



**Schalltechnisches Gutachten
für den Wiederaufbau der WEA 08
im Windpark Aurich-Königsmoor**

Bericht-Nr. 3714-15-L1

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Schalltechnisches Gutachten für den Wiederaufbau der WEA 08 im Windpark Aurich-Königsmoor

Bericht Nr.: 3714-15-L1

Auftraggeber: Bürgerwindpark Königsmoor GmbH & Co. KG
Pfalzdorfer Straße 58
26607 Aurich

Auftragnehmer: IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
26603 Aurich
Telefon: 04941 - 9558-0
Telefax: 04941 - 9558-11
email: mail@iel-gmbh.de

Bearbeiter: Monika Bünting
(Sachbearbeiterin Schallimmissionsschutz)

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

Textteil: 14 Seiten (inkl. Deckblätter)
Anhang: siehe Anhangsverzeichnis

Datum: 18. September 2015



Messstelle nach § 26 BImSchG

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Einleitung..... | 4 |
| 2. | Örtliche Beschreibung..... | 4 |
| 3. | Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem | 5 |
| 4. | Aufgabenstellung..... | 6 |
| 5. | Beurteilungsgrundlagen..... | 6 |
| | 5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren | 6 |
| | 5.2 Meteorologie..... | 7 |
| | 5.3 Schalltechnische Anforderungen | 8 |
| 6. | Beschreibung der geplanten Windenergieanlage..... | 9 |
| | 6.1 Anlagenbeschreibung | 9 |
| | 6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit..... | 11 |
| | 6.3 Tieffrequente Geräusche / Infrschall | 11 |
| | 6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen | 11 |
| | 6.5 Zusammenfassung der schalltechnischen Kennwerte | 12 |
| 7. | Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage..... | 12 |
| 8. | Rechenergebnisse und Beurteilung..... | 12 |
| 9. | Qualität der Prognose und Beurteilung | 13 |
| 10. | Zusammenfassung | 14 |

Anhang

1. Einleitung

Am Standort Aurich-Königsmoor wurde ein Windpark mit insgesamt 20 Windenergieanlagen und drei Einzelanlagen realisiert. Eine sich in Betrieb befindende Windenergieanlage (WEA 08) vom Typ ENERCON E-66/18.70 ist im Januar 2015 abgebrannt und soll durch eine neue Windenergieanlage ersetzt werden. Der Standort der neu geplanten Windenergieanlage entspricht dem Standort der alten Anlage. Es ist eine Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-82 E2 TES mit 108,4 m Nabenhöhe geplant.

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 gegenüber gestellt.

2. Örtliche Beschreibung

Der Standort Aurich-Königsmoor befindet sich im niedersächsischen Landkreis Aurich, auf dem Gebiet der Stadt Aurich, im Ortsteil Pfalzdorf.

Die geplante Windenergieanlage soll innerhalb des bestehenden Windparks, westlich vom Piepmortenweg errichtet werden. Der Standort der geplanten Anlage entspricht exakt dem Standort der abgebrannten Windenergieanlage.

Am Standort befinden sich derzeit 22 Windenergieanlagen in Betrieb.

Die nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich knapp einen Kilometer vom Standort der geplanten WEA 08 entfernt.

Das Untersuchungsgebiet liegt auf Höhen um ca. 10 m ü. NN. Die geringfügigen Höhenunterschiede sind vernachlässigbar, sodass bei den schalltechnischen Berechnungen von ebenem Gelände ausgegangen wird.

In der nachfolgenden Karte ist das Untersuchungsgebiet mit der geplanten WEA 08 dargestellt.

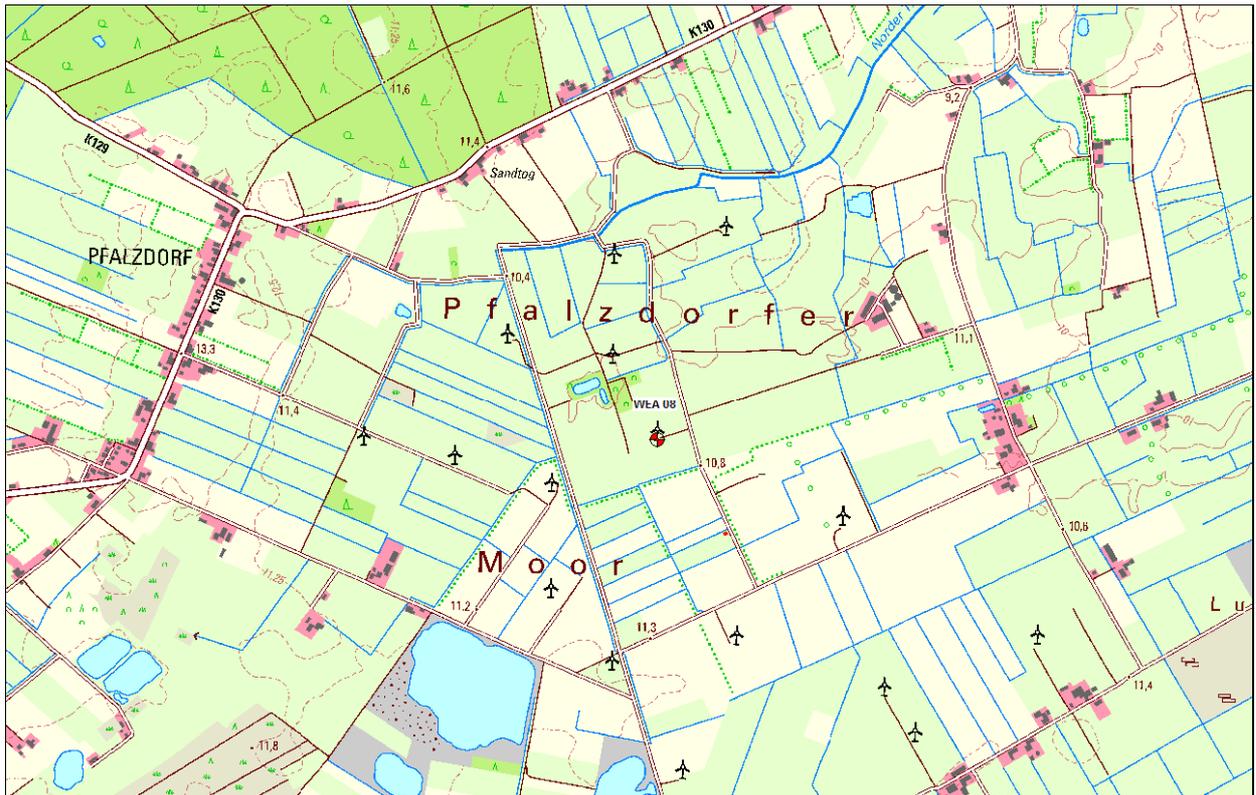


Bild 1: Übersichtskarte

3. Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem

Die Koordinaten der geplanten Windenergieanlage wurden vom Auftraggeber im Koordinatensystem UTM ETRS89 zur Verfügung gestellt. Das aktuelle amtliche Kartenmaterial liegt im System UTM WGS84 vor, was am untersuchten Standort identisch ist mit dem System UTM ETRS89. Alle Koordinaten sind im Koordinatensystem UTM ETRS89 bzw. UTM WGS84 und ermöglichen somit eine Kontrolle mit dem amtlichen Kartenmaterial. Die verwendeten Karten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

| | Kartenart | Rechtswert | Hochwert |
|---|-----------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | AK 5 | 32.405.000 - 32.410.000 | 5.912.000 - 5.917.000 |
| 2 | TK 25 | 32.402.000 - 32.412.000 | 5.910.000 - 5.918.000 |

Tabelle 1: Kartenmaterial

4. Aufgabenstellung

Die geplante Windenergieanlage soll zu allen Tag- und Nachtzeiten betrieben werden. Als Beurteilungssituation gilt für den Betrieb der WEA daher i. d. R. die lauteste Stunde der Nacht, da hier die niedrigsten Richtwerte gelten.

Die geplante Windenergieanlage (WEA 08) wird der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2^{3.)}, zugeordnet. Eine schalltechnische Vorbelastung wird aus den in Abschnitt 8 genannten Gründen nicht berücksichtigt.

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

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die schalltechnischen Berechnungen werden gemäß der TA-Lärm^{3.)} durchgeführt. In der TA-Lärm sind grundsätzlich zwei Prognoseverfahren, die überschlägige und die detaillierte Prognose, angegeben. Die überschlägige Prognose vernachlässigt die Luftabsorption, das Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß und weitgehend alle Abschirmungseffekte. Die Berechnungen erfolgen bei der überschlägigen Prognose frequenzunabhängig. Für eine detaillierte Prognose kann neben einer frequenzabhängigen Berechnung auch eine frequenzunabhängige Berechnung mit A-bewerteten Schalldruckpegeln erfolgen.

Die Berechnungen erfolgen frequenzunabhängig als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung. Die Bodendämpfung A_{gr} wird dabei gemäß DIN ISO 9613-2^{4.)}, Nr. 7.3.2 „Alternatives Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel“ berechnet. Abschirmung und Dämpfung durch Bebauung und Bewuchs bleiben unberücksichtigt. Die Berechnungen werden mit dem Programmsystem IMMI[©] (Version 2015 [404]) durchgeführt, welches die Anwendung der erforderlichen Berechnungsmethoden ermöglicht.

Für die schalltechnische Beurteilung werden die vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlenen „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen“^{10.)} berücksichtigt.

Mit Datum vom 19.05.2005 wurden alle Genehmigungsbehörden vom Niedersächsischen Umweltministerium angewiesen, diese Hinweise bei der immissionsschutzrechtlichen Bewertung zu berücksichtigen^{13.)}. Weiterhin sind die Veröffentlichungen von Dr. Kötter^{14.)} und Dr. Vogelsang^{15.)} (beide ehemals NLÖ / Niedersächsisches Landesamt für Ökologie) zu beachten.

Aktuell liegt für das Land Niedersachsen ein Windenergieerlass im Entwurf^{36.)} (Entwurfsstand 21.07.2014) vor, welcher im Mai 2015 zur Verbandsbeteiligung freigegeben wurde. Hiernach sind zur Bewertung der „Sicheren Einhaltung des

Immissionsrichtwertes“ immer die neuesten Erkenntnisse zu berücksichtigen. Der Immissionsrichtwert ist dann sicher eingehalten, wenn die obere Vertrauensbereichsgrenze der Schallimmissionsprognose den Immissionsrichtwert nicht überschreitet. Für die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze wird die in dem „Windenergiehandbuch“ (Windenergie-Handbuch^{25.)}, M. Agatz, Stand Dezember 2014) beschriebene Vorgehensweise für das Standardverfahren (Merkblatt „Qualität der Prognose“) berücksichtigt. Die hierin beschriebene Vorgehensweise für das Standardverfahren (Merkblatt „Qualität der Prognose“) wird bereits in vielen Bundesländern angewandt. Nach Auffassung der IEL GmbH entspricht dieses Vorgehen dem aktuellsten Stand.

Hinweis:

In einer Studie hat das LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz) Nordrhein-Westfalen jetzt die Schallausbreitung von Windenergieanlagen untersucht, um die Qualität der Geräuschimmissionsprognosen hoher Anlagen zu überprüfen und gegebenenfalls zu verbessern. Im Rahmen der Untersuchung wurden die Emissionen und Immissionen im Umfeld zweier Anlagen der 2 MW-Klasse mit einer Nabenhöhe von 98 m messtechnisch ermittelt und mit den gemäß dem „Alternativen Verfahren“ berechneten Pegeln verglichen. In einem nächsten Schritt wird nun geprüft, ob das bisher angewendete Prognoseverfahren in konkreten Genehmigungsverfahren zukünftig geändert werden soll. Für die Praxis der Genehmigungsbehörden ergeben sich zum jetzigen Zeitpunkt keine Änderungen.

5.2 Meteorologie

Für die Berechnungen werden folgende meteorologische Parameter berücksichtigt:

| | | | |
|---------------------|----------------|---|-------|
| Temperatur | T | = | 10° C |
| Luftfeuchte | F | = | 70 % |
| Meteorologie-Faktor | C ₀ | = | 2 dB |

Zur Bestimmung der meteorologischen Korrektur C_{met} wurde ein pauschaler Meteorologie-Faktor von C₀ = 2 dB verwendet. Die Ermittlung des pauschalen Meteorologie-Faktors erfolgte gemäß ^{14.)} und wird für die Tages- und Nachtzeit gleichermaßen verwendet (konservativer Ansatz). Vergleichende Berechnungen mit nahegelegenen Wetterstationen haben gezeigt, dass ein pauschaler Ansatz eine hinreichende Genauigkeit aufweist.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die meteorologische Korrektur C_{met} abhängig ist von der Entfernung zwischen Quelle (hier: WEA) und Immissionspunkt. Es gilt gemäß DIN ISO 9613-2^{4.)}:

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn} \quad d_p \leq 10 * (h_s + h_r)$$

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

Dabei ist:

- h_s die Höhe der Quelle (hier: WEA) in Metern;
 h_r die Höhe des Aufpunktes (hier: Immissionspunkt) in Metern;
 d_p horizontaler Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt in Metern;

Beispiel:

Bei einer Nabenhöhe von 108 m und einer Immissionspunkthöhe von 5 m erreicht die meteorologische Korrektur c_{met} erst ab einer Entfernung von 1.130 m einen Wert von > 0 .

5.3 Schalltechnische Anforderungen

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

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

Tabelle 2: 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)“ 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. Beschreibung der geplanten Windenergieanlage

6.1 Anlagenbeschreibung

Am Standort „Aurich-Königsmoor“ ist die Realisierung einer Windenergieanlage des Herstellers ENERCON geplant.

Nachfolgend werden die Hauptabmessungen und schalltechnischen Daten des geplanten Anlagentyps zusammengefasst:

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| Anlagentyp: | ENERCON E-82 E2 TES |
| Nabenhöhe: | 108,4 m |
| Rotordurchmesser: | 82 m |
| Nennleistung: | 2.300 kW |
| Leistungsregelung: | pitch |

Für den geplanten Anlagentyp ENERCON E-82 E2 TES liegen für den uneingeschränkten Betrieb mit einer Leistung von 2.300 kW drei schalltechnische Messberichte vor.

In der Tabelle 3 werden die vom Hersteller prognostizierten Schalleistungspegel und die bisher vorliegenden Messwerte (vgl. auch Anhang, „Schalltechnischer Bericht Nr. 214585-01.01 über eine Dreifachvermessung ...“, KÖTTER Consulting Engineers KG) zusammengefasst.

| Messstelle | Bericht Nr. | Leistung [kW] | Höchster Messwert L_{WA} [dB(A)] | Herstellerangaben L_{WA} [dB(A)] |
|-----------------------------|--------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Kötter Consulting Engineers | 211012-02.02 | 2.300 | 102,2 | 102,0 |
| Kötter Consulting Engineers | 214425-01.02 | 2.300 | 101,6 | |
| Kötter Consulting Engineers | 214276-01.02 | 2.300 | 101,8 | |
| | | 2.000 | | 101,5 |
| | | 1.600 | | 99,0 |
| | | 1.400 | | 98,0 |
| | | 1.200 | | 97,0 |
| | | 1.000 | | 96,0 |

Tabelle 3: Messberichte und Herstellerangaben / ENERCON E-82 E2 TES

Aus den drei Messberichten ergibt sich für den Betriebspunkt 95 % Nennleistung für den uneingeschränkten Betrieb ein Mittelwert von $L_{WA} = 101,8$ dB(A).

Für den uneingeschränkten Betrieb während der Tages- und Nachtzeit wird für die geplante Windenergieanlage ein Schalleistungspegel von $L_{WA,90} = 104,1$ dB(A) [Herstellerangabe $L_{WA} = 102,0$ dB(A) für den uneingeschränkten Betrieb zzgl. 2,1 dB Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich] berücksichtigt.

Der Zuschlag von 2,1 dB ergibt sich aus folgenden Parametern:

- Unsicherheit des Prognosemodells mit $\sigma_{\text{prog}} = 1,5$ dB
- die Serienstreuung mit $\sigma_P = 0,4$ dB
- die Ungenauigkeit der Schallemissions-Vermessung mit $\sigma_R = 0,5$ dB
(Standardwert für FGW-konform vermessene Windenergieanlagen)

und berechnet sich wie folgt:

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

mit

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

Anmerkung:

σ_{Schirm} (=1,5 dB) wird nur berücksichtigt, wenn in der Schallimmissionsprognose eine abschirmende Wirkung von Gebäuden oder sonstigen relevanten Bauwerken berücksichtigt wurde. Im vorliegenden Fall wird keine Gebäudeabschirmung berücksichtigt.

Hinweis 1:

In der Regel wird im Genehmigungsbescheid ein maximal zulässiger Emissionswert (Schalleistungspegel) für jede geplante Windenergieanlage festgesetzt, der aus dem schalltechnischen Gutachten hervorgeht. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der für die nachfolgenden Berechnungen verwendete Schalleistungspegel $L_{\text{WA},90}$ einen Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich beinhaltet, der die Unsicherheit des Prognosemodells für die Schallausbreitungsberechnung berücksichtigt.

Gemäß „Windenergieerlass im Entwurf des Landes Niedersachsen“^{36.)} ergibt sich der maximal zulässige Schalleistungspegel $L_{e,\text{max}}$ aus dem in der Prognose verwendeten Schalleistungspegel L_w unter Berücksichtigung der Serienstreuung.

Der zulässige Emissionswert $L_{e,\text{max}}$ der geplanten Windenergieanlage errechnet sich wie folgt:

$$L_{e,\text{max}} = L_w + 1,28 * \sigma_P \quad (3)$$

Hinweis 2:

Die letztendliche Entscheidung zur Festlegung eines maximal zulässigen Emissionswertes obliegt der Genehmigungsbehörde (hier: Landkreis Aurich).

6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit

Nach Empfehlung des Arbeitskreises "Geräusche von Windenergieanlagen^{10.)}" können im Nahbereich auftretende Tonhaltigkeiten von $K_{TN} \leq 2$ dB unberücksichtigt bleiben. Gemäß Windenergie-Handbuch^{25.)} ist für Werte von ≥ 2 dB ein Tonzuschlag von 3 dB zu berücksichtigen. Gemäß der vorliegenden Herstellerangabe und den vorliegenden Messberichten treten bei dem Betrieb des Anlagentyps ENERCON E-82 E2 TES keine immissionsrelevanten ton- und impulshaltigen Geräusche auf. Darüber hinaus liegen auch keine Erkenntnisse über eine generelle Impulshaltigkeit des Anlagentyps vor. Zusätzlich wird als sachgerecht vorausgesetzt, dass Windenergieanlagen mit einer immissionsrelevanten Tonhaltigkeit nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen und daher nicht genehmigungsfähig sind. Hierzu gibt es jedoch auch einzelne abweichende Auffassungen.

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

6.3 Tieffrequente Geräusche / Infraschall

Allgemein kann gesagt werden, dass WEA keine Geräusche im Infraschallbereich (vergl. DIN 45680)^{5.)} hervorrufen, die hinsichtlich möglicher schädlicher Umwelteinwirkungen gesondert zu prüfen wären. Die von modernen WEA 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 WEA bislang nachgewiesen wurden, gehen davon aus, dass sie ursächlich nicht zu Störungen, erheblichen Belästigungen oder Geräuschbeeinträchtigungen führen^{18.) 24.) 25.) 26.) 32.) 34.)}. In^{40.)} wird der messtechnische Nachweis geführt, dass der von WEA mit einer Leistung von 1.800 kW bis 3.200 kW bewirkte Infraschallpegel auch im Nahbereich der WEA (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 WEA nicht wesentlich erhöht.

Derzeit wird in der öffentlichen Diskussion verstärkt das Thema „Infraschall in Verbindung mit WEA“ diskutiert. Dabei wird von einigen Diskussionsteilnehmern insbesondere auf die unkalkulierbaren Gesundheitsgefahren durch den von WEA 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 (siehe auch^{41.)}), auch wenn zahlreiche Forschungsbeiträge entsprechende Hypothesen postulieren.

6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Spitzenpegel von WEA 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 WEA keine Spitzenpegel zu erwarten, die zu einer Überschreitung dieser Vorgabe führen.

6.5 Zusammenfassung der schalltechnischen Kennwerte

Die Lage der geplanten Windenergieanlage ist der Übersichtskarte des Anhangs zu entnehmen. In der nachfolgenden Tabelle werden die Koordinaten und die schalltechnischen Daten der geplanten Windenergieanlage zusammengefasst.

| Bezeichnung | Nabenhöhe [m] | UTM ETRS89, Zone 32 | | Schalleistungspegel* [dB(A)] | |
|--------------------|------------------|---------------------|-----------|---------------------------------|-------|
| | | Rechtswert | Hochwert | Tag | Nacht |
| WEA 08 E-82 E2 TES | 108,4 | 407.344 | 5.928.754 | 104,1 | 104,1 |

Tabelle 4: Daten der geplanten Windenergieanlage / Zusatzbelastung

* inkl. 2,1 dB Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich

7. Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage

Gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 sind die Flächen dem 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.

Im Anhang sind die Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage für MI/MD-Gebiete (Misch-Dorfgebiete), WA-Gebiete (Allgemeine Wohngebiete) und WR-Gebiete (Reine Wohngebiete) dargestellt. Innerhalb der jeweiligen Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage befinden sich keine wohnlichen Nutzungen mit entsprechender Schutzbedürftigkeit.

8. Rechenergebnisse und Beurteilung

Da sich keine Immissionspunkte mit einer entsprechenden Schutzwürdigkeit im jeweiligen Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlage befinden, wird keine Berechnung für einzelne Immissionspunkte durchgeführt. Dem Anhang ist für die Nachtzeit ein Schallimmissionsraster für die Zusatzbelastung beigefügt.

Da sich innerhalb der Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage keine schutzwürdigen Nutzungen befinden, bestehen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes keine Bedenken gegen die Errichtung und den uneingeschränkten Betrieb der geplanten Windenergieanlage.

9. Qualität der Prognose und Beurteilung

Für eine Schallimmissionsprognose fordert die TA-Lärm eine Aussage zur Prognosequalität. Anforderungen an Art und Umfang der Prognosequalität werden nicht näher beschrieben. Dies hat zur Konsequenz, dass die Beurteilung einer Schallimmissionsprognose bei Genehmigungsbehörden unterschiedlich gehandhabt wird.

Aus diesem Grund wird in ^{10.)} gefordert, dass bei einer Schallimmissionsprognose der Nachweis zu führen ist, dass die obere Vertrauensbereichsgrenze aller Unsicherheiten (Emissionsdaten und Ausbreitungsrechnung) der nach TA-Lärm ermittelten Beurteilungspegel mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % den jeweils zulässigen Immissionsrichtwert einhält. Die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze erfolgte entsprechend der in dem „Windenergiehandbuch“ (Windenergie-Handbuch, M. Agatz, Stand Dezember 2014) beschriebenen Vorgehensweise für das Standardverfahren (Merkblatt „Qualität der Prognose“).

Für die geplante Windenergieanlage wurde ein Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich berücksichtigt (vgl. Abschnitt 6). Unter den dargestellten Bedingungen ist daher von einer ausreichenden Prognosesicherheit auszugehen.

10. Zusammenfassung

Am Standort Aurich-Königsmoor wurden insgesamt 23 Windenergieanlagen (Windpark und Einzelanlagen) realisiert. Eine sich in Betrieb befindende Windenergieanlage (WEA 08) vom Typ ENERCON E-66/18.70 ist im Januar 2015 abgebrannt und soll durch eine neue Windenergieanlage ersetzt werden. Der Standort der neu geplanten Windenergieanlage entspricht dem Standort der alten Anlage. Es ist eine Windenergieanlage vom Typ ENERCON E-82 E2 TES mit 108,4 m Nabenhöhe und einer Nennleistung von 2.300 kW geplant.

Für den Anlagentyp ENERCON E-82 E2 TES liegen für den uneingeschränkten Betrieb drei schalltechnische Messberichte vor. Aus den drei Messberichten ergibt sich für den Betriebspunkt 95 % Nennleistung für den uneingeschränkten Betrieb ein Mittelwert von $L_{WA} = 101,8$ dB(A). Für die schalltechnischen Berechnungen wurde ein Schalleistungspegel von $L_{WA,90} = 104,1$ dB(A) (Herstellerangabe $L_{WA} = 102$ dB(A) zzgl. 2,1 dB Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich (vgl. Abschnitt 6) verwendet.

Innerhalb der Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage befinden sich keine Immissionspunkte mit einer entsprechenden Schutzwürdigkeit. Damit ist der Nachweis geführt, dass unter den dargestellten Bedingungen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes keine Bedenken gegen die Errichtung und den uneingeschränkten Betrieb der geplanten Windenergieanlage bestehen.

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

Aurich, den 18. September 2015

Bericht verfasst durch



Monika Bunting
(Sachbearbeiterin Schallimmissionsschutz)

Geprüft und freigegeben durch



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

Anhang

Übersichtskarte

- Darstellung der Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage (1 Seite)

Datensatz (1 Seite)

Schallimmissionsraster / Zusatzbelastung (1 Seite)

Schalltechnische Daten ENERCON E-82 E2 TES Betriebsmodus 0s (BM 0s)

- Herstellerangabe, Rev. 1.0, 01.2015 (3 Seiten)
- Schalltechnischer Bericht über eine Dreifachvermessung
Kötter Consulting Engineers, Bericht-Nr. 214585-01.01, 15.12.2014 (18 Seiten)

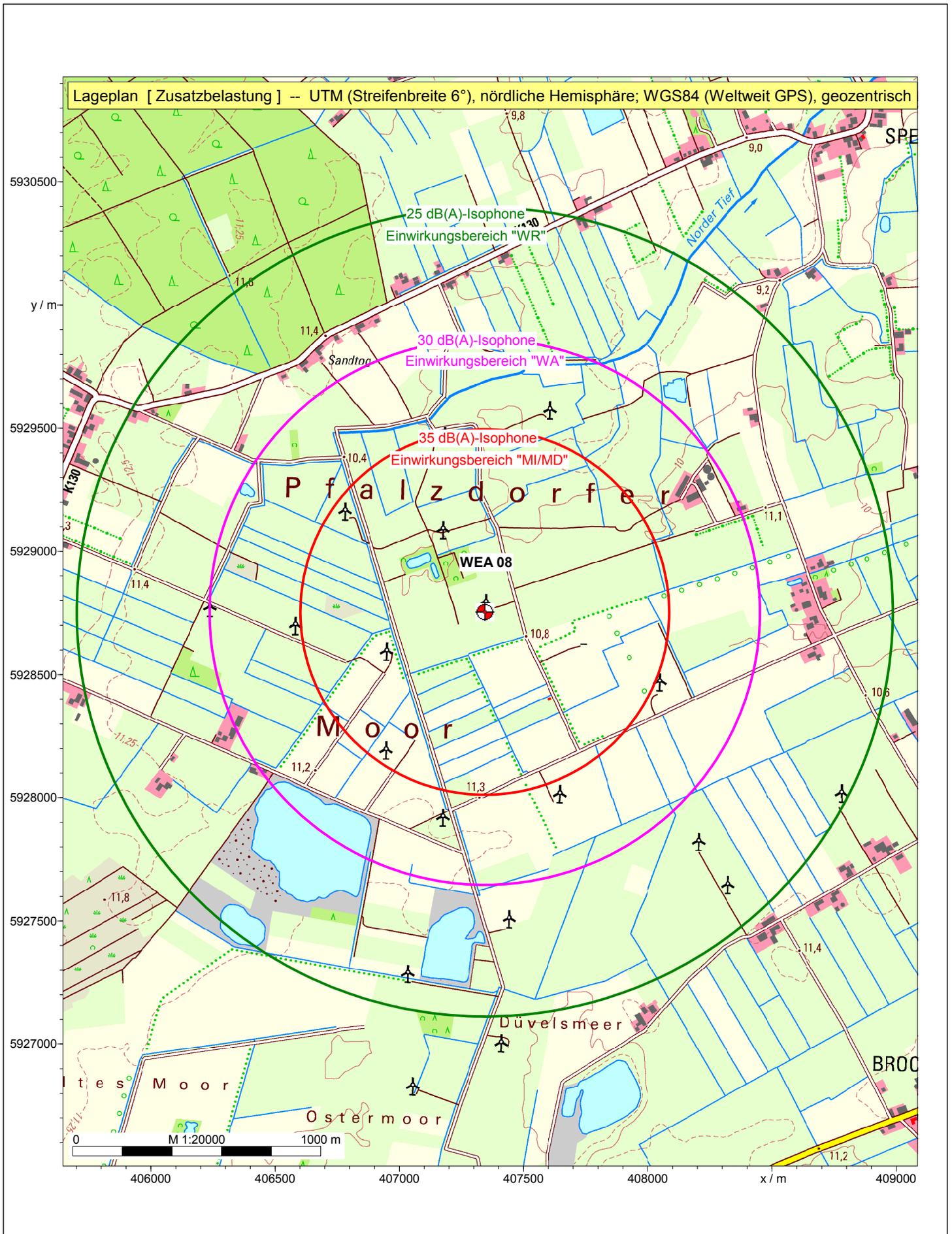
Literaturverzeichnis (3 Seiten)



Übersichtskarte

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Standort: Aurich-Königsmoor
Übersichtskarte: Darstellung der Einwirkungsbereiche
der geplanten Windenergieanlage





Datensatz

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

| Projekt Eigenschaften | | | |
|-------------------------|-------------------------|--|--|
| Prognosetyp: | Lärm | | |
| Prognoseart: | Lärm (nationale Normen) | | |
| Beurteilung nach: | TA Lärm (1998) | | |

| Zuordnung von Elementgruppen zu den Varianten | | | | | | |
|---|-----|-----------------|--|--|--|--|
| Elementgruppen | EWB | Zusatzbelastung | | | | |
| WEA Planung | + | + | | | | |
| Hilfslinien | + | | | | | |

| Globale Parameter | Letzte direkte Eingabe | | | | | |
|---|------------------------|-------|-------|--|--|--|
| Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen | 0.00 | | | | | |
| Temperatur /° | 10 | | | | | |
| relative Feuchte /% | 70 | | | | | |
| Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC): | Tag | Abend | Nacht | | | |
| Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC): | 2.00 | 2.00 | 2.00 | | | |

| Parameter der Bibliothek: ISO 9613 | Letzte direkte Eingabe | | | | | |
|---|------------------------|--|--|--|--|--|
| Mit-Wind Wetterlage | Nein | | | | | |
| C0 pauschal verwenden | Ja | | | | | |
| Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung bei | | | | | | |
| frequenzabhängiger Berechnung | Nein | | | | | |
| frequenzunabhängiger Berechnung | Ja | | | | | |

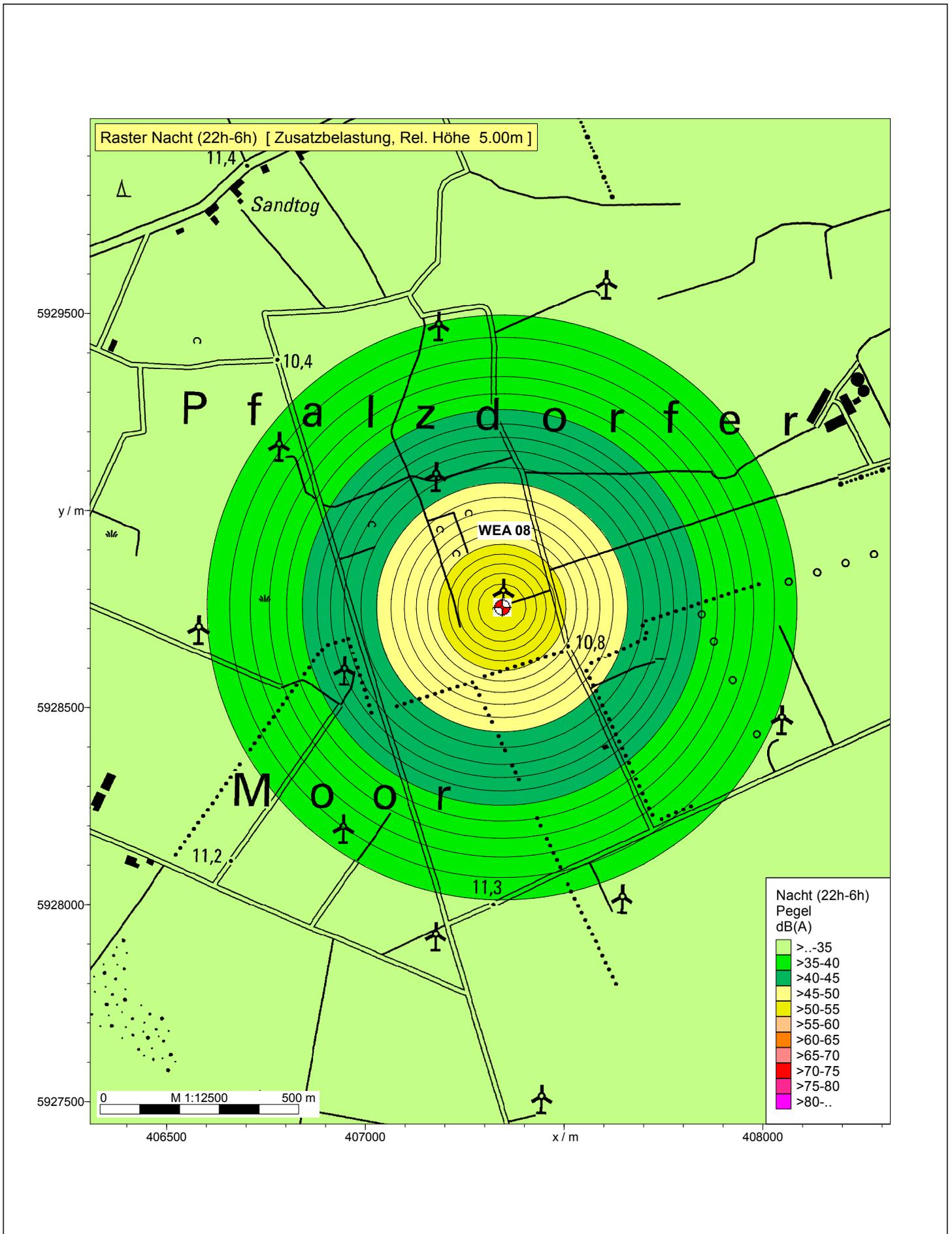
| Punkt-SQ //ISO 9613 (23) | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|--------------------|---------------|---------------------------|---------|----------|--------|
| EZQi008 | Bezeichnung | WEA 08 E-82 E2 TES | Wirkradius /m | 99999.00 | | | |
| | Gruppe | WEA Planung | D0 | 0.00 | | | |
| | Knotenzahl | 1 | Hohe Quelle | Ja | | | |
| | Länge /m | --- | Emission ist | Schallleistungspegel (Lw) | | | |
| | Länge /m (2D) | --- | Emi.Variante | Emission | Dämmung | Zuschlag | Lw |
| | Fläche /m² | --- | | dB(A) | dB | dB | dB(A) |
| | | | Tag | 102.00 | - | 2.10 | 104.10 |
| | | | Nacht | 102.00 | - | 2.10 | 104.10 |
| | | | Ruhe | 102.00 | - | 2.10 | 104.10 |
| | | Geometrie: | 407344.00 | 5928754.00 | | 108.40 | 108.40 |



Schallimmissionsraster Zusatzbelastung

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Standort: Aurich-Königsmoor
Schallimmissionsraster / Zusatzbelastung





Schalltechnische Daten
ENERCON E-82 E2 TES
Betriebsmodus 0s (BM 0s)

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Schalleistungspegel

der

ENERCON E-82 E2 2300 kW

mit Serrations

Betriebsmodus 0s / BM 0s

(Datenblatt)

Impressum

Herausgeber: ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: 04941 927-0
Fax: 04941 927-109

Copyright: © ENERCON GmbH. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments. Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Änderungs- Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand
vorbehalt: jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern.

Revision

Revision: 1.0
Department: ENERCON GmbH / DIC-SP-APV

Glossar

FGW Fördergesellschaft Windenergie e.V.

| | | | |
|------------------------------|---------------|--|----------------|
| Document information: | | © Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. | |
| Author/Revisor/ date: | RWo / 01.2015 | Dokumentname | D0373224-1.doc |
| Approved / date: | TSch/01.2015 | | |
| Revision /date: | 1.0 | | |

Schallleistungspegel der E-82 E2 mit Serrations und mit 2300 kW Nennleistung

| bezogen auf standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10m Höhe | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| v_s in 10 m Höhe \ Naben- höhe | 78 m | 85 m | 98 m | 108 m | 138 m |
| 5 m/s | 96.1 dB(A) | 96.3 dB(A) | 96.8 dB(A) | 97.0 dB(A) | 97.6 dB(A) |
| 6 m/s | 99.5 dB(A) | 99.6 dB(A) | 99.9 dB(A) | 100.1 dB(A) | 100.5 dB(A) |
| 7 m/s | 101.3 dB(A) | 101.4 dB(A) | 101.5 dB(A) | 101.6 dB(A) | 101.8 dB(A) |
| 8 m/s | 102.0 dB(A) |
| 9 m/s | 102.0 dB(A) |
| 10 m/s | 102.0 dB(A) |
| | | | | | |

| bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s] | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Schallleistungspegel [dB(A)] | 96.3 | 98.8 | 100.5 | 101.5 | 101.9 | 102.0 | 102.0 | 102.0 | 102.0 |

1. Die Zuordnung der Schallleistungspegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0.05 m. Die Zuordnung der prognostizierten Schallleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe gilt für alle Nabenhöhen. Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.
2. Die Tonhaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei $K_{TN} = 0-1$ dB (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 681).
3. Die Impulshaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei $K_{IN} = 0$ dB (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 645-1).
4. Die oben angegebenen Schallleistungspegelwerte gelten für den **Betriebsmodus BM 0s**. Die zugehörige Leistungskennlinie ist die *Kennlinie E82 E2 2.3 MW berechnet Rev 3_0 kurz*.
5. Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen und der Produktserienstreuung gelten die oben angegebenen Werte unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von +/- 1 dB. Wird eine Messung nach gängigen Richtlinien durchgeführt, sind demnach Messergebnisse im Bereich angegebener Wert +/-1 dB möglich. Gängige Richtlinien sind die „Technische Richtlinie Teil 1 Rev. 18 Bestimmung der Schallemissionswerte“ der FGW und die IEC 61 400-11 ed. 2. Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB, so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden.

| | | | |
|------------------------------|---------------|--|----------------|
| Document information: | | © Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. | |
| Author/Revisor/ date: | RWo / 01.2015 | Dokumentname | D0373224-1.doc |
| Approved / date: | TSch/01.2015 | | |
| Revision /date: | 1.0 | | |

6. Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit, die E-82 E2 2300 kW nachts mit reduzierter Drehzahl und Leistung zu betreiben (Nachtbetrieb). Die reduzierten Schalleistungspegel können bei Bedarf angefordert werden.
7. Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

| | | | |
|------------------------------|---------------|--|----------------|
| Document information: | | © Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. | |
| Author/Revisor/ date: | RWo / 01.2015 | Dokumentname | D0373224-1.doc |
| Approved / date: | TSch/01.2015 | | |
| Revision /date: | 1.0 | | |

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 214585-01.01

über eine Dreifachvermessung von Windenergieanlagen des Typs
Enercon E-82 E2 mit TES im Betriebsmodus 0s (BM 0s)

Datum:

15.12.2014

Auftraggeber:

WRD GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Bearbeiter:

Matthias Humpohl, B.Sc.
Dipl.-Ing. Oliver Bunk

1.) Zusammenfassung

Es wurden die Ergebnisse aus drei Emissionsmessungen an Windenergieanlagen (WEA) des Typs E-82 E2 mit TES an den Standorten Schöneiseiffen, Großheide OT Arle und Althöflein (Österreich) zusammengefasst.

Die Nabenhöhe beträgt beim Standort Schöneiseiffen $h_N = 78$ m, am Standort Großheide OT Arle $h_N = 98,4$ m und am Standort Althöflein $h_N = 108,4$ m. Die Emissionsdaten wurden für die Nabenhöhen $h_N = 59$ m, 69 m, 78 m, 85 m, 98 m, 108 m und 138 m sowie für die Windklassen von $v_s = 6$ m/s bis 10 m/s im Betriebsmodus 0s (BM 0s) mit der Nennleistung von $P_{Nenn} = 2.300$ kW und einer maximalen elektrischen Leistung von $P_{max} = 2.350$ kW laut Leistungskurve ermittelt.

Die gemittelte maximale Schalleistung ergab sich für alle Nabenhöhen zu $L_{WA} = 101,8$ dB(A). Die WEA-Geräusche waren nach dem subjektiven Höreindruck weder ton- noch impulshaltig. Die rechnerische Auswertung ergab jeweils keine Tonhaltigkeit. Eine rechnerische Auswertung der Impulshaltigkeit war nicht erforderlich.

Nachfolgender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt.*

Rheine, 15.12.2014 Hu/BB

KÖTTER Consulting Engineers KG



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.

* Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschrift. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen KCE-Beratungsbedingungen.

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|-----|---|----|
| 1.) | Zusammenfassung | 2 |
| 2.) | Bearbeitungsgrundlagen | 4 |
| 3.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 59 m | 5 |
| 4.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 69 m | 7 |
| 5.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 78 m | 9 |
| 6.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 85 m | 11 |
| 7.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 98 m | 13 |
| 8.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 108 m | 15 |
| 9.) | Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 138 m | 17 |

2.) Bearbeitungsgrundlagen

Für die Ermittlung der Geräuschemissionen werden folgende Normen, Vorschriften und Unterlagen herangezogen:

- [1] Fördergesellschaft Windenergie e. V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
- [2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03
- [3] DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren; Ausgabe März 2007
- [4] Schalltechnischer Bericht Nr. 211012-02.02 über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-82 E2 mit TES, Nr. 18 im Windpark Schöneiseiffen bei 53937 Schöneiseiffen im Betriebsmodus 0s, KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG, 08.12.2014
- [5] Schalltechnischer Bericht Nr. 214425-01.01 über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-82 E2 mit TES, im Windpark Arle bei 26532 Großheide OT Arle im Betriebsmodus 0s (BM 0s), KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG, 27.10.2014
- [6] Schalltechnischer Bericht Nr. 214276-01.02 über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs ENERCON E-82 E2 mit TES, im Windpark Hagn bei 2143 Althöflein, Österreich, im Betriebsmodus 0s, KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG, 04.12.2014

3.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 59 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 59 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schöneiseifen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,6 m/s ²⁾ | |
| 1 ¹⁾ | 98,8 dB(A) | 100,7 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,9 dB(A) | 102,3 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 ¹⁾ | 98,0 dB(A) | 99,9 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 ¹⁾ | 97,8 dB(A) | 100,6 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 98,2 dB(A) | 100,4 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,4 dB | 0,2 dB | 0,1 dB | 0,5 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,3 dB | 1,0 dB | 1,0 dB | 1,3 dB | 1,1 dB | |

¹⁾ Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe

²⁾ Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

| Schallemissionsparameter: Zuschläge | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} : | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,6 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

| Impulszuschlag K_{IN} : | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,6 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

| Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

| Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

4.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 69 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 69 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schöneeseiffen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,4 m/s ²⁾ | |
| 1 ¹⁾ | 99,2 dB(A) | 100,9 dB(A) | 101,5 dB(A) | 102,0 dB(A) | 102,3 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 ¹⁾ | 98,2 dB(A) | 100,2 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 ¹⁾ | 98,4 dB(A) | 100,8 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 98,6 dB(A) | 100,6 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,4 dB | 0,1 dB | 0,2 dB | 0,5 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,2 dB | 1,0 dB | 1,0 dB | 1,4 dB | 1,1 dB | |

¹⁾ Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
²⁾ Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,4 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Impulszuschlag K_{IN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,4 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.

5.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 78 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 78 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schöneiseiffen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,2 m/s ²⁾ | |
| 1 | 99,5 dB(A) | 101,0 dB(A) | 101,6 dB(A) | 102,0 dB(A) | 102,3 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 ¹⁾ | 98,4 dB(A) | 100,4 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 ¹⁾ | 98,7 dB(A) | 101,0 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 98,9 dB(A) | 100,8 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,4 dB | 0,1 dB | 0,2 dB | 0,5 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,2 dB | 1,0 dB | 1,1 dB | 1,4 dB | 1,1 dB | |

¹⁾ Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
²⁾ Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,2 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Impulszuschlag K_{IN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,2 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.

6.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 85 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 85 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schöneeseiffen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,1 m/s ²⁾ | |
| 1 ¹⁾ | 99,6 dB(A) | 101,1 dB(A) | 101,6 dB(A) | 102,1 dB(A) | 102,3 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 ¹⁾ | 98,6 dB(A) | 100,5 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 ¹⁾ | 99,0 dB(A) | 101,1 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 99,1 dB(A) | 100,9 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,3 dB | 0,1 dB | 0,3 dB | 0,5 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,1 dB | 1,0 dB | 1,1 dB | 1,4 dB | 1,1 dB | |

- 1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
 2) Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,1 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Impulszuschlag K_{IN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 9,1 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.

7.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 98 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 98 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schöneeseiffen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,9 m/s ²⁾ | |
| 1 ¹⁾ | 99,9 dB(A) | 101,2 dB(A) | 101,7 dB(A) | 102,2 dB(A) | 102,2 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 | 98,8 dB(A) | 100,7 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 ¹⁾ | 99,3 dB(A) | 101,2 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 99,4 dB(A) | 101,0 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,3 dB | 0,1 dB | 0,3 dB | 0,5 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,1 dB | 1,0 dB | 1,2 dB | 1,3 dB | 1,1 dB | |

1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
 2) Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,9 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Impulszuschlag K_{IN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,9 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.

8.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 108 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 108 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schöneeseiffen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,8 m/s ²⁾ | |
| 1 ¹⁾ | 100,1 dB(A) | 101,2 dB(A) | 101,8 dB(A) | 102,2 dB(A) | 102,2 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 ¹⁾ | 99,0 dB(A) | 100,8 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 | 99,5 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 99,5 dB(A) | 101,1 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,3 dB | 0,1 dB | 0,4 dB | 0,4 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,1 dB | 1,0 dB | 1,2 dB | 1,2 dB | 1,1 dB | |

1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
 2) Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,8 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Impulszuschlag K_{IN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,8 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.

9.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 138 m

| Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen | | | |
|--|---|---|---|
| | | | Seite 1 von 2 |
| Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen. | | | |
| Anlagendaten | | | |
| Hersteller | ENRCON GmbH | Anlagenbezeichnung | E-82 E2 mit TES |
| | | Nennleistung in kW | 2.300 (BM 0s) |
| | | Nabenhöhe in m | 138 |
| | | Rotordurchmesser in m | 82 |
| Angaben zur Einzelmessung | Messung-Nr. | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Seriennummer | 823015 | 825708 | 825452 |
| Standort | 53937 Schönesseifen | 26532 Großheide OT Arle | 2143 Althöflein (Österreich) |
| vermessene Nabenhöhe (m) | 78 | 98 | 108 |
| Messinstitut | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG | KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG |
| Prüfbericht | 211012-02.02 [4] | 214425-01.02 [5] | 214276-01.02 [6] |
| Datum | 08.12.2014 | 27.10.2014 | 28.11.2014 |
| Getriebetyp | entfällt | entfällt | entfällt |
| Generatortyp | E-82 E2 | E-82 E2 | E-82 E2 |
| Rotorblatttyp | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES | E-82-2 mit TES |

| Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0) | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| Schalleistungspegel $L_{WA,P}$: | | | | | | | |
| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | | |
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,5 m/s ²⁾ | |
| 1 ¹⁾ | 100,4 dB(A) | 101,4 dB(A) | 101,9 dB(A) | 102,3 dB(A) | 101,8 dB(A) | 102,0 dB(A) | |
| 2 ¹⁾ | 99,4 dB(A) | 101,1 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,5 dB(A) | |
| 3 ¹⁾ | 100,0 dB(A) | 101,5 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,7 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Mittelwert \bar{L}_W | 99,9 dB(A) | 101,3 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,8 dB(A) | 101,6 dB(A) | 101,8 dB(A) | |
| Standardabweichung S | 0,5 dB | 0,2 dB | 0,1 dB | 0,5 dB | 0,3 dB | 0,3 dB | |
| K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB | 1,4 dB | 1,0 dB | 1,0 dB | 1,3 dB | 1,1 dB | 1,1 dB | |

¹⁾ Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
²⁾ Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,5 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Impulszuschlag K_{IN} :

| Messung | Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | | | | | |
|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|
| | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 8,5 m/s ¹⁾ |
| 1 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 2 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |
| 3 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB |

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| $L_{WA,P}$ | 76,8 | 79,9 | 82,3 | 84,1 | 87,8 | 86,3 | 87,3 | 90,2 | 90,2 | 89,6 | 90,1 | 91,7 |
| Frequenz | 800 | 1.000 | 1.250 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.150 | 4.000 | 5.000 | 6.300 | 8.000 | 10.000 |
| $L_{WA,P}$ | 91,7 | 92,2 | 91,8 | 90,6 | 88,4 | 86,6 | 83,6 | 80,8 | 76,6 | 71,8 | 68,1 | 64,8 |

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

| | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
| $L_{WA,P}$ | 85,0 | 91,1 | 94,1 | 95,4 | 96,7 | 93,6 | 86,0 | 73,6 |

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.



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 26.08.1998)
- 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, November 2003
- 8.) DIN EN 50376.Entwurf Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen, November 2001
- 9.) FGW Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), 01.02.2008
- 10.) AKGerWEA Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen 109. Sitzung des LAI am 08. / 09. März 2005
- 11.) NRW Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen vom 11.07.2011)
- 12.) Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumplanung Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschemissionsprognose und an die Nachweismessung bei Windenergieanlagen, 31.07.2003 sowie Änderung des Erlasses vom 23.05.2013
- 13.) Niedersächsisches Umweltministerium Hinweise zur Beurteilung von Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren vom 19.05.2005
- 14.) J. Kötter, Dr. Kühner TA-Lärm `98: Erläuterungen/Kommentare in: Immissionsschutz 2 (2000) S54-63
- 15.) B. Vogelsang TA-Lärm oder wer muss eigentlich wem wie was sicher nachweisen? in: DAGA 2002, Bochum S. 298-299
- 16.) Dr. Ing. Ulrich J. Kurze, Müller-BBM Abschätzung der Unsicherheit von Immissionsprognosen in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / Heft 5 (2001)

-
- 17.) Dipl.-Ing. Detlef Piorr,
Landesumweltamt
NRW Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionsrichtwerten
mittels Prognose
in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / Heft 5 (2001)
- 18.) Helmut Klug Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos?
in: DEWI Magazin Nr. 20, Februar 2002
- 19.) Wolfgang Probst,
Ulrich Donner Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose
in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / Heft 3 (2002)
- 20.) Dietrich Determan,
Dr. Hans Ulrich Stühler
(Fickert/Fieseler) Baunutzungsverordnung, Kommentar unter besonderer
Berücksichtigung des deutschen und gemeinschaftlichen
Umweltschutzes,
12., grundlegend überarbeitete und ergänzte Auflage, 2014,
Verlag W. Kohlhammer
- 21.) Niedersachsen Gemeinsamer Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums und
des Niedersächsischen Ministeriums für Soziales, Frauen, Familie und
Gesundheit
Verfahren für die Genehmigung von Windkraftanlagen vom
05.11.2004
- 22.) Niedersachsen Stellungnahme des Niedersächsischen Umweltministeriums zu 21.)
vom 07. Dezember 2004
- 23.) Nordrhein-Westfalen Schreiben des Umweltministeriums vom 21. Dezember 2005 an die
Bezirksregierungen und Staatlichen Umweltämter NRW
- 24.) Landesamt für Natur,
Umwelt u. Verbraucherschutz NRW Materialien Nr. 63 „Windenergieanlagen und Immissionsschutz“, 2002
- 25.) Monika Agatz Windenergie-Handbuch“, 11. Ausgabe, Dezember 2014
- 26.) KÖTTER Consulting
Engineers Vortrag von Andrea Bauerdorff, Umweltbundesamt
„Infraschall von Windenergieanlagen“,
8. Rheiner Windenergie-Forum, 11. / 12. März 2015
- 27.) Landesverwaltungsamt
Sachsen-Anhalt Hinweise zur schalltechnischen Beurteilung von Windenergieanlagen
(WKA) bei immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren im
Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt (LvwA LSA), 24.02.2009
- 28.) DIN 18005-1 Schallschutz in Städtebau, Juli 2002
- 29.) Landesumweltamt
NRW Empfehlungen zur Bestimmung der meteorologischen Dämpfung c_{met}
gemäß DIN ISO 9613-2, 26.09.2012
- 30.) MULEWF
Rheinland-Pfalz Hinweise zur Beurteilung der Zulässigkeit von Windenergieanlagen in
Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie); Rundschreiben des
Ministeriums für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung,
des Ministeriums der Finanzen, des Ministeriums für Umwelt,
Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und des
Ministeriums des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz,
28.05.2013

-
- | | | |
|------|--|---|
| 31.) | 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 |
| 32.) | Bayrisches Landesamt für Umwelt | Windkraftanlagen - beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Neufassung: März 2012 / 4. aktualisierte Auflage: November 2014 |
| 33.) | Dipl.-Ing. Detlef Piorr, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW | Geräuschemissionen und -immissionen von Windenergieanlagen, Seminar BEW Duisburg 29. September 2011 |
| 34.) | Robert Koch-Institut | Infraschall und tieffrequenter Schall - ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland?, 30. November 2007 |
| 35.) | 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, Oktober 2014 |
| 36.) | Niedersachsen | Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in Niedersachsen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergieerlass im Entwurf vom 21.07.2014) |
| 37.) | Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz | Verfahrenshandbuch zum Vollzug des BImSchG, Durchführung von Genehmigungsverfahren bei Windenergieanlagen (23.05.2014) |
| 38.) | Gemeinsame Bekanntmachung div. Bayerischer Staatsministerien | Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) (20.11.2011) |
| 39.) | Umweltbundesamt | Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall Fachgebiet I 3.4 Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen, Juni 2014 |
| 40.) | LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg | Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen Zwischenbericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013 - 2014 Stand: Dezember 2014 |
| 41.) | HA Hessen Agentur GmbH | Faktenpapier Windenergie und Infraschall Bürgerforum Energieland Hessen Stand: Mai 2015 |