistungspegel der WEA (bezogen auf $10^{-12}W$), der mit A-Bewertung als Funktion der Windgeschwindigkeit ermittelt wurde. Wird er von mehreren Messberichten nach IEC 61400-11 abgeleitet, wird er als Mittelwert angenommen.
- u_c ist die Messunsicherheit für Schallmessverfahren, wie in IEC 61400-11 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Bei durchschnittlichen Test- bzw. Messbedingungen beträgt der typische Wert für u_c 0,7 dB – 1,0 dB.
- σ_P ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 5.3/5.5-158 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14. Dies ist eine Eigenschaft des Produktes und kann daher von GE spezifiziert werden (siehe Kapitel 5).
- σ_R ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Für typische Tests bzw. Messungen gemäß IEC 61400-11 wird ein Wert von $\sigma_R = 0,5$ dB weitgehend akzeptiert.
- σ_T ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl σ_P als auch σ_R (siehe IEC/TS 61400-14).
- $\Delta L_{a,k}$ ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

8 Oktav-Spektren und Terz-Spektren

Die Tabelle in Anhang I zeigt Oktav-Werte für verschiedene geräuschreduzierte Betriebsarten.

Die Tabelle in Anhang II zeigt Terz-Werte für verschiedene schallreduzierte Betriebsarten.

9 Referenzdokumente

- IEC 61400-11, Windkraftanlagen Teil 11: Schallmessverfahren, Ausgabe 2.1 (2006-11) oder Ausgabe 3 (2012-11)
- IEC/TS 61400-14, Windenergieanlagen – Teil 14: Angabe der immissionsrelevanten Schalleistungspegel- und Tonalitätswerte, Ausgabe 1 (2005-03)
- MNPT – "Machine Noise Performance Test", Technische Dokumentation
- Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev. 18, 01.02.2008, Fördergesellschaft Windenergie (FGW)

Anhang I – Oktav Spektren

NRO 99 – A-bewertete Oktav-Spektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 120,9 m [m/s]	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,8	9,5	10,2	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 150 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,6	7,3	7,9	8,6	9,3	9,9	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 161 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,6	7,2	7,9	8,5	9,2	9,8	
Frequenz [Hz]	16	53,9	54,0	57,2	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1
	32	67,4	67,3	70,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6
	63	76,3	77,1	80,0	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3
	125	83,0	85,0	87,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5
	250	86,8	88,7	92,2	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8	92,8
	500	87,2	87,7	92,5	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0
	1000	87,6	87,0	91,7	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4
	2000	86,4	86,4	89,7	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4
	4000	80,9	82,2	84,9	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5
8000	65,1	67,2	70,4	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,3	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0

Tabelle 3: NRO 99 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

NRO 98 - A-bewertete Oktav-Spektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 120,9 m [m/s]	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,8	9,5	10,2
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 150 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,6	7,3	7,9	8,6	9,3	9,9
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 161 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,6	7,2	7,9	8,5	9,2	9,8
Frequenz [Hz]	16	53,9	54,0	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2
	32	67,4	67,3	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6
	63	76,3	77,1	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
	125	83,0	85,0	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
	250	86,8	88,7	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0
	500	87,2	87,7	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9
	1000	87,6	87,0	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2
	2000	86,4	86,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
	4000	80,9	82,2	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9	84,9
8000	65,1	67,2	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Table 4: NRO 98 Oktavspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH – Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

Anhang II - Terz-Spektren

NRO 99 - Terzspektren [dB]													
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 120,9 m [m/s]	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,8	9,5	10,2	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 150 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,6	7,3	7,9	8,6	9,3	9,9	
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 161 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,6	7,2	7,9	8,5	9,2	9,8	
Frequenz [Hz]	12,5	40,6	40,9	44,2	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1
	16	47,3	47,4	50,7	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5
	20	52,6	52,6	55,9	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7
	25	57,3	57,3	60,6	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4
	32	61,5	61,6	64,8	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7
	40	65,4	65,4	68,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7	69,7
	50	68,4	68,5	71,8	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0
	63	71,2	71,8	74,8	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1
	80	73,6	74,7	77,4	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8
	100	75,8	77,4	79,9	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2
	125	78,1	80,2	82,5	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7	83,7
	160	79,8	82,0	84,5	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4
	200	81,1	83,3	86,2	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0
	250	82,1	84,0	87,5	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1
	315	82,7	84,2	88,3	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8
	400	82,4	83,3	87,9	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
	500	82,5	83,0	87,8	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3
	630	82,4	82,6	87,4	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
	800	82,4	82,1	87,0	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7
	1000	82,7	82,1	86,9	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
1250	83,3	82,5	87,0	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	
1600	82,4	82,0	85,8	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	
2000	81,7	81,8	84,9	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	
2500	80,5	81,0	83,8	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	
3150	78,6	79,7	82,3	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	
4000	75,6	77,0	79,8	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	
5000	71,5	73,2	76,1	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	
6300	64,8	66,8	70,0	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	70,6	
8000	54,2	56,6	60,0	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	
10000	40,1	42,5	46,4	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	
Gesamtschallleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,3	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	

Tabelle 5: NRO 99 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH - Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

NRO 98 - Terzspektren [dB]												
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 120,9 m [m/s]	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,8	9,5	10,2
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 150 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,6	7,3	7,9	8,6	9,3	9,9
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 161 m [m/s]	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,6	7,2	7,9	8,5	9,2	9,8
Frequenz [Hz]	12,5	40,6	40,9	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2
	16	47,3	47,4	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6	50,6
	20	52,6	52,6	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8
	25	57,3	57,3	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5
	32	61,5	61,6	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7	64,7
	40	65,4	65,4	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6
	50	68,4	68,5	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7
	63	71,2	71,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8
	80	73,6	74,7	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4	77,4
	100	75,8	77,4	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
	125	78,1	80,2	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6
	160	79,8	82,0	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6
	200	81,1	83,3	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
	250	82,1	84,0	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3
	315	82,7	84,2	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
	400	82,4	83,3	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4
	500	82,5	83,0	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2
	630	82,4	82,6	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8
	800	82,4	82,1	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5
	1000	82,7	82,1	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3
1250	83,3	82,5	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4	
1600	82,4	82,0	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	
2000	81,7	81,8	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	
2500	80,5	81,0	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	
3150	78,6	79,7	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	
4000	75,6	77,0	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8	
5000	71,5	73,2	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	
6300	64,8	66,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	
8000	54,2	56,6	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	
10000	40,1	42,5	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	
Gesamtschalleistungspegel [dB]	93,8	94,5	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Table 6: NRO 98 Terzspektren-Schallemissionspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

VERTRAULICH – Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle. © 2020 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.



Literaturverzeichnis

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Literaturverzeichnis

- 1.) BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge; Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG
- 2.) 4. BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen)
- 3.) TA-Lärm Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, TA Lärm vom 01.06.2017)
- 4.) DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Oktober 1999
- 5.) DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- 6.) DIN 45681 Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Einzeltonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen, März 2005
- 7.) DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren, September 2013
- 8.) IEC TS 61400-14 Wind turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, März 2005
- 9.) DIN 18005-1 Schallschutz in Städtebau, Juli 2002
- 10.) DIN 1333 Zahlenangaben, 1992-02
- 11.) FGW Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), 01.02.2008
- 12.) AKGerWEA Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen 109. Sitzung des LAI am 08. / 09. März 2005
- 13.) Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, LAI Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Stand 30.06.2016
- 14.) Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- 15.) Niedersachsen Einführung der „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) (Windenergieerlass, Stand 21.01.2019)
- 16.) NRW Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen vom 08.05.2018)
- 17.) MLUL Brandenburg Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschemissionsprognose und die Nachweismessung von Windkraftanlagen (WKA), 16.01.2019
- 18.) Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie, Sachsen-Anhalt Schreiben „Geräuschprognose bei Windkraftanlagen, 23.11.2017

- | | | |
|------|--|---|
| 19.) | Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten
Rheinland-Pfalz | Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.06.2016 in Rheinland-Pfalz, 23.07.2018 |
| 20.) | Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, RLP | MERKBLATT* für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG, Juli 2016 |
| 21.) | Baden-Württemberg | Windenergieerlass Baden-Württemberg, Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur und des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft, 09. Mai 2012 |
| 22.) | Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz | Verfahrenshandbuch zum Vollzug des BImSchG, Durchführung von Genehmigungsverfahren bei Windenergieanlagen (17.02.2017) |
| 23.) | Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz | Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz Anleitung zur Erstellung der Antragsunterlagen für Windenergieanlagen Stand: Mai 2015 |
| 24.) | Gemeinsame Bekanntmachung div. Bayerischer Staatsministerien | Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass – BayWEE) (19.07.2016) |
| 25.) | Niedersächsisches Umweltministerium | Hinweise zur Beurteilung von Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren vom 19.05.2005 |
| 26.) | J. Kötter, Dr. Kühner | TA-Lärm `98: Erläuterungen/Kommentare in: Immissionsschutz 2 (2000) S54-63 |
| 27.) | B. Vogelsang | TA-Lärm oder wer muss eigentlich wem wie was sicher nachweisen? in: DAGA 2002, Bochum S. 298-299 |
| 28.) | Monika Agatz | „Windenergie-Handbuch“, 16. Ausgabe, Dezember 2019 |
| 29.) | Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen | Schallausbreitungsuntersuchungen an Windenergieanlagen Stand: 13.03.2015 |
| 30.) | Umweltbundesamt | Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen, November 2016 |
| 31.) | Umweltbundesamt | Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall Fachgebiet I 3.4 Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen, Juni 2014 |
| 32.) | Bayrisches Landesamt für Umwelt | Windkraftanlagen - beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Neufassung: März 2012 / 4. aktualisierte Auflage: November 2014 |
| 33.) | KÖTTER Consulting Engineers | Vortrag von Andrea Bauerdorff, Umweltbundesamt „Infraschall von Windenergieanlagen“, 8. Rheiner Windenergie-Forum, 11. / 12. März 2015 |

- | | | |
|------|--|--|
| 34.) | HA Hessen
Agentur GmbH | Faktenpapier Windenergie und Infraschall
Bürgerforum Energieland Hessen
Stand: Mai 2015 |
| 35.) | LUBW Landesanstalt für
Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-
Württemberg | Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und
anderen Quellen
Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013 - 2015
Stand: Februar 2016 |
| 36.) | Landesumweltamt NRW | Empfehlungen zur Bestimmung der meteorologischen Dämpfung C_{met} gemäß
DIN ISO 9613-2, 26.09.2012 |
| 37.) | Wolfgang Probst,
Ulrich Donner | Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose
in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / Heft 3 (2002) |
| 38.) | Ministerium für Umwelt,
Landwirtschaft, Natur-
und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-
Westfalen | Immissionsschutz; Einführung der neuen LAI-Hinweise zum
Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen vom 29.11.2017 |
| 39.) | Ministerium für
Landwirtschaft und
Umwelt Mecklenburg-
Vorpommern | Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei
Windkraftanlagen (WKA) vom 30.06.2016 in Mecklenburg-Vorpommern vom
10.01.2018 |
| 40.) | Struktur- und
Genehmigungsdirektion
Nord, Rheinland-Pfalz | Merkblatt für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich
immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an
die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-
Immissionsschutzgesetz - BImSchG mit Anlagen A und B vom November
2019 |
| 41.) | Ministerium für
Energiewende,
Landwirtschaft, Umwelt,
Natur und Digitalisierung,
Schleswig-Holstein | Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei
Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein vom 31.01.2018 |
| 42.) | Ministerium für Umwelt,
Klima und Energie-
wirtschaft Baden-
Württemberg | Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei
Windkraftanlagen in Baden-Württemberg vom 22.12.2017 |
| 43.) | Umweltbundesamt | Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen, Abschlussbericht,
Texte 163 / 2020 vom September 2020 |