# Schallimmissionsprognose für sechs Windenergieanlagen am Standort

# Bornhausen

## (Niedersachsen)

Datum: 23.02.2018

Bericht Nr. 17-1-3078-000-NM

Auftraggeber:

wpd onshore GmbH & Co. KG

Friedrich-Ebert-Str. 110 | 34119 Kassel

Auftragsnummer: 356000445

Bearbeiter:

RAMBOLL CUBE GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Fax 0561 / 288 573-19

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11038-01-00

*Hinweis:*

*Zum 01.01.2018 hat sich die Firmenbezeichnung der CUBE Engineering GmbH zu RAMBOLL CUBE GmbH (nachfolgend CUBE bezeichnet) geändert. Die Änderung hat keinen Einfluss auf den akkreditierten Bereich des Unternehmens. Es handelt sich lediglich um eine formale Änderung der Firmenbezeichnung auf der Akkreditierungsurkunde, die bereits bei der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) beantragt ist.*

Die vorliegende Schallimmissionsprognose für den Standort Bornhausen (Niedersachsen) wurde der RAMBOLL CUBE GmbH im Oktober 2017 von der wpd onshore GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[…] Menschen […] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen […]". Die RAMBOLL CUBE GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der CUBE-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall" festgelegt und dokumentiert.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach Vorgaben der TA-Lärm [3], der DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert durch das Interimsverfahren [5] gemäß den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] und unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Niedersachsen sowie auf Basis der vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten.

Alle Rechte an diesem Bericht sind der RAMBOLL CUBE GmbH vorbehalten. Dieses Dokument darf, mit Ausnahme der Genehmigungsbehörden und der finanzierenden Banken, weder in Teilen noch in vollem Umfang ohne vorherige schriftliche Zustimmung der RAMBOLL CUBE GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kassel, 23.02.2018

[redacted]

Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens
(Bearbeiter)

[redacted]

Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Prüfer)

# Inhalt:


**1 Standortdaten 5**
1.1 Aufgabenstellung 5
1.2 Immissionsorte 6
1.3 Vorbelastung 17
1.4 Potentielle Schallreflexionen 17
1.5 Schallleistungspegel Windenergieanlagen 18
**2 Ergebnis der Immissionsberechnung 22**
**3 Zusammenfassung 25**
**4 Qualität der Prognose 27**
4.1 Berechnung des oberen Vertrauensbereichs 27
4.2 Maximal zulässiger Emissionspegel 28
4.3 Prognosemodell 29
**5 Tieffrequente Geräusche und Infraschall 31**
**6 Literaturverzeichnis 32**
**7 Anhang 34**

# 1 Standortdaten

## 1.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Bornhausen zwischen den Orten Bornhausen im Norden, Seesen im Südosten und Bilderlahe im Südwesten einen Windpark mit insgesamt sechs Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V150 mit 145 m Nabenhöhe (WEA 1 und 4) bzw. 166 m Nabenhöhe (WEA 2, 3, 5 und 6) zu errichten (vgl. Tabelle 1). Zur sicheren Einhaltung der nächtlichen Immissionsrichtwerte sollen die WEA im Nachtzeitraum schallreduziert betrieben werden.

**Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA**

| WEA | Typ | Nabenhöhe [m] | X-Ost [UTM ETRS89/ Zone 32] | Y-Nord [UTM ETRS89/ Zone 32] |
|---|---|---|---|---|
| **01** | Vestas V150 | 145 | 578.251 | 5.751.501 |
| **02** | Vestas V150 | 166 | 578.651 | 5.751.253 |
| **03** | Vestas V150 | 166 | 579.101 | 5.751.094 |
| **04** | Vestas V150 | 145 | 578.225 | 5.750.896 |
| **05** | Vestas V150 | 166 | 578.571 | 5.750.352 |
| **06** | Vestas V150 | 166 | 578.772 | 5.750.804 |

Südwestlich des Standorts existieren bereits weitere WEA bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diese müssen als Vorbelastungen berücksichtigt werden.

Es soll der Beurteilungspegel der Schallimmissionen der Windenergieanlagen an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

Die Immissionsprognose wird entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] nach dem vom NALS modifizierten Verfahren („Interimsverfahren“) [5] der DIN ISO 9613-2 [4] unter Berücksichtigung der Landesvorgaben (Niedersachsen) durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2).

Das Höhenrelief wurde den Höhenlinien der Topographischen Karte 1:25.000 entnommen.

Die Berechnung wurde mit der Software WindPRO [7], Modul DECIBEL, durchgeführt.

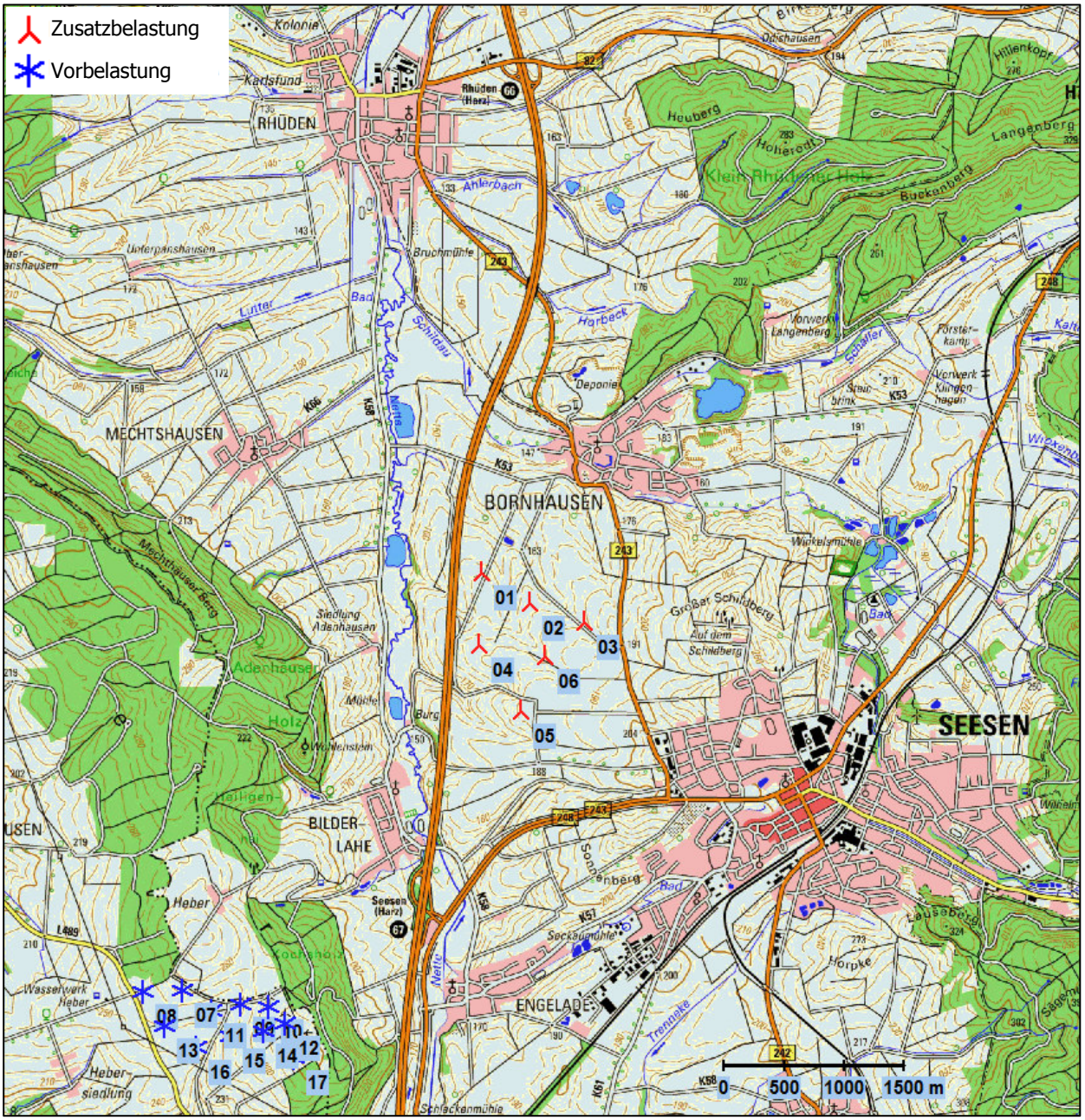



**Abbildung 1: Übersichtskarte**

## 1.2 Immissionsorte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Bornhausen wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Immissionsorte auf Basis des ATKIS Basis-DLM [8], sowie im Rahmen einer Standortbesichtigung bei bedecktem bewölktem Himmel und guten Sichtverhältnissen am 29.11.2017 untersucht.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der Ziffer 2.2 a) TA-Lärm [3] definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert liegt. Dazu sind auf der Karte auf Seite 8 die Iso-Schallinien für 25 dB(A), 30 dB(A) und für 35 dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 25 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 35 dB(A) beträgt, die innerhalb der 30 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 35 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45 dB(A) beträgt.

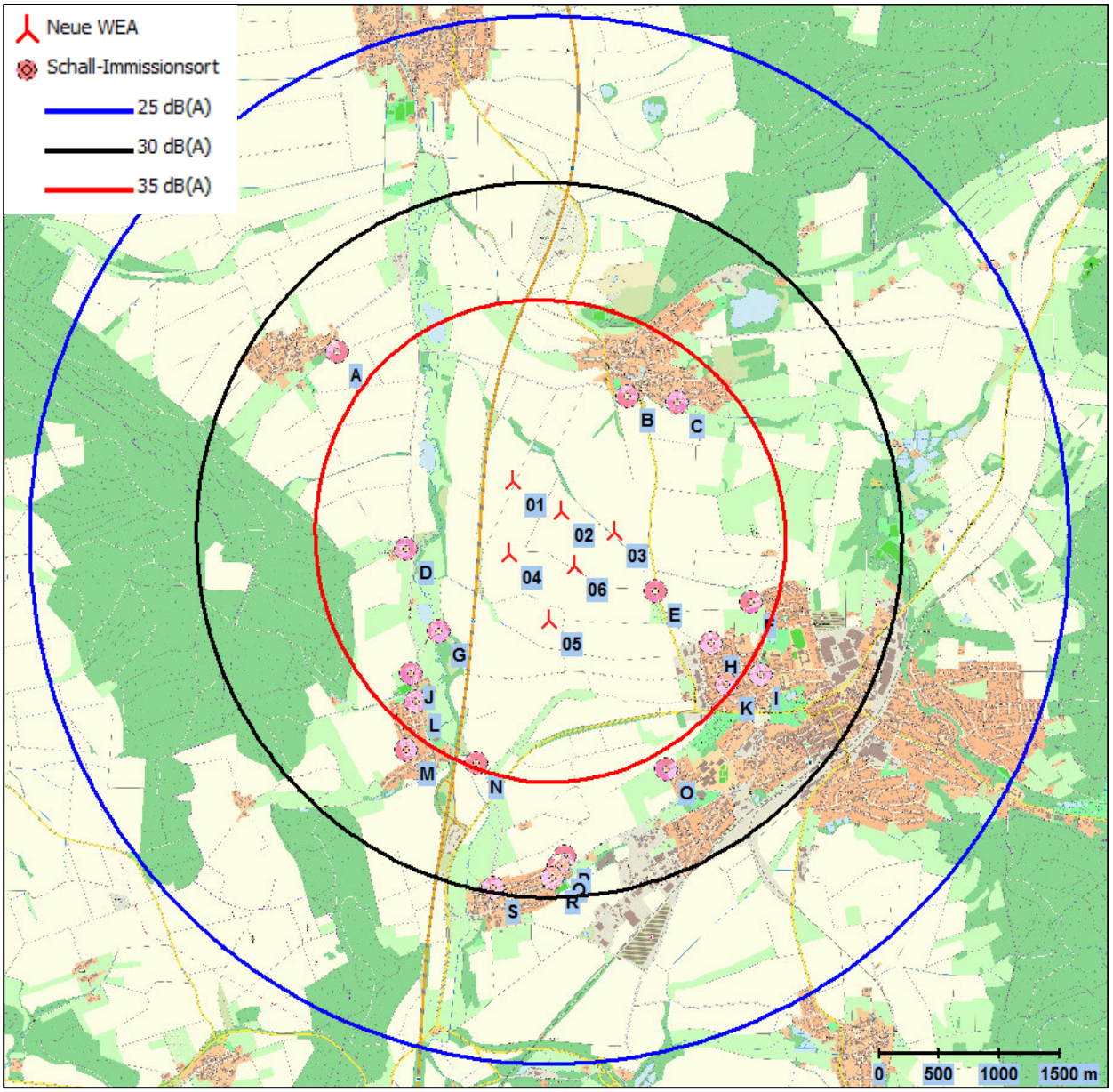



**Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung Nachtzeitraum, $L_{WA}$ inkl. Sicherheitszuschlag[1]**

In Tabelle 2 sind die Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich den Abbildungen 3 bis 14 sowie der Isophonenkarte im Anhang entnehmen. Die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben.

[1] Beurteilungspegel aus dem Oktavspektrum des Schallleistungspegels berechnet.

Für die Beurteilung des Lärmpegels an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert (Grenzwert) für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) herangezogen.

**Tabelle 2: Immissionsorte**

| IO | Bezeichnung | Nacht-Immissions-richtwert [dB(A)] | Einstufung gemäß TA Lärm Ziffer 6.1[2] | Grundlage |
|---|---|---|---|---|
| **A** | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Mechtshausen |
| **B** | Seesen, Seesener Straße 5 | 45 | MD | Flächennutzungsplan Mechtshausen |
| **C** | Seesen, Flachsrotten 2 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Mechtshausen |
| **D** | Seesen, Adenhausen 2 | 45 | Außenbereich | - |
| ***E*** | *Kleingartenanlage* | *60* | *G* | *Flächennutzungsplan Seesen* |
| **F** | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 40 | W | Flächennutzungsplan Seesen |
| **G** | Seesen, Burg 5 | 45 | Außenbereich | - |
| **H** | Seesen, Stettiner Straße 52 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Seesen |
| **I** | Seesen, Schützenallee 14a | 35 | WR | Flächennutzungsplan Seesen |
| **J** | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 45 | MD | Flächennutzungsplan Bilderlahe |
| **K** | Seesen, Hochstraße 43 | 35 | WR | Flächennutzungsplan Seesen |
| **L** | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Bilderlahe |
| **M** | Bilderlahe, Petersberg 1 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Bilderlahe |
| **N** | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 45 | Außenbereich | - |
| **O** | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 40 | W | Flächennutzungsplan Seesen |
| **P** | Seesen, Über den Rotten 7 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Engelade |
| **Q** | Seesen, Oststraße 4 | 35 | WR | Flächennutzungsplan Engelade |
| **R** | Engelade, Oststraße 16 | 35 | WR | Flächennutzungsplan Engelade |
| **S** | Engelade, Eichenstraße 10 | 40 | WA | Flächennutzungsplan Engelade |

[2] WR = Reines Wohngebiet
W/WA = Allgemeines Wohngebiet
MD = Dorf-/Mischgebiet
G = Grünfläche

Der Immissionsort E liegt gemäß dem Bebauungsplan Papenkamp der Gemeinde Seesen vom 29.01.1987 in einer Grünfläche. Diese Festsetzung ist nicht Bestandteil der in Abschnitt 6.1 TA Lärm [3] definierten Gebietstypen. Entsprechend ist der Immissionsrichtwert des Gebietes heranzuziehen, der der Gebietsart am ehesten entspricht. Gemäß dem VG Frankfurt, Beschl. V. 15.02.2002 - 4 G 4722/01 und dem VG Gelsenkirchen, Urt. v. 10.03.2010 – 10 K 2501/07 ist in Kleingartenanlagen dem Schutzbedürfnis der Schallbetroffenen in der Regel ausreichend Rechnung getragen, wenn der Tagesrichtwert für Dorfgebiete eingehalten wird. Entsprechend wird ein Richtwert von 60 dB(A) für den Zeitraum von 22-6 Uhr angesetzt. Damit liegt der Immissionsort E außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten WEA im Nachtzeitraum und wird im Folgenden rein informativ mit betrachtet.

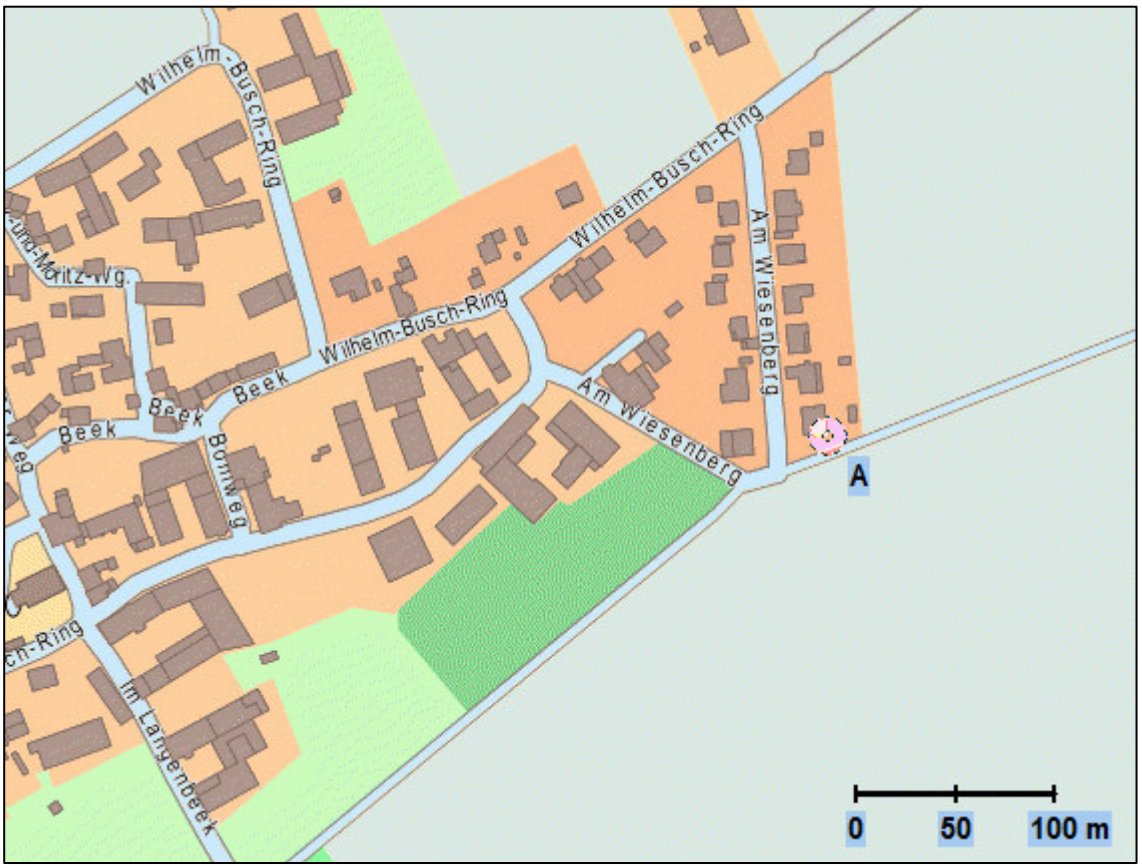



**Abbildung 3: Lage des Immissionsorts A in Mechtshausen**

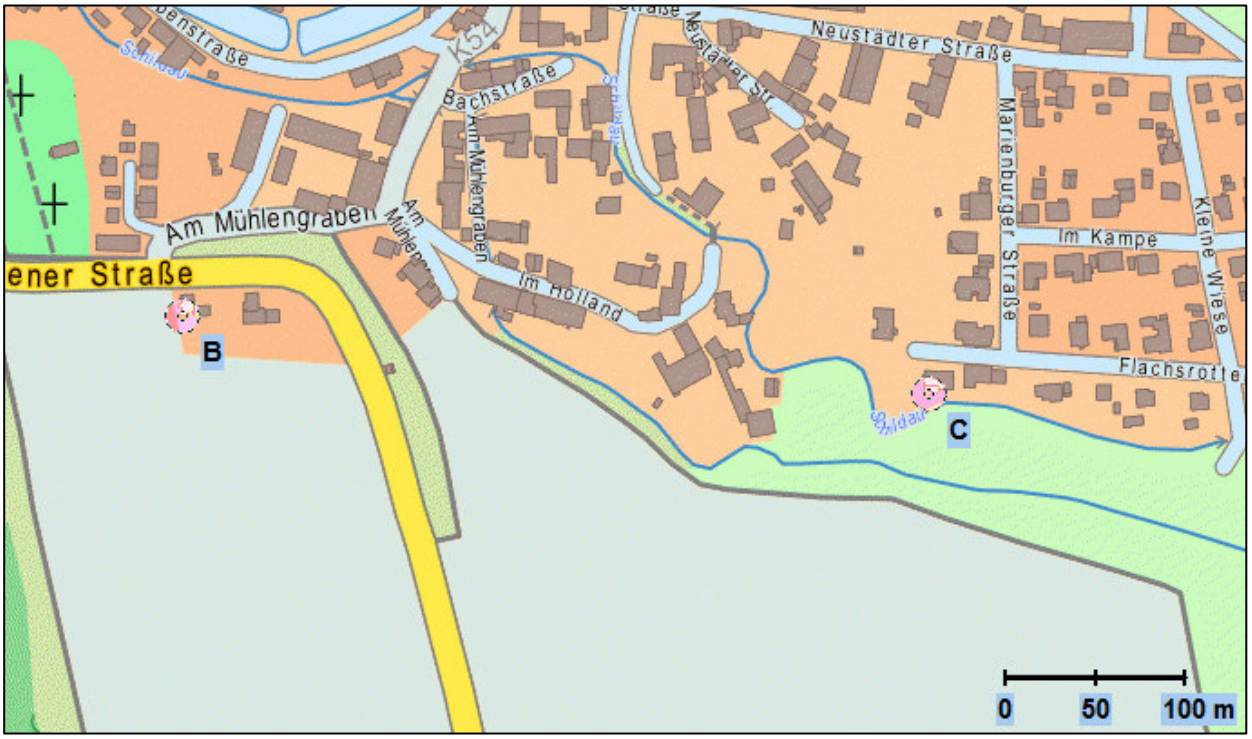



**Abbildung 4: Lage der Immissionsorte B und C in Bornhausen**

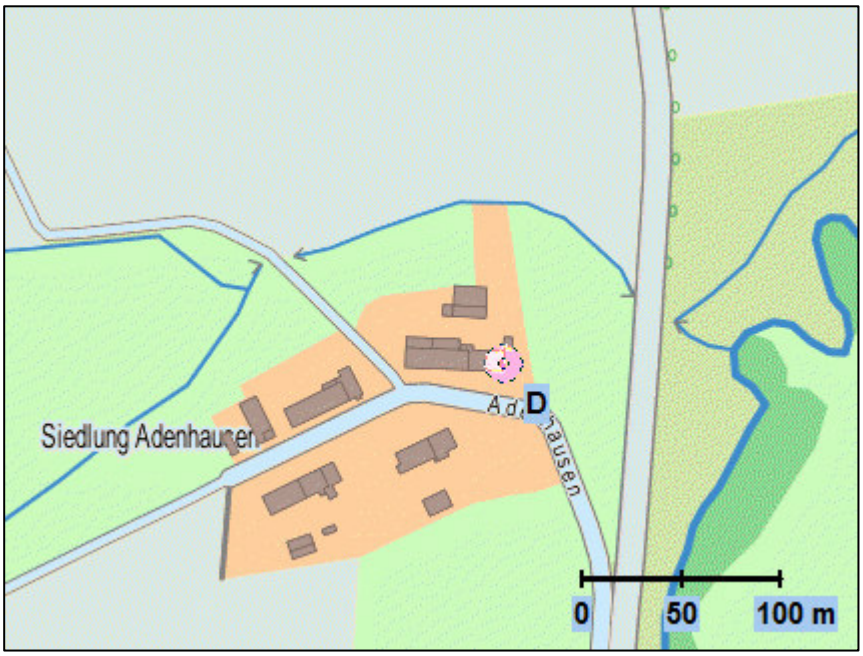



**Abbildung 5: Lage des Immissionsorts D in der Siedlung Adenhausen**

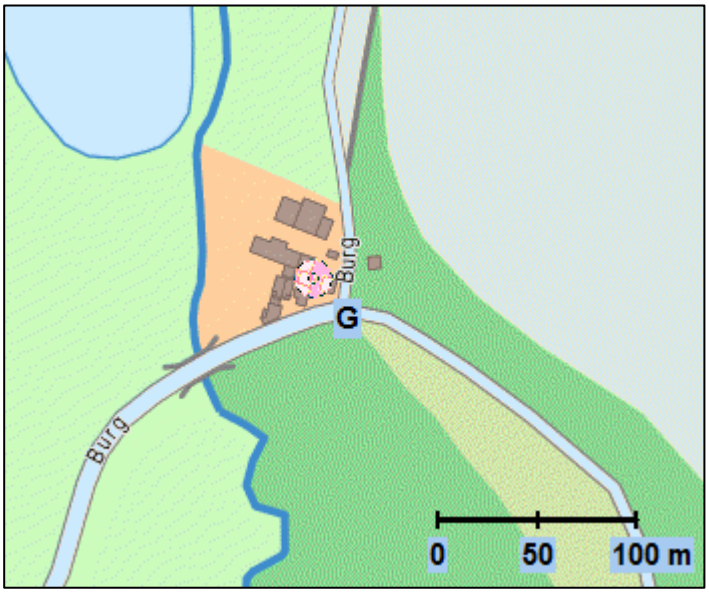



**Abbildung 6: Lage des Immissionsorts G nördlich von Bilderlahe**

**Abbildung 7: Lage der Immissionsorte J, L und M in Bilderlahe**

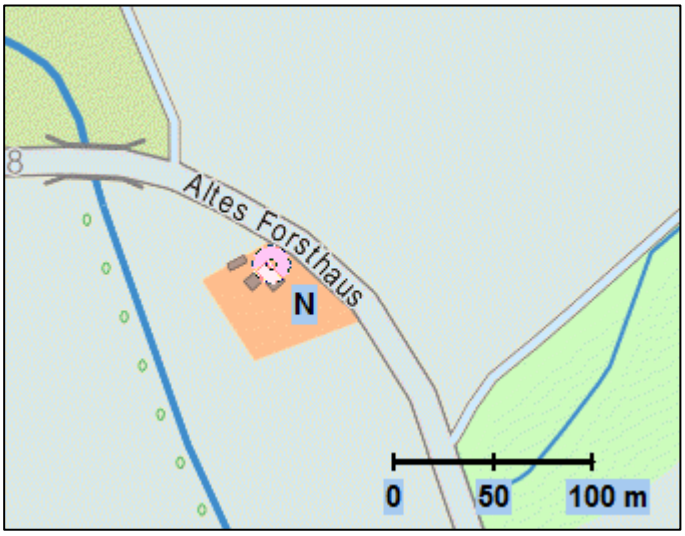



**Abbildung 8: Lage des Immissionsorts N östlich von Bilderlahe**

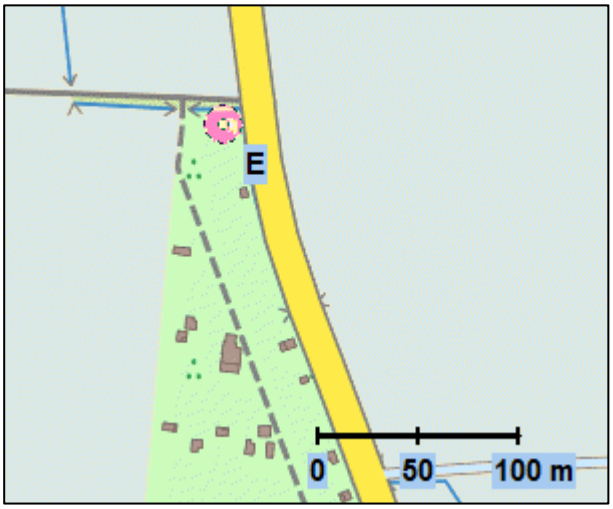



**Abbildung 9: Lage des Immissionsorts E nordwestlich von Seesen**

**Abbildung 10: Lage des Immissionsorts F in Seesen**

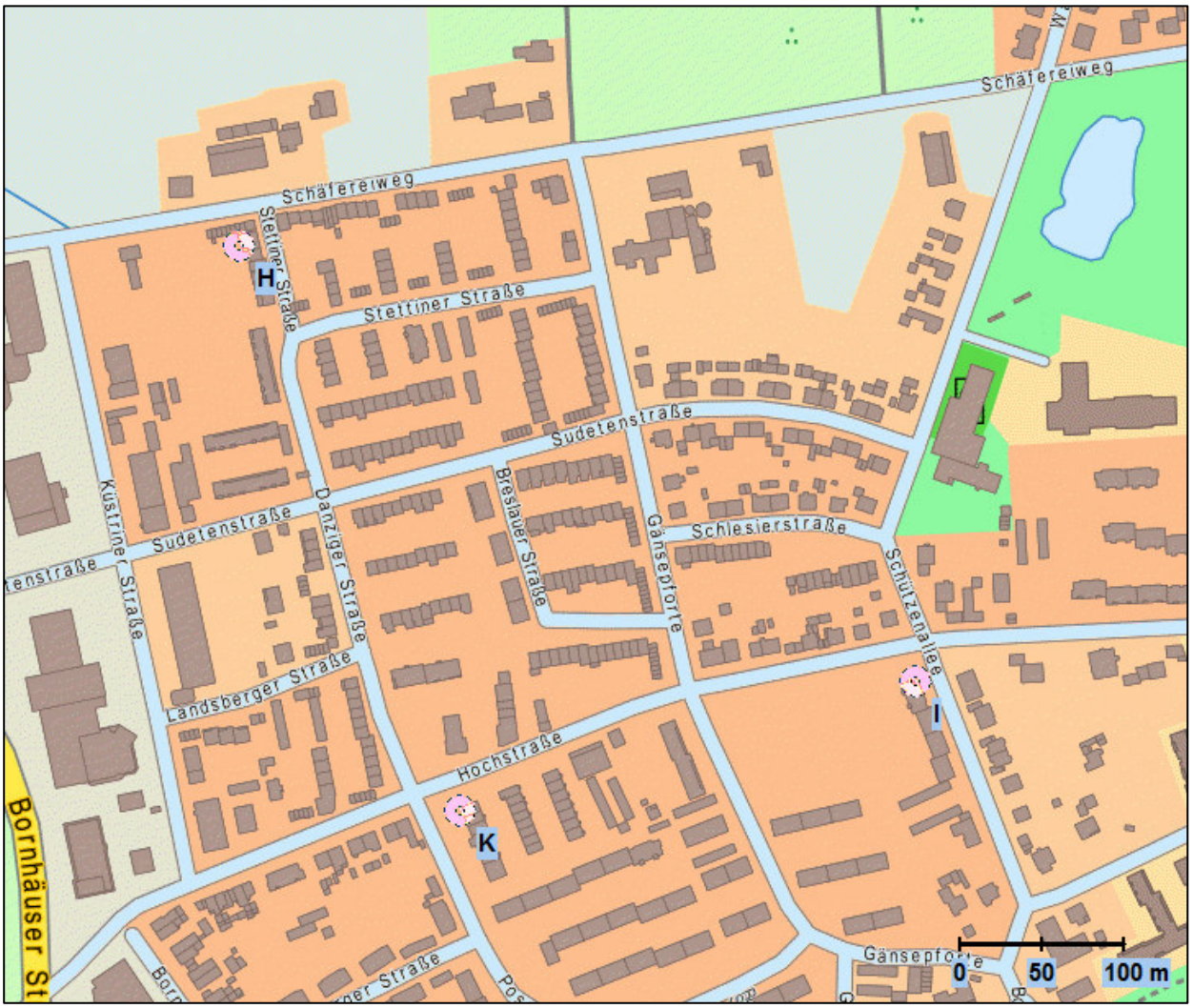



**Abbildung 11: Lage der Immissionsorte H, I und K in Seesen**

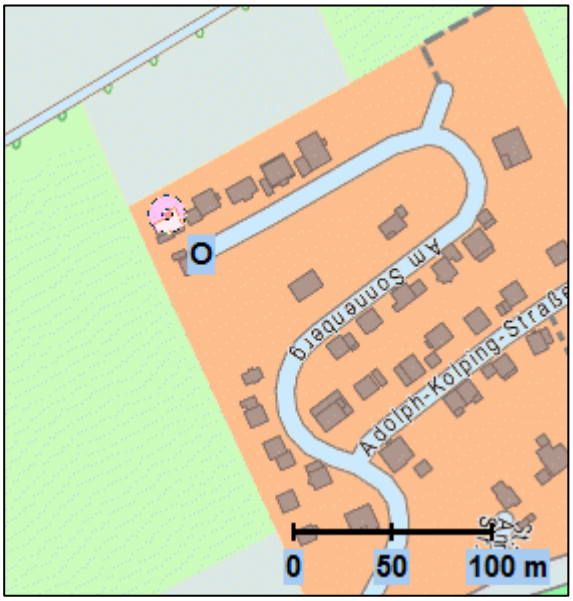



**Abbildung 12: Lage des Immissionsorts O in Seesen**

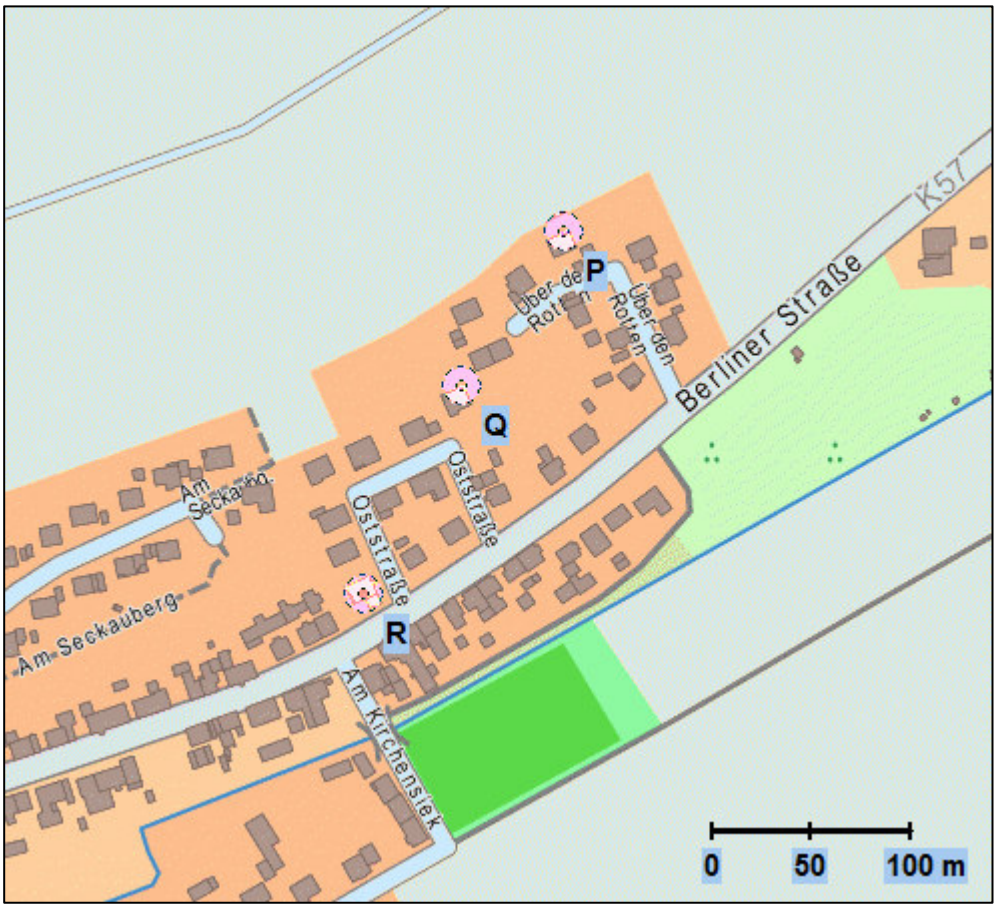



**Abbildung 13: Lage der Immissionsorte P, Q und R in Engelade**

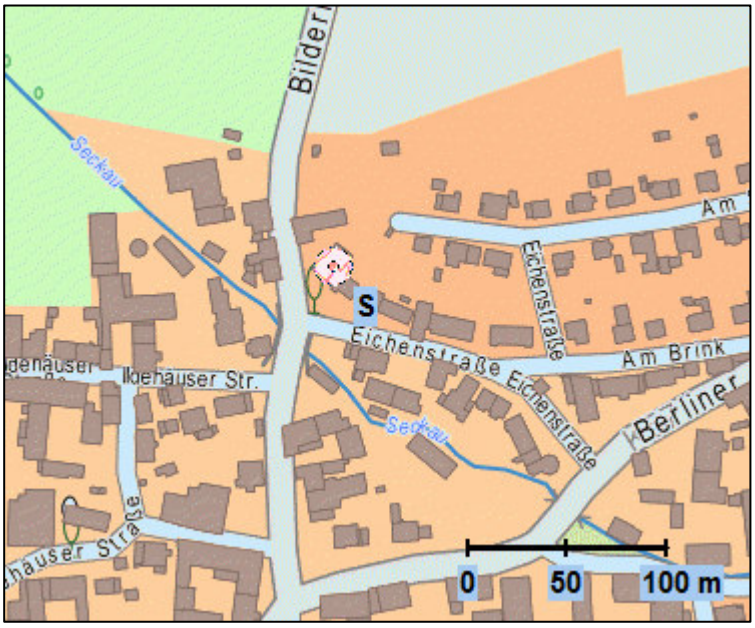



**Abbildung 14: Lage des Immissionsorts S in Engelade**

## 1.3 Vorbelastung

Für das Gewerbegebiet ‚Schildberg' nördlich von Seesen gelten nach dem Bebauungsplan Flächenschallpegel. Diese wurden mit der Software IMMI der Firma Wölfel für den nächstliegenden relevanten Immissionsort (IO I) berechnet. Das Berechnungsergebnis für diesen Immissionsort beträgt 23,2 dB(A) und liegt damit um mehr als 10 dB(A) unter dem Richtwert des Immissionsorts (Richtwert: 35 dB(A)). Damit ist das Gewerbegebiet nach Ziffer 2.2 a) TA-Lärm [3] nicht relevant, da sich kein hier relevanter Immissionsort in dessen Einwirkungsbereich befindet. Eine entsprechende Berechnung befindet sich im Anhang.

Südwestlich des Standorts existieren bereits sieben WEA bzw. befinden sich 4 WEA in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diese werden als Vorbelastung berücksichtigt.

## 1.4 Potentielle Schallreflexionen

Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass sich die Lautstärke an einem Aufpunkt durch eine Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppelt (+ 3 dB(A)) [15]. Daher sind Reflexionen nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von weniger als 3 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

An diesen Immissionsorten gibt die Lagegeometrie der Gebäude keinen Hinweis darauf, dass sich der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung von Abschirmungs- und Reflexionseffekten

durch Gebäude erhöht. Eine detaillierte Berechnung ist daher nicht notwendig.

## 1.5 Schallleistungspegel Windenergieanlagen

Am Standort sind sechs Windenergieanlagen des Typs Vestas V150 geplant. Weiterhin sind elf WEA als Vorbelastung zu berücksichtigen. Die Kenndaten der bestehenden und der neu geplanten WEA-Typen sind den Tabellen 3 bis 5 zu entnehmen.

**Tabelle 3: WEA-Kenndaten Zusatzbelastung**

| | **Zusatzbelastung** | | **Zusatzbelastung** | |
|---|---|---|---|---|
| **Bezeichnung(en) auf Ausdrucken** | 01, 02, 04 | | 03, 05, 06 | |
| **Anzahl** | 3 | | 3 | |
| **Hersteller** | Vestas | | Vestas | |
| **Typenbezeichnung** | V150 | | V150 | |
| **Rotordurchmesser [m]** | 150 | | 150 | |
| **Nabenhöhe [m]** | 145 (WEA 01 & 04)<br>166 (WEA 02) | | 166 | |
| **Nennleistung [kW]** | 4.200 | | 4.200 | |
| **Verwendeter $L_{WA}$ [dB(A)], 22-6 Uhr** | 103,4 | | 102,0 | |
| **Betriebsmodus, 22-6 Uhr** | SO1 | | SO2 | |
| **Quelle Schallpegel** | *DMS 0071-4442.V00* | | *DMS 0071-4442.V00* | |
| **Zuschlag ob. Vertrauensbereich 90 %*) [dB(A)]** | 2,1 | | 2,1 | |
| **Frequenz [Hz]** | **$L_{WA}$**) [dB(A)]** | **$L_{WA,90}$ [dB(A)]** | **$L_{WA}$**) [dB(A)]** | **$L_{WA,90}$ [dB(A)]** |
| **63** | 85,1 | 87,2 | 85,4 | 87,5 |
| **125** | 92,2 | 94,3 | 91,2 | 93,3 |
| **250** | 96,7 | 98,8 | 95,9 | 98,0 |
| **500** | 98,4 | 100,5 | 94,5 | 96,6 |
| **1000** | 97,4 | 99,5 | 96,0 | 98,1 |
| **2000** | 93,6 | 95,7 | 94,6 | 96,7 |
| **4000** | 87,2 | 89,3 | 88,3 | 90,4 |
| **8000** | 78,1 | 80,2 | 72,7 | 74,8 |
| **$L_{WA\ gesamt}$ [dB(A)], 22-6 Uhr** | **103,4** | **105,5** | **102,0** | **104,1** |

*) Vgl. Kapitel ‚Qualität der Prognose'

**) Die Angaben zu den Oktavbanddaten der Firma Vestas basieren auf einer Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe. Die angegebene Windgeschwindigkeit von 15 m/s in Nabenhöhe entspricht in etwa einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in der Referenzhöhe von 10 m ü. Gr. (eigene Umrechnung gemäß IEC 61400-11 ed.3 Anhang D).

## Tabelle 4: WEA-Kenndaten Vorbelastung I

| | Vorbelastung | | Vorbelastung | | Vorbelastung | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bezeichnung(en) auf Ausdrucken** | 07, 08, 13, 16 | | 09 | | 10, 14 | |
| **Anzahl** | 4 | | 1 | | 2 | |
| **Hersteller** | Senvion | | REpower | | Enercon | |
| **Typenbezeichnung** | MM100-2.000 | | MM 82-2.050 | | E-40/6.44 | |
| **Rotordurchmesser [m]** | 100 | | 82 | | 44 | |
| **Nabenhöhe [m]** | 100 | | 100 | | 78 | |
| **Nennleistung [kW]** | 2.000 | | 2.050 | | 600 | |
| **Verwendeter $L_{WA}$ [dB(A)], 22-6 Uhr** | 103,8 | | 105,0 | | 101,0 | |
| **Quelle Schallpegel** | Landkreis Northeim - Fachbereich VI | | | | | |
| **Zuschlag ob. Vertr.ber. 90 % [dB(A)]*)** | 1,5 | | 1,5 | | 1,5 | |
| **Frequenz [Hz]**)** | **$L_{WA}$ [dB(A)]** | **$L_{WA,\,90}$ [dB(A)]** | **$L_{WA}$ [dB(A)]** | **$L_{WA,\,90}$ [dB(A)]** | **$L_{WA}$ [dB(A)]** | **$L_{WA,\,90}$ [dB(A)]** |
| **63** | 83,5 | 85,0 | 84,7 | 86,2 | 80,7 | 82,2 |
| **125** | 91,9 | 93,4 | 93,1 | 94,6 | 89,1 | 90,6 |
| **250** | 96,1 | 97,6 | 97,3 | 98,8 | 93,3 | 94,8 |
| **500** | 98,3 | 99,8 | 99,5 | 101,0 | 95,5 | 97,0 |
| **1000** | 97,8 | 99,3 | 99,0 | 100,5 | 95,0 | 96,5 |
| **2000** | 95,8 | 97,3 | 97,0 | 98,5 | 93,0 | 94,5 |
| **4000** | 91,8 | 93,3 | 93,0 | 94,5 | 89,0 | 90,5 |
| **8000***)** | 80,9 | 82,4 | 82,1 | 83,6 | 78,1 | 79,6 |
| **$L_{WA\ gesamt}$ [dB(A)], 22-6 Uhr** | 103,8 | 105,3 | 105,0 | 106,5 | 101,0 | 102,5 |

*) Vgl. Kapitel 4 ‚Qualität der Prognose'

**) Die Daten für die einzelnen Oktavbänder wurden mittels des LAI-Referenzspektrums [6] ermittelt.

***) Die Daten für 8000 Hz wurden mangels Angabe in den LAI Hinweisen entsprechend der Vorgabe aus dem Windenergiehandbuch ermittelt.

**Tabelle 5: WEA-Kenndaten Vorbelastung II**

| | Vorbelastung | | Vorbelastung | |
|---|---|---|---|---|
| **Bezeichnung(en) auf Ausdrucken** | 11, 15 | | 12, 17 | |
| **Anzahl** | 2 | | 2 | |
| **Hersteller** | Vestas | | Enercon | |
| **Typenbezeichnung** | V90 | | E-66/18.70 | |
| **Rotordurchmesser [m]** | 90 | | 70 | |
| **Nabenhöhe [m]** | 95 | | 65 | |
| **Nennleistung [kW]** | 2.000 | | 1.800 | |
| **Verwendeter $L_{WA}$ [dB(A)], 22-6 Uhr** | 104,0 | | 103,0 | |
| **Quelle Schallpegel** | Landkreis Northeim - Fachbereich VI | | | |
| **Zuschlag ob. Vertr.ber. 90 % [dB(A)]*)** | 1,5 | | 1,5 | |
| **Frequenz [Hz]**)** | **$L_{WA}$ [dB(A)]** | **$L_{WA,\,90}$ [dB(A)]** | **$L_{WA}$ [dB(A)]** | **$L_{WA,\,90}$ [dB(A)]** |
| **63** | 83,7 | 85,2 | 82,7 | 84,2 |
| **125** | 92,1 | 93,6 | 91,1 | 92,6 |
| **250** | 96,3 | 97,8 | 95,3 | 96,8 |
| **500** | 98,5 | 100,0 | 97,5 | 99,0 |
| **1000** | 98,0 | 99,5 | 97,0 | 98,5 |
| **2000** | 96,0 | 97,5 | 95,0 | 96,5 |
| **4000** | 92,0 | 93,5 | 91,0 | 92,5 |
| **8000***)** | 81,1 | 82,6 | 80,1 | 81,6 |
| **$L_{WA\ gesamt}$ [dB(A)], 22-6 Uhr** | 104,0 | 105,5 | 103,0 | 104,5 |

*) Vgl. Kapitel 4 ‚Qualität der Prognose'

**) Die Daten für die einzelnen Oktavbänder wurden mittels des LAI-Referenzspektrums [6] ermittelt.

***) Die Daten für 8000 Hz wurden mangels Angabe in den LAI Hinweisen entsprechend der Vorgabe aus dem Windenergiehandbuch ermittelt.

Die Angaben zum Schallleistungspegel beziehen sich auf den maximalen Schallleistungspegel des WEA-Typs bei einer Windgeschwindigkeit ≤ 10m/s, bzw. bei 95 % der Nennleistung. Die einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich zu einem resultierenden Schalldruckpegel, der für die in Frage kommenden Immissionsorte (vgl. Kapitel 1.2) zu bewerten ist.

Für den WEA-Typ Vestas V150 existiert noch keine schalltechnische Vermessung nach der *Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte (FGW-Richtlinie* [16]*)*. Die Schallimmissionsprognose beruht auf den Herstellerangaben zum schallreduzierten Betrieb in den Modi SO1 und SO2.

Die Schallleistungspegel der Vorbelastungs-WEA wurden vom Landkreis Nordheim (Fachbereich VI) vorgegeben. Die einzelnen Oktavbanddaten wurden mittels des LAI-Referenzspektrums [6] ermittelt.

# 2 Ergebnis der Immissionsberechnung

Die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch die geplanten Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert nach dem Interimsverfahren [5] wie folgt berechnet.

**Tabelle 6: Vorbelastung durch elf WEA**

| IO | Bezeichnung | Beurteilungspegel [dB(A)] |
|---|---|---|
| **A** | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 25,2 |
| **B** | Seesen, Seesener Straße 5 | 23,6 |
| **C** | Seesen, Flachsrotten 2 | 23,1 |
| **D** | Seesen, Adenhausen 2 | 29,9 |
| ***E*** | *Kleingartenanlage* | 26,6 |
| **F** | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 24,8 |
| **G** | Seesen, Burg 5 | 31,8 |
| **H** | Seesen, Stettiner Straße 52 | 26,2 |
| **I** | Seesen, Schützenallee 14a | 25,5 |
| **J** | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 33,7 |
| **K** | Seesen, Hochstraße 43 | 26,4 |
| **L** | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 34,6 |
| **M** | Bilderlahe, Petersberg 1 | 36,6 |
| **N** | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 34,7 |
| **O** | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 28,8 |
| **P** | Seesen, Über den Rotten 7 | 33,1 |
| **Q** | Seesen, Oststraße 4 | 33,4 |
| **R** | Engelade, Oststraße 16 | 33,8 |
| **S** | Engelade, Eichenstraße 10 | 36,5 |

**Tabelle 7: Zusatzbelastung durch sechs WEA**

| IO | Bezeichnung | Beurteilungspegel [dB(A)] |
|---|---|---|
| **A** | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 33,0 |
| **B** | Seesen, Seesener Straße 5 | 39,2 |
| **C** | Seesen, Flachsrotten 2 | 37,5 |
| **D** | Seesen, Adenhausen 2 | 40,6 |
| ***E*** | *Kleingartenanlage* | *43,1* |
| **F** | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 36,3 |
| **G** | Seesen, Burg 5 | 40,6 |
| **H** | Seesen, Stettiner Straße 52 | 37,4 |
| **I** | Seesen, Schützenallee 14a | 34,2 |
| **J** | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 37,3 |
| **K** | Seesen, Hochstraße 43 | 35,3 |
| **L** | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 36,3 |
| **M** | Bilderlahe, Petersberg 1 | 34,1 |
| **N** | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 35,3 |
| **O** | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 34,1 |
| **P** | Seesen, Über den Rotten 7 | 31,5 |
| **Q** | Seesen, Oststraße 4 | 31,2 |
| **R** | Engelade, Oststraße 16 | 30,7 |
| **S** | Engelade, Eichenstraße 10 | 30,1 |

**Tabelle 8: Gesamtbelastung durch 17 WEA**

| IO | Bezeichnung | Beurteilungspegel [dB(A)] |
|---|---|---|
| **A** | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 33,7 |
| **B** | Seesen, Seesener Straße 5 | 39,3 |
| **C** | Seesen, Flachsrotten 2 | 37,7 |
| **D** | Seesen, Adenhausen 2 | 40,9 |
| ***E*** | *Kleingartenanlage* | *43,2* |
| **F** | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 36,6 |
| **G** | Seesen, Burg 5 | 41,2 |
| **H** | Seesen, Stettiner Straße 52 | 37,7 |
| **I** | Seesen, Schützenallee 14a | 34,8 |
| **J** | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 38,9 |
| **K** | Seesen, Hochstraße 43 | 35,8 |
| **L** | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 38,6 |
| **M** | Bilderlahe, Petersberg 1 | 38,6 |
| **N** | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 38,0 |
| **O** | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 35,2 |
| **P** | Seesen, Über den Rotten 7 | 35,4 |
| **Q** | Seesen, Oststraße 4 | 35,4 |
| **R** | Engelade, Oststraße 16 | 35,5 |
| **S** | Engelade, Eichenstraße 10 | 37,4 |

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrucke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse) sowie Berechnungen zum Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels. Weiterhin ist im Anhang eine **Isophonenkarte** für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

# 3 Zusammenfassung

Für den Standort Bornhausen wurde eine Schallimmissionsprognose entsprechend der TA-Lärm [3] nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert nach dem Interimsverfahren [5] nach den Hinweisen der LAI [6] für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch sechs Windenergieanlagen des Typs Vestas V150 an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt. Zur sicheren Einhaltung der nächtlichen Immissionsrichtwerte sollen die geplanten WEA im Nachtzeitraum schallreduziert in den Betriebsmodi SO1 und SO2 betrieben werden.

Für die Vestas V150 liegt noch kein nach FGW-Richtlinie [16] vermessener Schallleistungspegel vor. Es wurde der vom Hersteller angegebene Schallleistungspegel von 103,4 dB(A) bzw. 102,0 dB(A) für die schallreduzierten Betriebsmodi jeweils unter Berücksichtigung des zugehörigen Oktavspektrums verwendet. Eine Vermessung des WEA-Typs steht jedoch bevor.

Die Ergebnisse der Immissionsprognose unter den o.g. Voraussetzungen sind in Tabelle 9 wiedergegeben.

**Tabelle 9: Zusammenfassung der Ergebnisse**

| IO | Bezeichnung | Zul. Nacht-Immissionsrichtwert [dB(A)] | Beurteilungspegel Ob. Vertrauensbereichsgrenze (90%) [dB(A)] *) |
|---|---|---|---|
| **A** | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 40 | 34 |
| **B** | Seesen, Seesener Straße 5 | 45 | 39 |
| **C** | Seesen, Flachsrotten 2 | 40 | 38 |
| **D** | Seesen, Adenhausen 2 | 45 | 41 |
| ***E*** | *Kleingartenanlage* | *60* | *43* |
| **F** | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 40 | 37 |
| **G** | Seesen, Burg 5 | 45 | 41 |
| **H** | Seesen, Stettiner Straße 52 | 40 | 38 |
| **I** | Seesen, Schützenallee 14a | 35 | 35 |
| **J** | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 45 | 39 |
| **K** | Seesen, Hochstraße 43 | 35 | **36** |
| **L** | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 40 | 39 |
| **M** | Bilderlahe, Petersberg 1 | 40 | 39 |

| IO | Bezeichnung | Zul. Nacht-Immissionsrichtwert [dB(A)] | Beurteilungspegel Ob. Vertrauensbereichsgrenze (90%) [dB(A)] *) |
|---|---|---|---|
| **N** | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 45 | 38 |
| **O** | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 40 | 35 |
| **P** | Seesen, Über den Rotten 7 | 40 | 35 |
| **Q** | Seesen, Oststraße 4 | 35 | 35 |
| **R** | Engelade, Oststraße 16 | 35 | 35 |
| **S** | Engelade, Eichenstraße 10 | 40 | 37 |

*) Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [17] angewendet.

Beurteilungspegel zur Vor- und Zusatzbelastung sind in Kapitel 2 aufgeführt.

**Die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit an den Immissionsorten A bis J und L bis S eingehalten.**

**Am Immissionsort K wird der nächtliche Immissionsrichtwert um 1 dB(A) überschritten. Nach Ziffer 3.2.1 Absatz 3 TA Lärm** [3] **ist eine Überschreitung um bis zu 1 dB(A) aufgrund der bestehenden Vorbelastung zulässig.**

Da die berechneten Beurteilungspegel auf einem noch nicht nach FGW-Richtlinie [16] vermessenen Schallleistungspegel für die WEA Vestas V150 von 103,4 dB(A) bzw. 102,0 dB(A) basieren, sollte dieser Wert vor Errichtung der Windenergieanlagen durch eine Vermessung des WEA-Typs bestätigt werden.

Bei Vorliegen einer Garantie des Herstellers auf Einhaltung des hier verwendeten Schallleistungspegels kann dies auch in Form einer Abnahmemessung vor Ort durchgeführt werden. Bei der Abnahmemessung ist der sog. „Messabschlag für Überwachungsmessungen“ nach Abschnitt 6.9 TA Lärm *nicht* in Ansatz zu bringen.

Im Tagbetrieb können die WEA mit dem maximalen Schallleistungspegel betrieben werden, da während des Tagzeitraums (6-22 Uhr) die Immissionsrichtwerte der in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte entsprechend Ziffer 6.1 TA-Lärm [3] 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) liegen. So werden auch bei einem höheren Emissionspegel für die WEA im Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte weit unterschritten. Entsprechend liegt

der Immissionspegel an den relevanten Immissionsorten um mehr als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert, womit diese nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] nicht mehr im Einwirkungsbereich der geplanten WEA liegen.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Bornhausen sind in Kapitel 2 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

Das Oktavbandspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann von dem der Prognose zugrundeliegenden Spektrum im Allgemeinen abweichen. Entscheidend im Falle der Abweichung ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Immissionsrichtwerte durch eine der Abnahmemessung folgende Ausbreitungsrechnung entsprechend dem Interimsverfahren mit dem gemessenen Oktavspektrum. Dabei ist nach LAI-Hinweisen (5.2) die Messunsicherheit, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells zu berücksichtigen.

# 4 Qualität der Prognose

## 4.1 Berechnung des oberen Vertrauensbereichs

Die Qualität der Prognose wird nach den Hinweisen der LAI [6] wahrscheinlichkeitsmathematisch aus den Unsicherheits-Parametern $\sigma_P, \sigma_R$ und $\sigma_{Prog}$ ermittelt:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma^2{}_P + \sigma^2{}_R + \sigma^2{}_{Prog}}$$

Der Schallleistungspegel inklusive des emissionsseitigen Sicherheitszuschlags nach dem 90%-Vertrauensintervall errechnet sich wie folgt:

$$L_{ges} = L_{WA} + 1{,}28 * \sigma_{ges}$$

**Tabelle 10: Unsicherheitsparameter**

| WEA Bezeichnung | WEA Typ | Modus | Serien-streuung $\sigma_P$ [dB(A)] | Vgl.-Stdbw. $\sigma_R$ [dB(A)] | Prognose-modell $\sigma_{Prog}$ [dB(A)] | Zuschlag $p_{90}$ $L_{ges}$ [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vestas** | **V150** | SO1 | 1,2 | 0,5 | 1,0 | **2,1** |
| **Vestas** | **V150** | SO2 | 1,2 | 0,5 | 1,0 | **2,1** |
| **Senvion** | **MM100** | - | 0,4 | 0,5 | 1,0 | **1,5** |
| **REpower** | **MM82** | - | 0,4 | 0,5 | 1,0 | **1,5** |
| **Enercon** | **E-40/6.44** | - | 0,4 | 0,5 | 1,0 | **1,5** |
| **Vestas** | **V90** | - | 0,4 | 0,5 | 1,0 | **1,5** |
| **Enercon** | **E-66/18.70** | - | 0,2 | 0,5 | 1,0 | **1,5** |

Die Unsicherheit wurde hier emissionsseitig auf die Schallpegel der Anlagentypen aufgeschlagen. Der statistische Ausgleich der Unsicherheit durch mehrere Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Werte über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln. Da bei den Berechnungen auf eine Berücksichtigung von Abschirmwirkungen verzichtet wird, findet die Ungenauigkeit der Bestimmung des Abschirmmaßes $\sigma_{Schirm}$ bei der Berechnung der Qualität der Prognose keine Berücksichtigung.

## 4.2 Maximal zulässiger Emissionspegel

Der in der Genehmigung festzuschreibende maximal zulässige Emissionspegel nach LAI Ziffer 4.1 [6] für den Nachtzeitraum (22 – 6 Uhr) errechnet sich wie folgt:

$$L_{e,max} = LW + \text{Unsicherheitsangabe } (\sigma^2{}_P + \sigma^2{}_R) \text{ des Herstellers}$$

$$L_{e,max}\,(SO1) = 103{,}4\ dB(A) + 1{,}7\ dB(A) = \mathbf{105{,}1\ dB(A)}$$

$$L_{e,max}\,(SO2) = 102{,}0\ dB(A) + 1{,}7\ dB(A) = \mathbf{103{,}7\ dB(A)}$$

## 4.3 Prognosemodell

Die Berechnungen für die Schallausbreitung der WEA basieren auf der Anwendung der DIN ISO 9613-2 [4]. Das Verfahren ist für Quellen bis etwa 30 m Höhe anwendbar. Nabenhöhen moderner WEA überschreiten diese Vorgabe bei weitem, weshalb der NALS das „Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen“ [5] entwickelt hat. Im Folgenden werden einzelne Aspekte der Berechnungsalgorithmen näher erläutert.

**Luftabsorption ($A_{Atm}$)**

Nach den Hinweisen der LAI [6] sollen Oktavbandschallpegel als Eingangsdaten für die Berechnungen verwendet werden. Nach DIN ISO 9613-2 [4] kann die Luftdämpfung in jedem Oktavband mit den jeweiligen Luftdämpfungskoeffizienten berechnet werden (statt wie bei 500 Hz-Mittenpegeln mit einem einzelnen Wert von 1,9 dB(A)/km). Die Dämpfungskoeffizienten für jedes Oktavband werden aus Tab. 2 DIN ISO 9513-2 [4] für meteorologische Bedingungen von 10°C und 70% Luftfeuchte übernommen, was günstige Schallausbreitungsbedingungen bzw. eine geringe Dämpfung bedingt und somit einen konservativen Ansatz darstellt. Die frequenzabhängige Dämpfung spiegelt die realen akustischen Transmissionsbedingungen in Luft besser wieder als der pauschale Ansatz mittels eines Mittenpegels und führt so zu realistischeren Ergebnissen.

**Bodendämpfung ($A_{gr}$)**

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus der Reflexion von Schall an einer Bodenoberfläche, die die direkte Schallausbreitung zwischen Quelle und Empfänger beeinflusst [4]. Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren. Das Interimsverfahren modifiziert die Berechnung der Bodendämpfung durch eine pauschale Annahme von $A_{gr}$ = -3 dB(A). Dies entspricht einer negativen Dämpfung, also einer Zunahme des Pegels auf Empfängerseite und kann als Bodenreflexionseffekt interpretiert werden.

**Richtwirkungskorrektur $D_C$**

Die Richtwirkungskorrektur ist bei Anwendung des bisher verwendeten Alternativen Verfahrens nach [4] anzuwenden, um der Bodenreflexion Rechnung zu tragen. Durch den pauschalen Ansatz der negativen Bodendämpfung nach dem Interimsverfahren entfällt diese und es wird $D_C$ = 0 gesetzt.

**Meteorologische Korrektur $C_{met}$**

Die meteorologische Korrektur wird nach [4] in Abhängigkeit von dem Verhältnis von Entfernung zwischen Quelle und Empfänger und deren Höhen berechnet und beträgt für Windenergieanlagen im Regelfall null. Dieser Wert wird durch das Interimsverfahren nun standardmäßig null gesetzt.

**Zusätzliche Dämpfung durch Bewuchs um die WEA**

Die Ausbreitungsrechnung berücksichtigt nicht die Dämpfung durch die umliegende Bebauung und den Bewuchs. Der um die WEA befindliche Bewuchs von Bäumen mit bis zu 30 m Höhe dämpfen den Schall jedoch zusätzlich, so dass die realen Immissionspegel unter den berechneten liegen werden.

**Mitwindsituation**

Die Dämpfungsterme der Schallimmissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 gehen bei der Schallausbreitungsberechnung grundsätzlich von einer Mitwindsituation nach ISO 1996-2:1987, 5.4.3.3 [18] aus und haben damit konservative Ergebnisse zur Folge. Eine weitere Besonderheit bei der Schallberechnung für Windenergieanlagen besteht darin, dass wenn mehrere Anlagen geplant sind, diese von einem Immissionsort aus gesehen in der Regel in verschiedenen Richtungen stehen. So ist, gewährleistet, dass selbst wenn der Wind aus einer anderen als der Hauptwindrichtung kommt, jeweils nur eine der neu geplanten Anlagen direkt in Mitwindrichtung liegen kann.

Alle hier genannten Faktoren führen dazu, dass die Prognose konservativ angesetzt wurde und die berechneten Ergebnisse auf der „Sicheren Seite“ liegen.

# 5 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

Als tieffrequente Geräusche werden Geräusche bezeichnet, deren vorherrschende Energieanteile in einem Frequenzbereich unter 90 Hz liegen (vgl. Ziffer 7.3 TA Lärm [3]). Infraschall bezeichnet Schall in einem Frequenzbereich unter 20 Hz.

Tieffrequente Geräusche werden bei Windenergieanlagen ab 50 Hz schalltechnisch vermessen und bei der Bildung der Oktav- oder Terzbanddaten berücksichtigt. Die vermessenen Schallleistungspegel im Frequenzbereich unter 100 Hz liegen regelmäßig deutlich unter den im Frequenzbereich von 100 – 4000 Hz gemessen Schallleistungspegeln.

Alle derzeit bekannten Untersuchungen, Messungen und Studien [19] [20] [21] [22] zu Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von Windenergieanlagen zeigen, dass sich bei den aus den Bestimmungen der TA-Lärm resultierenden Abständen von WEA zu Wohngebäuden an den Immissionsorten keine Gefährdung oder Belästigung ergibt, da die auftretenden Pegel im Infraschallbereich weit unter der Wahrnehmungs- und Hörschwelle und im Bereich von tieffrequenten Geräuschen (20-90 Hz) unter oder geringfügig über der Hörschwelle liegen. Auch die aktuellen LAI Hinweise [6] stellen fest: „Die Infraschallerzeugung moderner WKA liegt selbst im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Damit sind Gesundheitsschaden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.“ Auswirkungen durch tieffrequente Geräusche an den Immissionsorten sind am Standort Bornhausen für den geplanten Typ Vestas V150 daher nicht zu erwarten.

# 6 Literaturverzeichnis


[1] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*

[2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien," 2005.

[3] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm),* (GMBl S. 503), 1998.

[4] Norm, *DIN ISO 9613-2:1999-10,Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*

[5] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen,* Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.

[6] LAI, *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016,.*

[7] EMD, *EMD International A/S, WindPRO 3.1 (jeweils aktuellste Version).*

[8] geoGLIS_oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW,* 2018.

[9] Hoffmann/von_Lüpke, *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms,,* Erich Schmidt Verlag, 1993.

[10] FGW_e.V., *Fördergesellschaft Windenergie und andere ErneuerbareEnergien, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen,* Revision 18 Hrsg.

[11] Norm, *DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben.*

[12] Norm, *ISO 1996-2:2017-07, Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umgebungslärm - Teil 2: Bestimmung vom Schalldruckpegeln.*

[13] HMWVL, *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung: Faktenpapier Windenergie und Infraschall, Bürgerforum Energieland Hessen, Mai 2015.*

[14] 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, Karlsruhe, Februar 2016.*

[15] DNR, *Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), www.dnr.de/downloads/infraschall_04-2011.pdf.*

[16] L. LfU_Bayern, *Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?', 4. Auflage - November 2014.*

[17] N. U. LP DAAC, *STS-99 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global 1 arc second Data (SRTMGL1),* 2000/2015.

[18] P. E. B. J. B. R. van den Berg G, *Project WINDFARMperception. Visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents.,* Specific support action project no. 044628, 2008 Hrsg., Bde. %1 von %2FP6–2005-Science-and-Society-20.

[19] LANUV_NRW_et_al, *Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 04.11.2015.*

[20] Urteil, *OVG Münster 8 A 1710/10, 17.01.2012.*

[21] Urteil, *OVG Münster 8 A 2016/11, 29.01.2013.*

[22] Urteil, *OVG Weimar 1 EO 346/08, 29.01.2009.*

[23] Urteil, *VGH Kassel 6 B 2668/09, 30.10.2009.*

[24] Urteil, VGH Kassel 9 A 1482/12.Z, 27.02.2013.

[25] Urteil, *OVG Münster, 7 B 1339/99, 4.11.1999.*

# 7 Anhang

- Isophonenkarte Gesamtbelastung
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Gesamtbelastung: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse und Annahmen zur Schallberechnung
- Herstellerangabe der Firma Vestas zum Schallleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs V150
- Berechnung der Serienstreuung der Vorbelastung
- Berechnung der Schallemissionen des Gewerbegebiets in Seesen

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

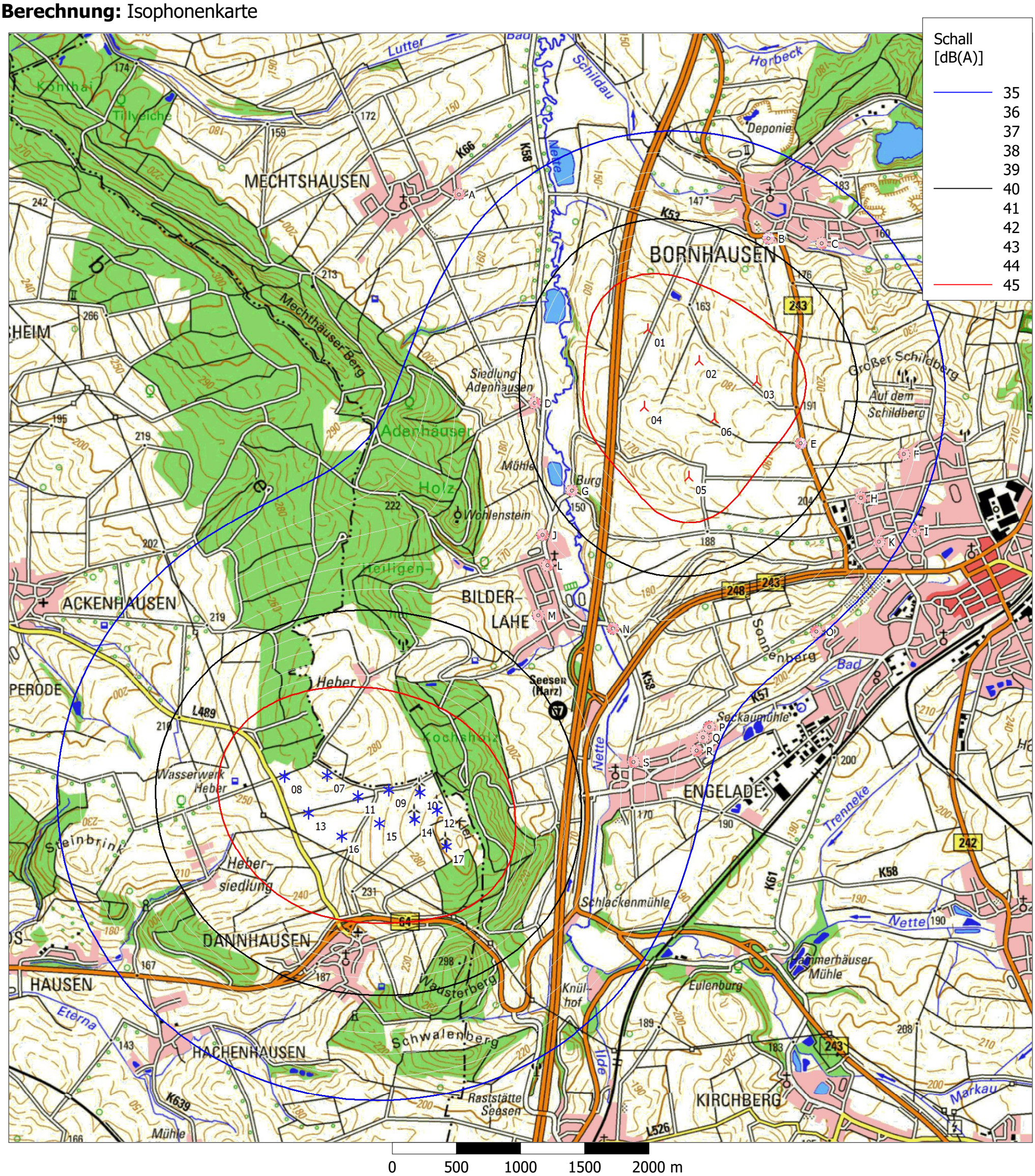
wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:53/3.1.633

# DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**Berechnung:** Isophonenkarte




Karte: tk 50 , Maßstab 1:30.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 577.261 Nord: 5.749.485

Neue WEA  Existierende WEA  Schall-Immissionsort

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren). Windgesch- windigkeit: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

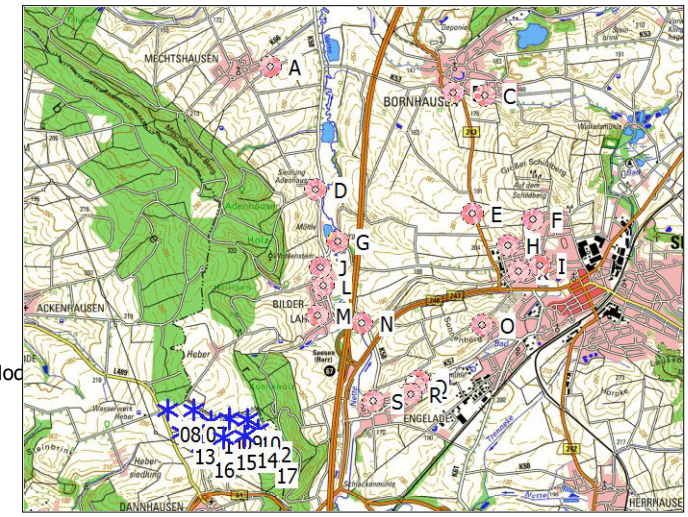
Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 15:42/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

# DECIBEL - Hauptergebnis

## Berechnung: Vorbelastung

**Schallberechnungs-Modell:**
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
**Windgeschwindigkeit:**
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
**Bodeneffekt:**
Keiner
**Meteorlogischer Koeffizient, C0:**
0,0 dB
**Art der Anforderung in der Berechnung:**
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)
**Schallleistungspegel in der Berechnung:**
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
**Einzeltöne:**
Einzeltonzuschlag aus Katalog wird zu Schallemission der WEA zugefügt
**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**
5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod
**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**
0,0 dB(A)




Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32

Maßstab 1:100.000
Existierende WEA  Schall-Immissionsort

## WEA

| | Ost | Nord | Z [m] | Beschreibung | WEA-Typ Aktuell | Hersteller | Typ | Nenn-leistung [kW] | Rotor-durchmesser [m] | Nabenhöhe [m] | Schallwerte Quelle | Name | Windgesch-windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 07 | 575.754 | 5.748.023 | 275,0 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 08 | 575.421 | 5.748.015 | 263,1 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 09 | 576.235 | 5.747.907 | 268,6 | REpower MM 82 2050 82.... | Nein | REpower | MM 82-2.050 | 2.050 | 82,0 | 100,0 | USER | Genehmigungspegel 105 dB(A) als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 106,5 | Nein |
| 10 | 576.476 | 5.747.889 | 282,6 | ENERCON E-40/6.44 600 ... | Nein | ENERCON | E-40/6.44-600 | 600 | 44,0 | 78,0 | USER | 101,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum inkl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 102,5 | Nein |
| 11 | 575.993 | 5.747.860 | 265,3 | VESTAS V90-2.0 GridStre... | Nein | VESTAS | V90-2.0 GridStreamer-2.000 | 2.000 | 90,0 | 95,0 | USER | 104,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 12 | 576.610 | 5.747.752 | 297,0 | ENERCON E-66/18.70 180... | Nein | ENERCON | E-66/18.70-1.800 | 1.800 | 70,0 | 65,0 | USER | 103,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel aus Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 104,5 | Nein |
| 13 | 575.608 | 5.747.728 | 260,0 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 14 | 576.434 | 5.747.681 | 286,2 | ENERCON E-40/6.44 600 ... | Nein | ENERCON | E-40/6.44-600 | 600 | 44,0 | 78,0 | USER | 101,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum inkl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 102,5 | Nein |
| 15 | 576.159 | 5.747.648 | 265,8 | VESTAS V90-2.0 GridStre... | Nein | VESTAS | V90-2.0 GridStreamer-2.000 | 2.000 | 90,0 | 95,0 | USER | 104,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 16 | 575.865 | 5.747.549 | 250,0 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 17 | 576.683 | 5.747.469 | 303,1 | ENERCON E-66/18.70 180... | Nein | ENERCON | E-66/18.70-1.800 | 1.800 | 70,0 | 65,0 | USER | 103,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel aus Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 104,5 | Nein |

# Berechnungsergebnisse

## Beurteilungspegel

| Schall-Immissionsort Nr. | Name | Ost | Nord | Z [m] | Aufpunkthöhe [m] | Anforderung Schall [dB(A)] | Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 576.780 | 5.752.551 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 25,2 |
| B | Seesen, Seesener Straße 5 | 579.194 | 5.752.210 | 163,8 | 5,0 | 45,0 | 23,6 |
| C | Seesen, Flachsrotten 2 | 579.608 | 5.752.173 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 23,1 |
| D | Seesen, Adenhausen 2 | 577.371 | 5.750.928 | 156,0 | 5,0 | 45,0 | 29,9 |
| E | Kleingartenanlage | 579.446 | 5.750.608 | 192,9 | 5,0 | 60,0 | 26,6 |
| F | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 580.247 | 5.750.527 | 230,0 | 5,0 | 40,0 | 24,8 |
| G | Seesen, Burg 5 | 577.660 | 5.750.245 | 150,0 | 5,0 | 45,0 | 31,8 |
| H | Seesen, Stettiner Straße 52 | 579.912 | 5.750.186 | 209,7 | 5,0 | 40,0 | 26,2 |
| I | Seesen, Schützenallee 14a | 580.331 | 5.749.927 | 209,7 | 5,0 | 35,0 | 25,5 |
| J | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 577.434 | 5.749.897 | 160,0 | 5,0 | 45,0 | 33,7 |
| K | Seesen, Hochstraße 43 | 580.053 | 5.749.843 | 206,6 | 5,0 | 35,0 | 26,4 |
| L | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 577.471 | 5.749.659 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 34,6 |
| M | Bilderlahe, Petersberg 1 | 577.397 | 5.749.267 | 167,8 | 5,0 | 40,0 | 36,6 |
| N | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 577.980 | 5.749.167 | 155,0 | 5,0 | 45,0 | 34,7 |
| O | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 579.565 | 5.749.141 | 225,8 | 5,0 | 40,0 | 28,8 |
| P | Seesen, Über den Rotten 7 | 578.732 | 5.748.398 | 181,2 | 5,0 | 40,0 | 33,1 |
| Q | Seesen, Oststraße 4 | 578.682 | 5.748.321 | 173,7 | 5,0 | 35,0 | 33,4 |
| R | Engelade, Oststraße 16 | 578.635 | 5.748.216 | 170,0 | 5,0 | 35,0 | 33,8 |
| S | Engelade, Eichenstraße 10 | 578.140 | 5.748.130 | 168,2 | 5,0 | 40,0 | 36,5 |

## Abstände (m)

| Schall-Immissionsort | WEA 11 | 09 | 10 | 12 | 17 | 14 | 15 | 08 | 13 | 16 | 07 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 4757 | 4676 | 4672 | 4802 | 5083 | 4882 | 4942 | 4735 | 4963 | 5085 | 4643 |
| B | 5401 | 5222 | 5105 | 5152 | 5364 | 5304 | 5479 | 5642 | 5740 | 5727 | 5418 |
| C | 5628 | 5439 | 5307 | 5341 | 5539 | 5500 | 5690 | 5900 | 5979 | 5949 | 5663 |
| D | 3363 | 3227 | 3168 | 3265 | 3526 | 3379 | 3497 | 3505 | 3653 | 3699 | 3324 |

*(Fortsetzung nächste Seite)...*

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 15:42/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Vorbelastung

*...(Fortsetzung von letzter Seite)*

| | **WEA** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schall-Immissionsort | 11 | 09 | 10 | 12 | 17 | 14 | 15 | 08 | 13 | 16 | 07 |
| E | 4414 | 4197 | 4027 | 4025 | 4182 | 4201 | 4424 | 4788 | 4798 | 4710 | 4507 |
| F | 5021 | 4792 | 4602 | 4574 | 4696 | 4758 | 5000 | 5440 | 5417 | 5298 | 5143 |
| G | 2910 | 2738 | 2637 | 2704 | 2942 | 2842 | 2999 | 3159 | 3247 | 3238 | 2927 |
| H | 4557 | 4326 | 4133 | 4102 | 4220 | 4286 | 4531 | 4988 | 4956 | 4830 | 4686 |
| I | 4805 | 4567 | 4361 | 4309 | 4398 | 4498 | 4754 | 5269 | 5209 | 5059 | 4957 |
| J | 2495 | 2323 | 2225 | 2298 | 2541 | 2431 | 2585 | 2755 | 2835 | 2824 | 2516 |
| K | 4519 | 4281 | 4077 | 4028 | 4122 | 4216 | 4471 | 4979 | 4922 | 4775 | 4668 |
| L | 2329 | 2145 | 2031 | 2092 | 2327 | 2234 | 2402 | 2628 | 2683 | 2652 | 2372 |
| M | 1988 | 1789 | 1658 | 1707 | 1934 | 1856 | 2038 | 2339 | 2360 | 2302 | 2061 |
| N | 2378 | 2152 | 1973 | 1968 | 2136 | 2144 | 2371 | 2805 | 2773 | 2662 | 2502 |
| O | 3795 | 3552 | 3334 | 3265 | 3332 | 3455 | 3719 | 4294 | 4201 | 4028 | 3971 |
| P | 2791 | 2545 | 2313 | 2217 | 2249 | 2407 | 2680 | 3332 | 3194 | 2989 | 3001 |
| Q | 2728 | 2482 | 2248 | 2148 | 2172 | 2338 | 2611 | 3275 | 3130 | 2920 | 2943 |
| R | 2666 | 2420 | 2184 | 2077 | 2089 | 2265 | 2540 | 3219 | 3065 | 2848 | 2887 |
| S | 2164 | 1918 | 1682 | 1576 | 1599 | 1765 | 2039 | 2721 | 2563 | 2348 | 2388 |

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

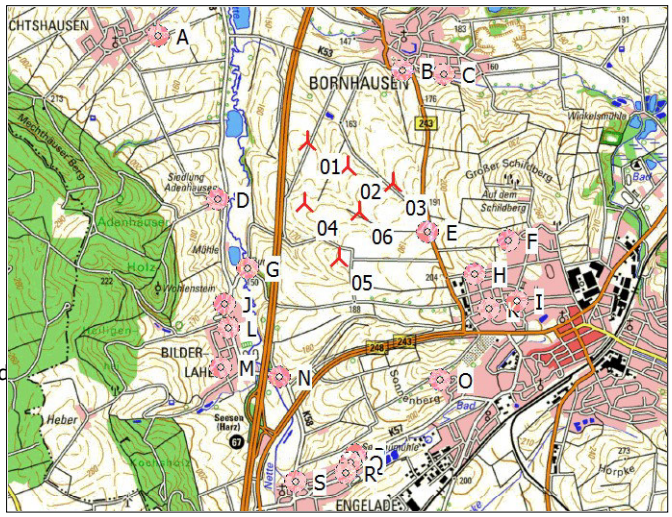
Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:53/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

# DECIBEL - Hauptergebnis

## Berechnung: Zusatzbelastung

**Schallberechnungs-Modell:**
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
**Windgeschwindigkeit:**
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
**Bodeneffekt:**
Keiner
**Meteorlogischer Koeffizient, C0:**
0,0 dB
**Art der Anforderung in der Berechnung:**
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)
**Schallleistungspegel in der Berechnung:**
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
**Einzeltöne:**
Einzeltonzuschlag aus Katalog wird zu Schallemission der WEA zugefügt
**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**
5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod
**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**
0,0 dB(A)




Maßstab 1:75.000
Neue WEA
Schall-Immissionsort

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32

## WEA

| | Ost | Nord | Z [m] | Beschreibung | WEA-Typ Aktuell | Hersteller | Typ | Nenn-leistung [kW] | Rotor-durchmesser [m] | Nabenhöhe [m] | Schallwerte Quelle | Name | Windgesch-windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 578.251 | 5.751.501 | 171,7 | VESTAS V150-4.2 ... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 145,0 | USER | SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 02 | 578.651 | 5.751.253 | 176,0 | VESTAS V150-4.2 ... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 03 | 579.101 | 5.751.094 | 179,0 | VESTAS V150-4.2 ... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 104,1 | Nein |
| 04 | 578.225 | 5.750.896 | 178,5 | VESTAS V150-4.2 ... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 145,0 | USER | SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 05 | 578.571 | 5.750.352 | 185,0 | VESTAS V150-4.2 ... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 104,1 | Nein |
| 06 | 578.772 | 5.750.804 | 180,9 | VESTAS V150-4.2 ... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 104,1 | Nein |

# Berechnungsergebnisse

## Beurteilungspegel

| Schall-Immissionsort Nr. | Name | Ost | Nord | Z [m] | Aufpunkthöhe [m] | Anforderung Schall [dB(A)] | Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 576.780 | 5.752.551 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 33,0 |
| B | Seesen, Seesener Straße 5 | 579.194 | 5.752.210 | 163,8 | 5,0 | 45,0 | 39,2 |
| C | Seesen, Flachsrotten 2 | 579.608 | 5.752.173 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 37,5 |
| D | Seesen, Adenhausen 2 | 577.372 | 5.750.928 | 156,0 | 5,0 | 45,0 | 40,6 |
| E | Kleingartenanlage | 579.446 | 5.750.608 | 192,9 | 5,0 | 60,0 | 43,1 |
| F | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 580.247 | 5.750.527 | 230,0 | 5,0 | 40,0 | 36,3 |
| G | Seesen, Burg 5 | 577.660 | 5.750.245 | 150,0 | 5,0 | 45,0 | 40,6 |
| H | Seesen, Stettiner Straße 52 | 579.912 | 5.750.186 | 209,7 | 5,0 | 40,0 | 37,4 |
| I | Seesen, Schützenallee 14a | 580.331 | 5.749.927 | 209,7 | 5,0 | 35,0 | 34,2 |
| J | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 577.434 | 5.749.897 | 160,0 | 5,0 | 45,0 | 37,3 |
| K | Seesen, Hochstraße 43 | 580.053 | 5.749.843 | 206,6 | 5,0 | 35,0 | 35,3 |
| L | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 577.471 | 5.749.659 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 36,3 |
| M | Bilderlahe, Petersberg 1 | 577.397 | 5.749.267 | 167,8 | 5,0 | 40,0 | 34,1 |
| N | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 577.980 | 5.749.167 | 155,0 | 5,0 | 45,0 | 35,3 |
| O | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 579.565 | 5.749.141 | 225,8 | 5,0 | 40,0 | 34,1 |
| P | Seesen, Über den Rotten 7 | 578.732 | 5.748.398 | 181,2 | 5,0 | 40,0 | 31,5 |
| Q | Seesen, Oststraße 4 | 578.682 | 5.748.321 | 173,7 | 5,0 | 35,0 | 31,2 |
| R | Engelade, Oststraße 16 | 578.635 | 5.748.216 | 170,0 | 5,0 | 35,0 | 30,7 |
| S | Engelade, Eichenstraße 10 | 578.140 | 5.748.130 | 168,2 | 5,0 | 40,0 | 30,1 |

## Abstände (m)

| Schall-Immissionsort | WEA 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1808 | 2278 | 2741 | 2198 | 2837 | 2650 |
| B | 1180 | 1100 | 1120 | 1633 | 1960 | 1468 |
| C | 1514 | 1328 | 1192 | 1882 | 2096 | 1604 |
| D | 1050 | 1320 | 1737 | 854 | 1331 | 1406 |

*(Fortsetzung nächste Seite)...*

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:53/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Zusatzbelastung

*...(Fortsetzung von letzter Seite)*

| | **WEA** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Schall-Immissionsort | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
| E | 1492 | 1024 | 596 | 1255 | 912 | 702 |
| F | 2221 | 1753 | 1278 | 2055 | 1685 | 1501 |
| G | 1388 | 1414 | 1673 | 862 | 917 | 1245 |
| H | 2118 | 1651 | 1217 | 1830 | 1351 | 1297 |
| I | 2608 | 2140 | 1696 | 2318 | 1811 | 1789 |
| J | 1800 | 1822 | 2052 | 1274 | 1225 | 1617 |
| K | 2449 | 1988 | 1572 | 2110 | 1567 | 1602 |
| L | 2000 | 1983 | 2171 | 1448 | 1300 | 1733 |
| M | 2391 | 2348 | 2498 | 1827 | 1598 | 2062 |
| N | 2350 | 2192 | 2230 | 1747 | 1325 | 1819 |
| O | 2701 | 2301 | 2007 | 2208 | 1567 | 1843 |
| P | 3140 | 2856 | 2721 | 2548 | 1960 | 2406 |
| Q | 3210 | 2933 | 2805 | 2616 | 2035 | 2486 |
| R | 3307 | 3037 | 2916 | 2711 | 2137 | 2592 |
| S | 3373 | 3165 | 3116 | 2768 | 2264 | 2748 |

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

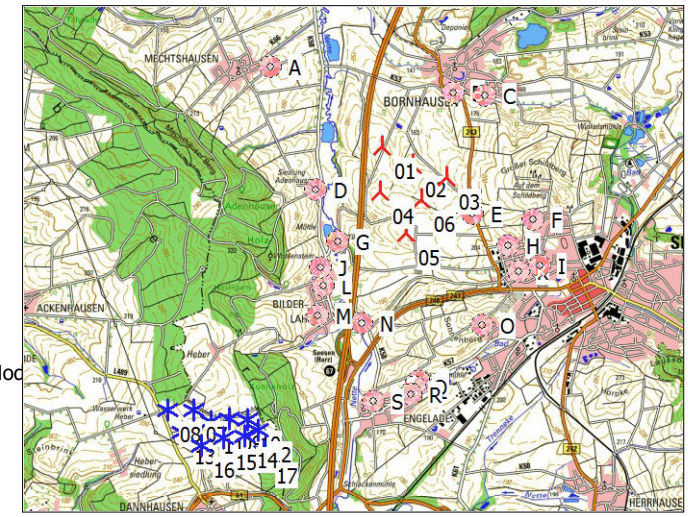
Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

# DECIBEL - Hauptergebnis

## Berechnung: Gesamtbelastung

**Schallberechnungs-Modell:**
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
**Windgeschwindigkeit:**
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
**Bodeneffekt:**
Keiner
**Meteorlogischer Koeffizient, C0:**
0,0 dB
**Art der Anforderung in der Berechnung:**
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)
**Schallleistungspegel in der Berechnung:**
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
**Einzeltöne:**
Einzeltonzuschlag aus Katalog wird zu Schallemission der WEA zugefügt
**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**
5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod
**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**
0,0 dB(A)




Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32

Maßstab 1:100.000
Neue WEA · Existierende WEA · Schall-Immissionsort

## WEA

| | Ost | Nord | Z [m] | Beschreibung | WEA-Typ Aktuell | Hersteller | Typ | Nenn-leistung [kW] | Rotor-durchmesser [m] | Nabenhöhe [m] | Schallwerte Quelle | Name | Windgesch-windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 578.251 | 5.751.501 | 171,7 | VESTAS V150-4.2 4200 1... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 145,0 | USER | SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 02 | 578.651 | 5.751.253 | 176,0 | VESTAS V150-4.2 4200 1... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 03 | 579.101 | 5.751.094 | 179,0 | VESTAS V150-4.2 4200 1... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 104,1 | Nein |
| 04 | 578.225 | 5.750.896 | 178,5 | VESTAS V150-4.2 4200 1... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 145,0 | USER | SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 05 | 578.571 | 5.750.352 | 185,0 | VESTAS V150-4.2 4200 1... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 104,1 | Nein |
| 06 | 578.772 | 5.750.804 | 180,9 | VESTAS V150-4.2 4200 1... | Ja | VESTAS | V150-4.2-4.200 | 4.200 | 150,0 | 166,0 | USER | SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ | (95%) | 104,1 | Nein |
| 07 | 575.754 | 5.748.023 | 275,0 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 08 | 575.421 | 5.748.015 | 263,1 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 09 | 576.235 | 5.747.907 | 268,6 | REpower MM 82 2050 82.... | Nein | REpower | MM 82-2.050 | 2.050 | 82,0 | 100,0 | USER | Genehmigungspegel 105 dB(A) als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 106,5 | Nein |
| 10 | 576.476 | 5.747.889 | 282,6 | ENERCON E-40/6.44 600 ... | Nein | ENERCON | E-40/6.44-600 | 600 | 44,0 | 78,0 | USER | 101,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum inkl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 102,5 | Nein |
| 11 | 575.993 | 5.747.860 | 265,3 | VESTAS V90-2.0 GridStre... | Nein | VESTAS | V90-2.0 GridStreamer-2.000 | 2.000 | 90,0 | 95,0 | USER | 104,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 12 | 576.610 | 5.747.752 | 297,0 | ENERCON E-66/18.70 180... | Nein | ENERCON | E-66/18.70-1.800 | 1.800 | 70,0 | 65,0 | USER | 103,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel aus Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 104,5 | Nein |
| 13 | 575.608 | 5.747.728 | 260,0 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 14 | 576.434 | 5.747.681 | 286,2 | ENERCON E-40/6.44 600 ... | Nein | ENERCON | E-40/6.44-600 | 600 | 44,0 | 78,0 | USER | 101,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum inkl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 102,5 | Nein |
| 15 | 576.159 | 5.747.648 | 265,8 | VESTAS V90-2.0 GridStre... | Nein | VESTAS | V90-2.0 GridStreamer-2.000 | 2.000 | 90,0 | 95,0 | USER | 104,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,5 | Nein |
| 16 | 575.865 | 5.747.549 | 250,0 | SENVION MM100 60Hz 2... | Ja | SENVION | MM100-2.000 | 2.000 | 100,0 | 100,0 | USER | 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 105,3 | Nein |
| 17 | 576.683 | 5.747.469 | 303,1 | ENERCON E-66/18.70 180... | Nein | ENERCON | E-66/18.70-1.800 | 1.800 | 70,0 | 65,0 | USER | 103,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel aus Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ | (95%) | 104,5 | Nein |

# Berechnungsergebnisse

## Beurteilungspegel

| Schall-Immissionsort Nr. | Name | Ost | Nord | Z [m] | Aufpunkthöhe [m] | Anforderung Schall [dB(A)] | Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Mechtshausen, Am Wiesenberg 11 | 576.780 | 5.752.551 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 33,7 |
| B | Seesen, Seesener Straße 5 | 579.194 | 5.752.210 | 163,8 | 5,0 | 45,0 | 39,3 |
| C | Seesen, Flachsrotten 2 | 579.608 | 5.752.173 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 37,7 |
| D | Seesen, Adenhausen 2 | 577.372 | 5.750.928 | 156,0 | 5,0 | 45,0 | 40,9 |
| E | Kleingartenanlage | 579.446 | 5.750.608 | 192,9 | 5,0 | 60,0 | 43,2 |
| F | Seesen, Orgelspiel 34 (3) | 580.247 | 5.750.527 | 230,0 | 5,0 | 40,0 | 36,6 |
| G | Seesen, Burg 5 | 577.660 | 5.750.245 | 150,0 | 5,0 | 45,0 | 41,2 |
| H | Seesen, Stettiner Straße 52 | 579.912 | 5.750.186 | 209,7 | 5,0 | 40,0 | 37,7 |
| I | Seesen, Schützenallee 14a | 580.331 | 5.749.927 | 209,7 | 5,0 | 35,0 | 34,8 |
| J | Bilderlahe, Lindenallee 2 | 577.434 | 5.749.897 | 160,0 | 5,0 | 45,0 | 38,9 |
| K | Seesen, Hochstraße 43 | 580.053 | 5.749.843 | 206,6 | 5,0 | 35,0 | 35,8 |
| L | Bilderlahe, Lindenallee 8 | 577.471 | 5.749.659 | 160,0 | 5,0 | 40,0 | 38,6 |
| M | Bilderlahe, Petersberg 1 | 577.397 | 5.749.267 | 167,8 | 5,0 | 40,0 | 38,6 |
| N | Seesen, Altes Forsthaus 1 | 577.980 | 5.749.167 | 155,0 | 5,0 | 45,0 | 38,0 |
| O | Seesen, Am Sonnenberg 44 | 579.565 | 5.749.141 | 225,8 | 5,0 | 40,0 | 35,2 |
| P | Seesen, Über den Rotten 7 | 578.732 | 5.748.398 | 181,2 | 5,0 | 40,0 | 35,4 |
| Q | Seesen, Oststraße 4 | 578.682 | 5.748.321 | 173,7 | 5,0 | 35,0 | 35,4 |
| R | Engelade, Oststraße 16 | 578.635 | 5.748.216 | 170,0 | 5,0 | 35,0 | 35,5 |
| S | Engelade, Eichenstraße 10 | 578.140 | 5.748.130 | 168,2 | 5,0 | 40,0 | 37,4 |

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

**Abstände (m)**

| | WEA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schall-Immissionsort | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 11 | 09 | 10 | 12 | 17 | 14 | 15 | 08 | 13 | 16 | 07 |
| A | 1808 | 2278 | 2741 | 2198 | 2837 | 2650 | 4757 | 4676 | 4672 | 4802 | 5083 | 4882 | 4942 | 4735 | 4963 | 5085 | 4643 |
| B | 1180 | 1100 | 1120 | 1633 | 1960 | 1468 | 5401 | 5222 | 5105 | 5152 | 5364 | 5304 | 5479 | 5642 | 5740 | 5727 | 5418 |
| C | 1514 | 1328 | 1192 | 1882 | 2096 | 1604 | 5628 | 5439 | 5307 | 5341 | 5539 | 5500 | 5690 | 5900 | 5979 | 5949 | 5663 |
| D | 1050 | 1320 | 1737 | 854 | 1331 | 1406 | 3363 | 3227 | 3168 | 3265 | 3526 | 3379 | 3497 | 3505 | 3653 | 3699 | 3324 |
| E | 1492 | 1024 | 596 | 1255 | 912 | 702 | 4414 | 4197 | 4027 | 4025 | 4182 | 4201 | 4424 | 4788 | 4798 | 4710 | 4507 |
| F | 2221 | 1753 | 1278 | 2055 | 1685 | 1501 | 5021 | 4792 | 4602 | 4574 | 4696 | 4758 | 5000 | 5440 | 5417 | 5298 | 5143 |
| G | 1388 | 1414 | 1673 | 862 | 917 | 1245 | 2910 | 2738 | 2637 | 2704 | 2942 | 2842 | 2999 | 3159 | 3247 | 3238 | 2927 |
| H | 2118 | 1651 | 1217 | 1830 | 1351 | 1297 | 4557 | 4326 | 4133 | 4102 | 4220 | 4286 | 4531 | 4988 | 4956 | 4830 | 4686 |
| I | 2608 | 2140 | 1696 | 2318 | 1811 | 1789 | 4805 | 4567 | 4361 | 4309 | 4398 | 4498 | 4754 | 5269 | 5209 | 5059 | 4957 |
| J | 1800 | 1822 | 2052 | 1274 | 1225 | 1617 | 2495 | 2323 | 2225 | 2298 | 2541 | 2431 | 2585 | 2755 | 2835 | 2824 | 2516 |
| K | 2449 | 1988 | 1572 | 2110 | 1567 | 1602 | 4519 | 4281 | 4077 | 4028 | 4122 | 4216 | 4471 | 4979 | 4922 | 4775 | 4668 |
| L | 2000 | 1983 | 2171 | 1448 | 1300 | 1733 | 2329 | 2145 | 2031 | 2092 | 2327 | 2234 | 2402 | 2628 | 2683 | 2652 | 2372 |
| M | 2391 | 2348 | 2498 | 1827 | 1598 | 2062 | 1988 | 1789 | 1658 | 1707 | 1934 | 1856 | 2038 | 2339 | 2360 | 2302 | 2061 |
| N | 2350 | 2192 | 2230 | 1747 | 1325 | 1819 | 2378 | 2152 | 1973 | 1968 | 2136 | 2144 | 2371 | 2805 | 2773 | 2662 | 2502 |
| O | 2701 | 2301 | 2007 | 2208 | 1567 | 1843 | 3795 | 3552 | 3334 | 3265 | 3332 | 3455 | 3719 | 4294 | 4201 | 4028 | 3971 |
| P | 3140 | 2856 | 2721 | 2548 | 1960 | 2406 | 2791 | 2545 | 2313 | 2217 | 2249 | 2407 | 2680 | 3332 | 3194 | 2989 | 3001 |
| Q | 3210 | 2933 | 2805 | 2616 | 2035 | 2486 | 2728 | 2482 | 2248 | 2148 | 2172 | 2338 | 2611 | 3275 | 3130 | 2920 | 2943 |
| R | 3307 | 3037 | 2916 | 2711 | 2137 | 2592 | 2666 | 2420 | 2184 | 2077 | 2089 | 2265 | 2540 | 3219 | 3065 | 2848 | 2887 |
| S | 3373 | 3165 | 3116 | 2768 | 2264 | 2748 | 2164 | 1918 | 1682 | 1576 | 1599 | 1765 | 2039 | 2721 | 2563 | 2348 | 2388 |

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Annahmen

Cmet: Meteorologische Korrektur

Berechnungsergebnisse

### Schall-Immissionsort: A Mechtshausen, Am Wiesenberg 11

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 1.808 | 1.814 | **28,53** | 105,5 | 0,00 | 76,17 | 3,81 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,98 |
| 02 | 2.278 | 2.284 | **25,82** | 105,5 | 0,00 | 78,18 | 4,52 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,69 |
| 03 | 2.741 | 2.747 | **22,00** | 104,1 | 0,00 | 79,78 | 5,35 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,12 |
| 04 | 2.198 | 2.203 | **26,26** | 105,5 | 0,00 | 77,86 | 4,40 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,26 |
| 05 | 2.837 | 2.843 | **21,59** | 104,1 | 0,00 | 80,07 | 5,46 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,53 |
| 06 | 2.650 | 2.656 | **22,40** | 104,1 | 0,00 | 79,48 | 5,24 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,72 |
| 07 | 4.643 | 4.647 | **15,73** | 105,3 | 0,00 | 84,34 | 8,24 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,59 |
| 08 | 4.735 | 4.739 | **15,46** | 105,3 | 0,00 | 84,51 | 8,34 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,86 |
| 09 | 4.676 | 4.680 | **16,83** | 106,5 | 0,00 | 84,41 | 8,28 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,68 |
| 10 | 4.672 | 4.676 | **12,84** | 102,5 | 0,00 | 84,40 | 8,27 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,67 |
| 11 | 4.757 | 4.761 | **15,60** | 105,5 | 0,00 | 84,55 | 8,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,92 |
| 12 | 4.802 | 4.806 | **14,47** | 104,5 | 0,00 | 84,64 | 8,41 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,05 |
| 13 | 4.963 | 4.967 | **14,81** | 105,3 | 0,00 | 84,92 | 8,58 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,51 |
| 14 | 4.882 | 4.886 | **12,24** | 102,5 | 0,00 | 84,78 | 8,50 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,28 |
| 15 | 4.942 | 4.946 | **15,07** | 105,5 | 0,00 | 84,89 | 8,56 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,45 |
| 16 | 5.085 | 5.088 | **14,47** | 105,3 | 0,00 | 85,13 | 8,71 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,84 |
| 17 | 5.083 | 5.087 | **13,68** | 104,5 | 0,00 | 85,13 | 8,71 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,84 |

Summe 33,67

### Schall-Immissionsort: B Seesen, Seesener Straße 5

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 1.180 | 1.189 | **33,25** | 105,5 | 0,00 | 72,51 | 2,76 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 72,27 |
| 02 | 1.100 | 1.114 | **33,95** | 105,5 | 0,00 | 71,94 | 2,62 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 71,56 |
| 03 | 1.120 | 1.134 | **32,03** | 104,1 | 0,00 | 72,09 | 3,00 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 72,09 |
| 04 | 1.633 | 1.640 | **29,69** | 105,5 | 0,00 | 75,30 | 3,53 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,83 |
| 05 | 1.960 | 1.968 | **25,91** | 104,1 | 0,00 | 76,88 | 4,33 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,21 |
| 06 | 1.468 | 1.478 | **29,13** | 104,1 | 0,00 | 74,40 | 3,59 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,99 |
| 07 | 5.418 | 5.422 | **13,58** | 105,3 | 0,00 | 85,68 | 9,05 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,73 |
| 08 | 5.642 | 5.645 | **13,01** | 105,3 | 0,00 | 86,03 | 9,27 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,30 |
| 09 | 5.222 | 5.226 | **15,30** | 106,5 | 0,00 | 85,36 | 8,85 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,22 |
| 10 | 5.105 | 5.109 | **11,62** | 102,5 | 0,00 | 85,17 | 8,73 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,90 |
| 11 | 5.401 | 5.404 | **13,83** | 105,5 | 0,00 | 85,65 | 9,03 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,69 |
| 12 | 5.152 | 5.156 | **13,49** | 104,5 | 0,00 | 85,25 | 8,78 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,03 |
| 13 | 5.740 | 5.743 | **12,77** | 105,3 | 0,00 | 86,18 | 9,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,54 |
| 14 | 5.304 | 5.307 | **11,08** | 102,5 | 0,00 | 85,50 | 8,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,43 |
| 15 | 5.479 | 5.483 | **13,63** | 105,5 | 0,00 | 85,78 | 9,11 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,89 |
| 16 | 5.727 | 5.730 | **12,80** | 105,3 | 0,00 | 86,16 | 9,35 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,51 |
| 17 | 5.364 | 5.368 | **12,92** | 104,5 | 0,00 | 85,60 | 8,99 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,59 |

Summe 39,33

### Schall-Immissionsort: C Seesen, Flachsrotten 2

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 1.514 | 1.522 | **30,53** | 105,5 | 0,00 | 74,65 | 3,34 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,98 |
| 02 | 1.328 | 1.339 | **31,95** | 105,5 | 0,00 | 73,54 | 3,03 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,56 |
| 03 | 1.192 | 1.206 | **31,37** | 104,1 | 0,00 | 72,63 | 3,13 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 72,76 |
| 04 | 1.882 | 1.889 | **28,06** | 105,5 | 0,00 | 76,53 | 3,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,45 |
| 05 | 2.096 | 2.104 | **25,14** | 104,1 | 0,00 | 77,46 | 4,52 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,98 |
| 06 | 1.604 | 1.614 | **28,16** | 104,1 | 0,00 | 75,16 | 3,81 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,97 |
| 07 | 5.663 | 5.667 | **12,96** | 105,3 | 0,00 | 86,07 | 9,29 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,36 |
| 08 | 5.900 | 5.904 | **12,38** | 105,3 | 0,00 | 86,42 | 9,52 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,94 |
| 09 | 5.439 | 5.442 | **14,73** | 106,5 | 0,00 | 85,72 | 9,07 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,78 |
| 10 | 5.307 | 5.311 | **11,08** | 102,5 | 0,00 | 85,50 | 8,94 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,44 |

*(Fortsetzung nächste Seite)...*

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

*...(Fortsetzung von letzter Seite)*

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 5.628 | 5.631 | **13,25** | 105,5 | 0,00 | 86,01 | 9,25 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,27 |
| 12 | 5.341 | 5.345 | **12,98** | 104,5 | 0,00 | 85,56 | 8,97 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,53 |
| 13 | 5.979 | 5.982 | **12,19** | 105,3 | 0,00 | 86,54 | 9,59 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 93,13 |
| 14 | 5.500 | 5.504 | **10,57** | 102,5 | 0,00 | 85,81 | 9,13 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,94 |
| 15 | 5.690 | 5.693 | **13,09** | 105,5 | 0,00 | 86,11 | 9,31 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,42 |
| 16 | 5.949 | 5.951 | **12,26** | 105,3 | 0,00 | 86,49 | 9,56 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 93,05 |
| 17 | 5.539 | 5.543 | **12,47** | 104,5 | 0,00 | 85,87 | 9,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 92,04 |

Summe 37,70

### Schall-Immissionsort: D Seesen, Adenhausen 2

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 1.050 | 1.061 | **34,47** | 105,5 | 0,00 | 71,52 | 2,53 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 71,04 |
| 02 | 1.320 | 1.332 | **32,01** | 105,5 | 0,00 | 73,49 | 3,01 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,51 |
| 03 | 1.737 | 1.747 | **27,26** | 104,1 | 0,00 | 75,85 | 4,01 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,86 |
| 04 | 854 | 869 | **36,57** | 105,5 | 0,00 | 69,78 | 2,16 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 68,94 |
| 05 | 1.331 | 1.344 | **30,18** | 104,1 | 0,00 | 73,57 | 3,37 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,94 |
| 06 | 1.406 | 1.418 | **29,59** | 104,1 | 0,00 | 74,03 | 3,50 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,53 |
| 07 | 3.324 | 3.331 | **20,18** | 105,3 | 0,00 | 81,45 | 6,68 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,13 |
| 08 | 3.505 | 3.511 | **19,50** | 105,3 | 0,00 | 81,91 | 6,91 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,82 |
| 09 | 3.227 | 3.234 | **21,76** | 106,5 | 0,00 | 81,20 | 6,56 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,75 |
| 10 | 3.168 | 3.174 | **18,01** | 102,5 | 0,00 | 81,03 | 6,48 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,51 |
| 11 | 3.363 | 3.369 | **20,23** | 105,5 | 0,00 | 81,55 | 6,73 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,28 |
| 12 | 3.265 | 3.272 | **19,62** | 104,5 | 0,00 | 81,30 | 6,60 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,90 |
| 13 | 3.653 | 3.658 | **18,95** | 105,3 | 0,00 | 82,27 | 7,10 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 86,36 |
| 14 | 3.379 | 3.385 | **17,17** | 102,5 | 0,00 | 81,59 | 6,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,34 |
| 15 | 3.497 | 3.502 | **19,73** | 105,5 | 0,00 | 81,89 | 6,90 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,79 |
| 16 | 3.699 | 3.704 | **18,79** | 105,3 | 0,00 | 82,37 | 7,15 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 86,52 |
| 17 | 3.526 | 3.532 | **18,62** | 104,5 | 0,00 | 81,96 | 6,94 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,90 |

Summe 40,93

### Schall-Immissionsort: E Kleingartenanlage

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 1.492 | 1.497 | **30,72** | 105,5 | 0,00 | 74,50 | 3,29 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,80 |
| 02 | 1.024 | 1.034 | **34,75** | 105,5 | 0,00 | 71,29 | 2,47 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 70,76 |
| 03 | 596 | 614 | **38,43** | 104,1 | 0,00 | 66,76 | 1,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 65,69 |
| 04 | 1.255 | 1.261 | **32,61** | 105,5 | 0,00 | 73,01 | 2,89 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 72,90 |
| 05 | 912 | 925 | **34,20** | 104,1 | 0,00 | 70,32 | 2,60 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 69,92 |
| 06 | 702 | 718 | **36,83** | 104,1 | 0,00 | 68,12 | 2,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 67,29 |
| 07 | 4.507 | 4.510 | **16,14** | 105,3 | 0,00 | 84,08 | 8,09 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,18 |
| 08 | 4.788 | 4.791 | **15,31** | 105,3 | 0,00 | 84,61 | 8,40 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,01 |
| 09 | 4.197 | 4.200 | **18,31** | 106,5 | 0,00 | 83,47 | 7,74 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,21 |
| 10 | 4.027 | 4.031 | **14,86** | 102,5 | 0,00 | 83,11 | 7,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,65 |
| 11 | 4.414 | 4.417 | **16,63** | 105,5 | 0,00 | 83,90 | 7,99 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,89 |
| 12 | 4.025 | 4.028 | **16,87** | 104,5 | 0,00 | 83,10 | 7,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,64 |
| 13 | 4.798 | 4.801 | **15,28** | 105,3 | 0,00 | 84,63 | 8,41 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,03 |
| 14 | 4.201 | 4.204 | **14,30** | 102,5 | 0,00 | 83,47 | 7,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,22 |
| 15 | 4.424 | 4.427 | **16,59** | 105,5 | 0,00 | 83,92 | 8,00 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,92 |
| 16 | 4.710 | 4.712 | **15,54** | 105,3 | 0,00 | 84,46 | 8,31 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,78 |
| 17 | 4.182 | 4.185 | **16,36** | 104,5 | 0,00 | 83,43 | 7,72 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,16 |

Summe 43,20

### Schall-Immissionsort: F Seesen, Orgelspiel 34 (3)

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.221 | 2.222 | **26,15** | 105,5 | 0,00 | 77,94 | 4,43 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,36 |
| 02 | 1.753 | 1.756 | **28,91** | 105,5 | 0,00 | 75,89 | 3,72 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,61 |

*(Fortsetzung nächste Seite)...*

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

*...(Fortsetzung von letzter Seite)*

| WEA | | | Lautester Wert bis 95% Nennleistung | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
| 03 | 1.278 | 1.283 | **30,69** | 104,1 | 0,00 | 73,16 | 3,27 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,43 |
| 04 | 2.055 | 2.057 | **27,07** | 105,5 | 0,00 | 77,27 | 4,18 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,45 |
| 05 | 1.685 | 1.689 | **27,65** | 104,1 | 0,00 | 75,55 | 3,92 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,48 |
| 06 | 1.501 | 1.505 | **28,94** | 104,1 | 0,00 | 74,55 | 3,64 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,19 |
| 07 | 5.143 | 5.145 | **14,32** | 105,3 | 0,00 | 85,23 | 8,77 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,00 |
| 08 | 5.440 | 5.442 | **13,53** | 105,3 | 0,00 | 85,71 | 9,07 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,78 |
| 09 | 4.792 | 4.794 | **16,50** | 106,5 | 0,00 | 84,61 | 8,40 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,01 |
| 10 | 4.602 | 4.604 | **13,06** | 102,5 | 0,00 | 84,26 | 8,20 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,46 |
| 11 | 5.021 | 5.023 | **14,85** | 105,5 | 0,00 | 85,02 | 8,64 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,66 |
| 12 | 4.574 | 4.576 | **15,14** | 104,5 | 0,00 | 84,21 | 8,16 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,37 |
| 13 | 5.417 | 5.419 | **13,59** | 105,3 | 0,00 | 85,68 | 9,05 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,72 |
| 14 | 4.758 | 4.760 | **12,60** | 102,5 | 0,00 | 84,55 | 8,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,92 |
| 15 | 5.000 | 5.002 | **14,91** | 105,5 | 0,00 | 84,98 | 8,62 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,60 |
| 16 | 5.298 | 5.299 | **13,91** | 105,3 | 0,00 | 85,48 | 8,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,41 |
| 17 | 4.696 | 4.697 | **14,78** | 104,5 | 0,00 | 84,44 | 8,30 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,73 |

Summe 36,57

### Schall-Immissionsort: G Seesen, Burg 5

| WEA | | | Lautester Wert bis 95% Nennleistung | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
| 01 | 1.388 | 1.398 | **31,48** | 105,5 | 0,00 | 73,91 | 3,13 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,03 |
| 02 | 1.414 | 1.426 | **31,26** | 105,5 | 0,00 | 74,08 | 3,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,26 |
| 03 | 1.673 | 1.683 | **27,68** | 104,1 | 0,00 | 75,52 | 3,92 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,44 |
| 04 | 862 | 878 | **36,46** | 105,5 | 0,00 | 69,87 | 2,18 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 69,05 |
| 05 | 917 | 938 | **34,05** | 104,1 | 0,00 | 70,44 | 2,63 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 70,07 |
| 06 | 1.245 | 1.260 | **30,89** | 104,1 | 0,00 | 73,00 | 3,23 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,23 |
| 07 | 2.927 | 2.935 | **21,81** | 105,3 | 0,00 | 80,35 | 6,15 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,51 |
| 08 | 3.159 | 3.166 | **20,84** | 105,3 | 0,00 | 81,01 | 6,47 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,48 |
| 09 | 2.738 | 2.746 | **23,85** | 106,5 | 0,00 | 79,77 | 5,89 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,67 |
| 10 | 2.637 | 2.645 | **20,32** | 102,5 | 0,00 | 79,45 | 5,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,19 |
| 11 | 2.910 | 2.917 | **22,09** | 105,5 | 0,00 | 80,30 | 6,13 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,43 |
| 12 | 2.704 | 2.712 | **22,01** | 104,5 | 0,00 | 79,67 | 5,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,51 |
| 13 | 3.247 | 3.253 | **20,49** | 105,3 | 0,00 | 81,25 | 6,58 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,83 |
| 14 | 2.842 | 2.849 | **19,38** | 102,5 | 0,00 | 80,09 | 6,04 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,13 |
| 15 | 2.999 | 3.006 | **21,70** | 105,5 | 0,00 | 80,56 | 6,25 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,81 |
| 16 | 3.238 | 3.244 | **20,53** | 105,3 | 0,00 | 81,22 | 6,57 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,79 |
| 17 | 2.942 | 2.950 | **20,94** | 104,5 | 0,00 | 80,40 | 6,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,57 |

Summe 41,16

### Schall-Immissionsort: H Seesen, Stettiner Straße 52

| WEA | | | Lautester Wert bis 95% Nennleistung | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
| 01 | 2.118 | 2.121 | **26,71** | 105,5 | 0,00 | 77,53 | 4,28 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,81 |
| 02 | 1.651 | 1.656 | **29,58** | 105,5 | 0,00 | 75,38 | 3,56 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,94 |
| 03 | 1.217 | 1.224 | **31,20** | 104,1 | 0,00 | 72,76 | 3,16 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 72,92 |
| 04 | 1.830 | 1.833 | **28,41** | 105,5 | 0,00 | 76,26 | 3,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,10 |
| 05 | 1.351 | 1.358 | **30,07** | 104,1 | 0,00 | 73,66 | 3,39 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,05 |
| 06 | 1.297 | 1.303 | **30,52** | 104,1 | 0,00 | 73,30 | 3,30 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,60 |
| 07 | 4.686 | 4.689 | **15,61** | 105,3 | 0,00 | 84,42 | 8,29 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,71 |
| 08 | 4.988 | 4.990 | **14,75** | 105,3 | 0,00 | 84,96 | 8,61 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,57 |
| 09 | 4.326 | 4.329 | **17,90** | 106,5 | 0,00 | 83,73 | 7,89 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,62 |
| 10 | 4.133 | 4.136 | **14,52** | 102,5 | 0,00 | 83,33 | 7,67 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,00 |
| 11 | 4.557 | 4.560 | **16,19** | 105,5 | 0,00 | 84,18 | 8,15 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,33 |
| 12 | 4.102 | 4.104 | **16,62** | 104,5 | 0,00 | 83,26 | 7,63 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,90 |
| 13 | 4.956 | 4.958 | **14,83** | 105,3 | 0,00 | 84,91 | 8,57 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,48 |
| 14 | 4.286 | 4.289 | **14,02** | 102,5 | 0,00 | 83,65 | 7,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,49 |
| 15 | 4.531 | 4.533 | **16,27** | 105,5 | 0,00 | 84,13 | 8,12 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,25 |
| 16 | 4.830 | 4.832 | **15,19** | 105,3 | 0,00 | 84,68 | 8,44 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,12 |
| 17 | 4.220 | 4.222 | **16,24** | 104,5 | 0,00 | 83,51 | 7,77 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,28 |

Summe 37,74

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

# DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

## Schall-Immissionsort: I Seesen, Schützenallee 14a

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.609 | 2.610 | **24,21** | 105,5 | 0,00 | 79,33 | 4,97 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,31 |
| 02 | 2.140 | 2.144 | **26,58** | 105,5 | 0,00 | 77,62 | 4,31 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,94 |
| 03 | 1.696 | 1.701 | **27,57** | 104,1 | 0,00 | 75,61 | 3,94 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,55 |
| 04 | 2.318 | 2.321 | **25,63** | 105,5 | 0,00 | 78,31 | 4,57 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,88 |
| 05 | 1.811 | 1.816 | **26,83** | 104,1 | 0,00 | 76,18 | 4,11 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,29 |
| 06 | 1.789 | 1.794 | **26,97** | 104,1 | 0,00 | 76,08 | 4,08 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,16 |
| 07 | 4.957 | 4.959 | **14,83** | 105,3 | 0,00 | 84,91 | 8,58 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,48 |
| 08 | 5.269 | 5.271 | **13,98** | 105,3 | 0,00 | 85,44 | 8,90 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,33 |
| 09 | 4.567 | 4.570 | **17,16** | 106,5 | 0,00 | 84,20 | 8,16 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,36 |
| 10 | 4.361 | 4.363 | **13,79** | 102,5 | 0,00 | 83,80 | 7,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,72 |
| 11 | 4.805 | 4.808 | **15,46** | 105,5 | 0,00 | 84,64 | 8,42 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,05 |
| 12 | 4.309 | 4.312 | **15,95** | 104,5 | 0,00 | 83,69 | 7,87 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,56 |
| 13 | 5.209 | 5.211 | **14,14** | 105,3 | 0,00 | 85,34 | 8,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 91,18 |
| 14 | 4.498 | 4.501 | **13,37** | 102,5 | 0,00 | 84,07 | 8,08 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,15 |
| 15 | 4.754 | 4.756 | **15,61** | 105,5 | 0,00 | 84,55 | 8,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,91 |
| 16 | 5.059 | 5.061 | **14,55** | 105,3 | 0,00 | 85,08 | 8,68 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,77 |
| 17 | 4.398 | 4.401 | **15,67** | 104,5 | 0,00 | 83,87 | 7,97 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,84 |

Summe 34,76

## Schall-Immissionsort: J Bilderlahe, Lindenallee 2

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 1.800 | 1.806 | **28,58** | 105,5 | 0,00 | 76,14 | 3,80 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,93 |
| 02 | 1.822 | 1.830 | **28,43** | 105,5 | 0,00 | 76,25 | 3,83 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,09 |
| 03 | 2.052 | 2.060 | **25,38** | 104,1 | 0,00 | 77,28 | 4,46 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,74 |
| 04 | 1.274 | 1.284 | **32,42** | 105,5 | 0,00 | 73,17 | 2,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,10 |
| 05 | 1.225 | 1.239 | **31,07** | 104,1 | 0,00 | 72,86 | 3,19 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,05 |
| 06 | 1.617 | 1.627 | **28,07** | 104,1 | 0,00 | 75,23 | 3,83 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,06 |
| 07 | 2.516 | 2.525 | **23,70** | 105,3 | 0,00 | 79,05 | 5,57 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,62 |
| 08 | 2.755 | 2.762 | **22,58** | 105,3 | 0,00 | 79,83 | 5,91 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,74 |
| 09 | 2.323 | 2.332 | **25,87** | 106,5 | 0,00 | 78,36 | 5,29 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,64 |
| 10 | 2.225 | 2.234 | **22,40** | 102,5 | 0,00 | 77,98 | 5,14 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,12 |
| 11 | 2.495 | 2.503 | **24,01** | 105,5 | 0,00 | 78,97 | 5,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,51 |
| 12 | 2.298 | 2.306 | **24,01** | 104,5 | 0,00 | 78,26 | 5,25 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,50 |
| 13 | 2.835 | 2.842 | **22,22** | 105,3 | 0,00 | 80,07 | 6,02 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,10 |
| 14 | 2.431 | 2.439 | **21,32** | 102,5 | 0,00 | 78,75 | 5,45 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,19 |
| 15 | 2.585 | 2.593 | **23,57** | 105,5 | 0,00 | 79,28 | 5,67 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,95 |
| 16 | 2.824 | 2.830 | **22,27** | 105,3 | 0,00 | 80,03 | 6,01 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,04 |
| 17 | 2.541 | 2.549 | **22,78** | 104,5 | 0,00 | 79,13 | 5,61 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,74 |

Summe 38,92

## Schall-Immissionsort: K Seesen, Hochstraße 43

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.449 | 2.451 | **24,98** | 105,5 | 0,00 | 78,79 | 4,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,54 |
| 02 | 1.988 | 1.993 | **27,44** | 105,5 | 0,00 | 76,99 | 4,08 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,07 |
| 03 | 1.572 | 1.578 | **28,41** | 104,1 | 0,00 | 74,96 | 3,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,71 |
| 04 | 2.110 | 2.113 | **26,75** | 105,5 | 0,00 | 77,50 | 4,26 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,76 |
| 05 | 1.567 | 1.573 | **28,44** | 104,1 | 0,00 | 74,94 | 3,74 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,68 |
| 06 | 1.602 | 1.607 | **28,20** | 104,1 | 0,00 | 75,12 | 3,80 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,92 |
| 07 | 4.668 | 4.671 | **15,66** | 105,3 | 0,00 | 84,39 | 8,27 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,66 |
| 08 | 4.979 | 4.982 | **14,77** | 105,3 | 0,00 | 84,95 | 8,60 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,55 |
| 09 | 4.281 | 4.284 | **18,04** | 106,5 | 0,00 | 83,64 | 7,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,48 |
| 10 | 4.077 | 4.079 | **14,70** | 102,5 | 0,00 | 83,21 | 7,60 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,81 |
| 11 | 4.519 | 4.521 | **16,31** | 105,5 | 0,00 | 84,11 | 8,10 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,21 |
| 12 | 4.028 | 4.031 | **16,86** | 104,5 | 0,00 | 83,11 | 7,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,65 |
| 13 | 4.922 | 4.925 | **14,93** | 105,3 | 0,00 | 84,85 | 8,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 90,39 |
| 14 | 4.216 | 4.219 | **14,25** | 102,5 | 0,00 | 83,50 | 7,76 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,27 |
| 15 | 4.471 | 4.473 | **16,45** | 105,5 | 0,00 | 84,01 | 8,05 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,06 |
| 16 | 4.775 | 4.777 | **15,35** | 105,3 | 0,00 | 84,58 | 8,38 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 89,97 |
| 17 | 4.122 | 4.125 | **16,55** | 104,5 | 0,00 | 83,31 | 7,65 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,96 |

Summe 35,83

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

# DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

## Schall-Immissionsort: L Bilderlahe, Lindenallee 8

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.000 | 2.006 | **27,37** | 105,5 | 0,00 | 77,04 | 4,10 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,15 |
| 02 | 1.983 | 1.991 | **27,45** | 105,5 | 0,00 | 76,98 | 4,08 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,06 |
| 03 | 2.171 | 2.179 | **24,74** | 104,1 | 0,00 | 77,76 | 4,62 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,39 |
| 04 | 1.448 | 1.457 | **31,02** | 105,5 | 0,00 | 74,27 | 3,23 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 74,49 |
| 05 | 1.300 | 1.313 | **30,44** | 104,1 | 0,00 | 73,36 | 3,32 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,68 |
| 06 | 1.733 | 1.742 | **27,30** | 104,1 | 0,00 | 75,82 | 4,00 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,83 |
| 07 | 2.372 | 2.381 | **24,42** | 105,3 | 0,00 | 78,53 | 5,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,89 |
| 08 | 2.628 | 2.635 | **23,17** | 105,3 | 0,00 | 79,42 | 5,73 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,15 |
| 09 | 2.145 | 2.154 | **26,84** | 106,5 | 0,00 | 77,67 | 5,01 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,68 |
| 10 | 2.031 | 2.040 | **23,49** | 102,5 | 0,00 | 77,19 | 4,83 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,03 |
| 11 | 2.329 | 2.337 | **24,85** | 105,5 | 0,00 | 78,37 | 5,29 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,67 |
| 12 | 2.092 | 2.102 | **25,13** | 104,5 | 0,00 | 77,45 | 4,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,38 |
| 13 | 2.683 | 2.690 | **22,91** | 105,3 | 0,00 | 79,60 | 5,81 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,41 |
| 14 | 2.234 | 2.243 | **22,35** | 102,5 | 0,00 | 78,02 | 5,15 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,16 |
| 15 | 2.402 | 2.410 | **24,47** | 105,5 | 0,00 | 78,64 | 5,40 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,04 |
| 16 | 2.652 | 2.658 | **23,06** | 105,3 | 0,00 | 79,49 | 5,77 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,26 |
| 17 | 2.327 | 2.336 | **23,85** | 104,5 | 0,00 | 78,37 | 5,29 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,66 |

Summe 38,59

## Schall-Immissionsort: M Bilderlahe, Petersberg 1

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.391 | 2.395 | **25,25** | 105,5 | 0,00 | 78,59 | 4,67 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,26 |
| 02 | 2.348 | 2.354 | **25,46** | 105,5 | 0,00 | 78,44 | 4,62 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,05 |
| 03 | 2.498 | 2.504 | **23,10** | 104,1 | 0,00 | 78,97 | 5,05 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,02 |
| 04 | 1.827 | 1.833 | **28,41** | 105,5 | 0,00 | 76,26 | 3,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,10 |
| 05 | 1.598 | 1.608 | **28,20** | 104,1 | 0,00 | 75,13 | 3,80 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,93 |
| 06 | 2.062 | 2.070 | **25,33** | 104,1 | 0,00 | 77,32 | 4,47 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,79 |
| 07 | 2.061 | 2.071 | **26,11** | 105,3 | 0,00 | 77,32 | 4,88 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,20 |
| 08 | 2.339 | 2.347 | **24,60** | 105,3 | 0,00 | 78,41 | 5,31 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,72 |
| 09 | 1.789 | 1.800 | **28,97** | 106,5 | 0,00 | 76,11 | 4,44 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,54 |
| 10 | 1.658 | 1.669 | **25,85** | 102,5 | 0,00 | 75,45 | 4,21 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,66 |
| 11 | 1.988 | 1.997 | **26,75** | 105,5 | 0,00 | 77,01 | 4,76 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,77 |
| 12 | 1.707 | 1.718 | **27,52** | 104,5 | 0,00 | 75,70 | 4,30 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,00 |
| 13 | 2.360 | 2.367 | **24,49** | 105,3 | 0,00 | 78,48 | 5,34 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,82 |
| 14 | 1.856 | 1.866 | **24,55** | 102,5 | 0,00 | 76,42 | 4,55 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,96 |
| 15 | 2.038 | 2.047 | **26,45** | 105,5 | 0,00 | 77,22 | 4,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,07 |
| 16 | 2.302 | 2.308 | **24,80** | 105,3 | 0,00 | 78,27 | 5,25 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,52 |
| 17 | 1.934 | 1.944 | **26,06** | 104,5 | 0,00 | 76,78 | 4,68 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,45 |

Summe 38,58

## Schall-Immissionsort: N Seesen, Altes Forsthaus 1

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.350 | 2.355 | **25,46** | 105,5 | 0,00 | 78,44 | 4,62 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,06 |
| 02 | 2.192 | 2.199 | **26,28** | 105,5 | 0,00 | 77,85 | 4,39 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,24 |
| 03 | 2.230 | 2.237 | **24,43** | 104,1 | 0,00 | 78,00 | 4,70 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,70 |
| 04 | 1.747 | 1.754 | **28,92** | 105,5 | 0,00 | 75,88 | 3,71 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,60 |
| 05 | 1.325 | 1.338 | **30,23** | 104,1 | 0,00 | 73,53 | 3,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 73,89 |
| 06 | 1.819 | 1.829 | **26,75** | 104,1 | 0,00 | 76,24 | 4,13 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,38 |
| 07 | 2.502 | 2.511 | **23,77** | 105,3 | 0,00 | 79,00 | 5,55 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,55 |
| 08 | 2.805 | 2.813 | **22,35** | 105,3 | 0,00 | 79,98 | 5,98 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,97 |
| 09 | 2.152 | 2.162 | **26,79** | 106,5 | 0,00 | 77,70 | 5,02 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,72 |
| 10 | 1.973 | 1.984 | **23,83** | 102,5 | 0,00 | 76,95 | 4,74 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,69 |
| 11 | 2.378 | 2.386 | **24,59** | 105,5 | 0,00 | 78,55 | 5,37 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,92 |
| 12 | 1.969 | 1.979 | **25,85** | 104,5 | 0,00 | 76,93 | 4,73 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,66 |
| 13 | 2.773 | 2.781 | **22,49** | 105,3 | 0,00 | 79,88 | 5,94 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,82 |
| 14 | 2.144 | 2.154 | **22,84** | 102,5 | 0,00 | 77,66 | 5,01 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,67 |
| 15 | 2.371 | 2.379 | **24,63** | 105,5 | 0,00 | 78,53 | 5,36 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,89 |
| 16 | 2.662 | 2.669 | **23,01** | 105,3 | 0,00 | 79,53 | 5,78 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,31 |
| 17 | 2.136 | 2.146 | **24,88** | 104,5 | 0,00 | 77,63 | 5,00 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,63 |

Summe 38,01

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

# DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

## Schall-Immissionsort: O Seesen, Am Sonnenberg 44

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2.701 | 2.702 | **23,78** | 105,5 | 0,00 | 79,63 | 5,10 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,73 |
| 02 | 2.301 | 2.304 | **25,72** | 105,5 | 0,00 | 78,25 | 4,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,79 |
| 03 | 2.007 | 2.010 | **25,67** | 104,1 | 0,00 | 77,07 | 4,39 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,46 |
| 04 | 2.208 | 2.210 | **26,22** | 105,5 | 0,00 | 77,89 | 4,41 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,29 |
| 05 | 1.567 | 1.571 | **28,46** | 104,1 | 0,00 | 74,92 | 3,74 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 75,67 |
| 06 | 1.843 | 1.846 | **26,64** | 104,1 | 0,00 | 76,33 | 4,16 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,48 |
| 07 | 3.971 | 3.974 | **17,85** | 105,3 | 0,00 | 82,98 | 7,48 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,46 |
| 08 | 4.294 | 4.296 | **16,80** | 105,3 | 0,00 | 83,66 | 7,85 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,51 |
| 09 | 3.552 | 3.554 | **20,53** | 106,5 | 0,00 | 82,02 | 6,97 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,98 |
| 10 | 3.334 | 3.336 | **17,36** | 102,5 | 0,00 | 81,47 | 6,69 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,15 |
| 11 | 3.795 | 3.797 | **18,66** | 105,5 | 0,00 | 82,59 | 7,27 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 86,86 |
| 12 | 3.265 | 3.268 | **19,63** | 104,5 | 0,00 | 81,28 | 6,60 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,88 |
| 13 | 4.201 | 4.203 | **17,10** | 105,3 | 0,00 | 83,47 | 7,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 88,22 |
| 14 | 3.455 | 3.458 | **16,89** | 102,5 | 0,00 | 81,78 | 6,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,62 |
| 15 | 3.719 | 3.722 | **18,93** | 105,5 | 0,00 | 82,41 | 7,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 86,59 |
| 16 | 4.028 | 4.029 | **17,67** | 105,3 | 0,00 | 83,10 | 7,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 87,65 |
| 17 | 3.332 | 3.334 | **19,37** | 104,5 | 0,00 | 81,46 | 6,69 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,15 |

Summe 35,22

## Schall-Immissionsort: P Seesen, Über den Rotten 7

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 3.140 | 3.142 | **21,89** | 105,5 | 0,00 | 80,95 | 5,68 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,62 |
| 02 | 2.856 | 2.860 | **23,08** | 105,5 | 0,00 | 80,13 | 5,31 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,44 |
| 03 | 2.721 | 2.725 | **22,09** | 104,1 | 0,00 | 79,71 | 5,32 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,03 |
| 04 | 2.548 | 2.552 | **24,48** | 105,5 | 0,00 | 79,14 | 4,89 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,03 |
| 05 | 1.960 | 1.967 | **25,92** | 104,1 | 0,00 | 76,88 | 4,33 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,21 |
| 06 | 2.406 | 2.412 | **23,55** | 104,1 | 0,00 | 78,65 | 4,93 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,58 |
| 07 | 3.001 | 3.007 | **21,50** | 105,3 | 0,00 | 80,56 | 6,25 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,81 |
| 08 | 3.332 | 3.337 | **20,16** | 105,3 | 0,00 | 81,47 | 6,69 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 85,16 |
| 09 | 2.545 | 2.551 | **24,77** | 106,5 | 0,00 | 79,14 | 5,61 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,75 |
| 10 | 2.313 | 2.320 | **21,94** | 102,5 | 0,00 | 78,31 | 5,27 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,57 |
| 11 | 2.791 | 2.797 | **22,62** | 105,5 | 0,00 | 79,93 | 5,96 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,90 |
| 12 | 2.217 | 2.224 | **24,45** | 104,5 | 0,00 | 77,94 | 5,12 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,07 |
| 13 | 3.194 | 3.199 | **20,71** | 105,3 | 0,00 | 81,10 | 6,51 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,61 |
| 14 | 2.407 | 2.414 | **21,45** | 102,5 | 0,00 | 78,65 | 5,41 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,06 |
| 15 | 2.680 | 2.686 | **23,13** | 105,5 | 0,00 | 79,58 | 5,81 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,39 |
| 16 | 2.989 | 2.994 | **21,56** | 105,3 | 0,00 | 80,52 | 6,23 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,76 |
| 17 | 2.249 | 2.256 | **24,28** | 104,5 | 0,00 | 78,07 | 5,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,24 |

Summe 35,38

## Schall-Immissionsort: Q Seesen, Oststraße 4

**WEA** **Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 3.210 | 3.213 | **21,61** | 105,5 | 0,00 | 81,14 | 5,76 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,90 |
| 02 | 2.933 | 2.937 | **22,74** | 105,5 | 0,00 | 80,36 | 5,41 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,77 |
| 03 | 2.805 | 2.810 | **21,73** | 104,1 | 0,00 | 79,97 | 5,42 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,39 |
| 04 | 2.616 | 2.620 | **24,16** | 105,5 | 0,00 | 79,37 | 4,99 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,35 |
| 05 | 2.035 | 2.042 | **25,49** | 104,1 | 0,00 | 77,20 | 4,44 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,64 |
| 06 | 2.486 | 2.491 | **23,16** | 104,1 | 0,00 | 78,93 | 5,03 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,96 |
| 07 | 2.943 | 2.949 | **21,75** | 105,3 | 0,00 | 80,39 | 6,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,57 |
| 08 | 3.275 | 3.280 | **20,38** | 105,3 | 0,00 | 81,32 | 6,62 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,93 |
| 09 | 2.482 | 2.489 | **25,07** | 106,5 | 0,00 | 78,92 | 5,52 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,44 |
| 10 | 2.248 | 2.256 | **22,28** | 102,5 | 0,00 | 78,07 | 5,17 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,23 |
| 11 | 2.728 | 2.734 | **22,90** | 105,5 | 0,00 | 79,74 | 5,87 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,61 |
| 12 | 2.148 | 2.156 | **24,83** | 104,5 | 0,00 | 77,67 | 5,01 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,69 |
| 13 | 3.130 | 3.135 | **20,96** | 105,3 | 0,00 | 80,93 | 6,42 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,35 |
| 14 | 2.338 | 2.345 | **21,81** | 102,5 | 0,00 | 78,40 | 5,31 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,71 |
| 15 | 2.611 | 2.618 | **23,45** | 105,5 | 0,00 | 79,36 | 5,71 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,07 |
| 16 | 2.920 | 2.925 | **21,85** | 105,3 | 0,00 | 80,32 | 6,14 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,46 |
| 17 | 2.172 | 2.181 | **24,69** | 104,5 | 0,00 | 77,77 | 5,05 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,82 |

Summe 35,44

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

### Schall-Immissionsort: R Engelade, Oststraße 16

| WEA | | | Lautester Wert bis 95% Nennleistung | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
| 01 | 3.307 | 3.310 | **21,23** | 105,5 | 0,00 | 81,40 | 5,89 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,28 |
| 02 | 3.037 | 3.042 | **22,31** | 105,5 | 0,00 | 80,66 | 5,55 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,21 |
| 03 | 2.916 | 2.920 | **21,26** | 104,1 | 0,00 | 80,31 | 5,55 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,86 |
| 04 | 2.711 | 2.715 | **23,72** | 105,5 | 0,00 | 79,68 | 5,12 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,79 |
| 05 | 2.137 | 2.144 | **24,92** | 104,1 | 0,00 | 77,63 | 4,58 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,20 |
| 06 | 2.592 | 2.598 | **22,67** | 104,1 | 0,00 | 79,29 | 5,16 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,46 |
| 07 | 2.887 | 2.893 | **21,99** | 105,3 | 0,00 | 80,23 | 6,10 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,33 |
| 08 | 3.219 | 3.225 | **20,60** | 105,3 | 0,00 | 81,17 | 6,54 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,71 |
| 09 | 2.420 | 2.427 | **25,38** | 106,5 | 0,00 | 78,70 | 5,43 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,13 |
| 10 | 2.184 | 2.192 | **22,63** | 102,5 | 0,00 | 77,81 | 5,07 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,89 |
| 11 | 2.666 | 2.672 | **23,19** | 105,5 | 0,00 | 79,54 | 5,79 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,32 |
| 12 | 2.077 | 2.085 | **25,23** | 104,5 | 0,00 | 77,38 | 4,90 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,29 |
| 13 | 3.065 | 3.071 | **21,23** | 105,3 | 0,00 | 80,74 | 6,34 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,08 |
| 14 | 2.265 | 2.273 | **22,19** | 102,5 | 0,00 | 78,13 | 5,20 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,33 |
| 15 | 2.540 | 2.547 | **23,79** | 105,5 | 0,00 | 79,12 | 5,61 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,73 |
| 16 | 2.848 | 2.854 | **22,17** | 105,3 | 0,00 | 80,11 | 6,04 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,15 |
| 17 | 2.089 | 2.098 | **25,16** | 104,5 | 0,00 | 77,44 | 4,92 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,36 |

Summe 35,49

### Schall-Immissionsort: S Engelade, Eichenstraße 10

| WEA | | | Lautester Wert bis 95% Nennleistung | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Berechnet [dB(A)] | LWA [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] |
| 01 | 3.373 | 3.376 | **20,98** | 105,5 | 0,00 | 81,57 | 5,97 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 84,54 |
| 02 | 3.165 | 3.169 | **21,79** | 105,5 | 0,00 | 81,02 | 5,71 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,73 |
| 03 | 3.116 | 3.121 | **20,46** | 104,1 | 0,00 | 80,89 | 5,78 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 83,67 |
| 04 | 2.768 | 2.772 | **23,47** | 105,5 | 0,00 | 79,85 | 5,19 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,05 |
| 05 | 2.264 | 2.271 | **24,25** | 104,1 | 0,00 | 78,12 | 4,75 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,87 |
| 06 | 2.748 | 2.754 | **21,97** | 104,1 | 0,00 | 79,80 | 5,35 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,15 |
| 07 | 2.388 | 2.397 | **24,34** | 105,3 | 0,00 | 78,59 | 5,38 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,97 |
| 08 | 2.721 | 2.728 | **22,73** | 105,3 | 0,00 | 79,72 | 5,87 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 82,58 |
| 09 | 1.918 | 1.928 | **28,16** | 106,5 | 0,00 | 76,70 | 4,65 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 78,36 |
| 10 | 1.682 | 1.692 | **25,69** | 102,5 | 0,00 | 75,57 | 4,26 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,82 |
| 11 | 2.164 | 2.172 | **25,74** | 105,5 | 0,00 | 77,74 | 5,04 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,78 |
| 12 | 1.576 | 1.587 | **28,43** | 104,5 | 0,00 | 75,01 | 4,07 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,08 |
| 13 | 2.563 | 2.570 | **23,48** | 105,3 | 0,00 | 79,20 | 5,64 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 81,84 |
| 14 | 1.765 | 1.775 | **25,14** | 102,5 | 0,00 | 75,98 | 4,40 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 77,38 |
| 15 | 2.039 | 2.048 | **26,45** | 105,5 | 0,00 | 77,23 | 4,84 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 79,07 |
| 16 | 2.348 | 2.354 | **24,56** | 105,3 | 0,00 | 78,44 | 5,32 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 80,76 |
| 17 | 1.599 | 1.611 | **28,26** | 104,5 | 0,00 | 75,14 | 4,11 | -3,00 | 0,00 | 0,00 | 76,26 |

Summe 37,43

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

# DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** Gesamtbelastung

**Schallberechnungs-Modell:**
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
**Windgeschwindigkeit:**
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
**Bodeneffekt:**
Keiner
**Meteorlogischer Koeffizient, C0:**
0,0 dB
**Art der Anforderung in der Berechnung:**
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)
**Schallleistungspegel in der Berechnung:**
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
**Einzeltöne:**
Einzeltonzuschlag aus Katalog wird zu Schallemission der WEA zugefügt
**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**
5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell
**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**
0,0 dB(A)
**Oktavbanddaten verwendet**
Luftdämpfung

| 63 | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [db/km] | [db/km] | [db/km] | [db/km] | [db/km] | [db/km] | [db/km] | [db/km] |
| 0,1 | 0,4 | 1,0 | 1,9 | 3,7 | 9,7 | 32,8 | 117,0 |

**WEA:** VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !O!
**Schall:** SO1 Oktavdaten 103,4 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 22.02.2018 | USER | 22.02.2018 13:47 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 105,5 | Nein | 87,2 | 94,3 | 98,8 | 100,5 | 99,5 | 95,7 | 89,3 | 80,2 |

**WEA:** VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !O!
**Schall:** SO2 Oktavdaten 102,0 dB(A) + 2,1 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 22.02.2018 | USER | 22.02.2018 13:30 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 104,1 | Nein | 87,5 | 93,3 | 98,0 | 96,6 | 98,1 | 96,7 | 90,4 | 74,8 |

**WEA:** VESTAS V90-2.0 GridStreamer 2000 90.0 !O!
**Schall:** 104,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 20.11.2017 | USER | 22.02.2018 13:21 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 105,5 | Nein | 85,2 | 93,6 | 97,8 | 100,0 | 99,5 | 97,5 | 93,5 | 82,6 |

**WEA:** REpower MM 82 2050 82.0 !O!
**Schall:** Genehmigungspegel 105 dB(A) als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 04.12.2017 | USER | 22.02.2018 13:18 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 106,5 | Nein | 86,2 | 94,6 | 98,8 | 101,0 | 100,5 | 98,5 | 94,5 | 83,6 |

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** Gesamtbelastung
**WEA:** ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O!
**Schall:** 101,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel mit Ref.-Spektrum inkl. 1,5 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 20.11.2017 | USER | 05.01.2018 11:12 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 102,5 | Nein | 82,2 | 90,6 | 94,8 | 97,0 | 96,5 | 94,5 | 90,5 | 79,6 |

**WEA:** ENERCON E-66/18.70 1800 70.0 !O!
**Schall:** 103,0 dB(A) Genehmigungspegel als Oktavpegel aus Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 20.11.2017 | USER | 22.02.2018 13:24 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 104,5 | Nein | 84,2 | 92,6 | 96,8 | 99,0 | 98,5 | 96,5 | 92,5 | 81,6 |

**WEA:** SENVION MM100 60Hz 2000 100.0 !O!
**Schall:** 103,8 dB(A) Genehmigungspegel aus Oktavbanddaten mit Ref.-Spektrum zzgl. 1,5 dB(A) SZ

| Datenquelle | Quelle/Datum | Quelle | Bearbeitet |
|---|---|---|---|
| | 20.11.2017 | USER | 22.02.2018 13:13 |

| | | | | Oktav- Bänder | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Status | Windgesch- windigkeit [m/s] | LWA [dB(A)] | Einzelton | 63 [dB] | 125 [dB] | 250 [dB] | 500 [dB] | 1000 [dB] | 2000 [dB] | 4000 [dB] | 8000 [dB] |
| Von WEA-Katalog | 95% der Nennleistung | 105,3 | Nein | 85,0 | 93,4 | 97,6 | 99,8 | 99,3 | 97,3 | 93,3 | 82,4 |

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Orgelspiel 34 (3)-F
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Seesener Straße 5-B
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Flachsrotten 2-C
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Adenhausen 2-D
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Außenbereich
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Altes Forsthaus 1-N
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Außenbereich
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** Gesamtbelastung
**Schall-Immissionsort:** Seesen, Oststraße 4-Q
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Reines Wohngebiet / Erholung
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 35,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Über den Rotten 7-P
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Stettiner Straße 52-H
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Hochstraße 43-K
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Reines Wohngebiet / Erholung
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 35,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Am Sonnenberg 44-O
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Mechtshausen, Am Wiesenberg 11-A
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Burg 5-G
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Außenbereich
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Kleingartenanlage-E
**Vordefinierter Berechnungsstandard:**
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 60,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Bilderlahe, Lindenallee 2-J
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Dorf- und Mischgebiete
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Bilderlahe, Lindenallee 8-L
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

Projekt:
**17-1-3078-000-NS**

Beschreibung:
Windpark Bornhausen, Stadt Seesen
im Landkreis Goslar, Niedersachsen

Lizenzierter Anwender:
**CUBE Engineering GmbH**
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
22.02.2018 13:49/3.1.633

wpd onshore GmbH & Co. KG
Friedrich-Ebert-Str. 110
34119 Kassel

## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** Gesamtbelastung
**Schall-Immissionsort:** Engelade, Eichenstraße 10-S
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Engelade, Oststraße 16-R
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Reines Wohngebiet / Erholung
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 35,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Bilderlahe, Petersberg 1-M
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Seesen, Schützenallee 14a-I
**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Reines Wohngebiet / Erholung
**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 35,0 dB(A)
**Keine Abstandsanforderung**

Classification: **Restricted**



**Vestas V150-4.0/4.2 MW**
**Schallleistungspegel und den Oktavspektren**

Sofern kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vorliegt muss die Schallimmissionsprognose gemäß LAI-Hinweisen auf Herstellerangaben beruhen. In den VESTAS Spezifikationen ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel $\overline{L_W}$ dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016, muss bei der Immissionsprognose basierend auf Herstellerangaben ebenfalls die möglichen Auswirkungen der Unsicherheit der Serienstreuung und der Abnahmemessung berücksichtigt werden.

Vestas empfiehlt die Unsicherheitsbetrachtung in Anlehnung an die Betrachtung bei Vorlage einer Einfachvermessung wie folgt:

$$Unsicherheit\ der\ Serienstreuung\ \sigma_P = 1{,}2\ dB$$
$$Unsicherheit\ der\ Typvermessung\ \sigma_R = 0{,}5\ dB$$

Der Maximale zulässige Emissionspegel der WEA $L_{e,max}$ mit einem Vertrauensniveau vom 90% wird wie folgt berechnet:

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

| Blattkonfiguration | STE & RVG | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Betriebsmode | 0 | PO1 | SO1 | SO2 | SO3 |
| Verfügbare Nabenhöhen [m] | 123 / 145 / 166 | 123 / 145 / 166 | 123 / 166 | 123 / 166 | 123 / 145 / 166 |
| Nennleistung [kW] | 4000 | 4200 | 4000 | 3583 | 1546 |
| Oktavspektrum | siehe 0071-4442 | | | | |
| $\overline{L_W}$ (aus Spezifikation 0067-7067.V05) | 104,9 | 104,9 | 103,4 | 102 | 99,5 |
| $\sigma_R$ | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| $\sigma_P$ | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| $L_{e,max}$ | **106,6** | **106,6** | **105,1** | **103,7** | **101,2** |

Tabelle 1: Schallleistungspegel V150-4.0/4.2 MW

**Vestas Deutschland GmbH**
Otto-Hahn-Str. 2-4, 25813 Husum
Tel: +49 4841 971 0, vestas-centraleurope@vestas.com, www.vestas.com
Bank: UniCredit Bank - HypoVereinsbank, München
IBAN: DE45 7002 0270 0666 8897 54, BIC: HYVEDEMMXXX
Commerzbank, Frankfurt, IBAN: DE96 5008 0000 0980 8140 00, BIC: DRESDEFFXXX
Nordea Bank, Frankfurt, IBAN: DE59 5143 0300 2125 7100 01, BIC: NDEADEFFXXX
Handelsregister: Flensburg B-463, Umsatzsteueridentifikationsnummer: DE 134 657 783,
Steueridentifikationsnummer: 27/197/00066
Geschäftsführer: Cornelis de Baar, Firmenname: Vestas Deutschland GmbH

T05 0070-3421 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2018-01-12 by INVOL

**VESTAS PROPRIETARY NOTICE:** This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Die Bestimmung des mittleren Schallleistungspegels entsprechend der Technische Richtlinie, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev.18 Stand 01.02.2008, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V.“ für den Windgeschwindigkeitsbereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe).

**Dieses Dokument dient – wie auch die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Schallleistungsgarantie ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.**

HINWEIS:

Die obigen Angaben liegen zu Grunde, dass eine Emissionsseitige Abnahmemessung der genehmigten WEA den Anforderungen der Emissionsseitigen Typvermessung (Standard und Messstelle) entspricht, und damit die Unsicherheit der Abnahmemessung gleich der Unsicherheit der Typvermessung angesetzt wird:

- $Messunsicherkeit\ \ ist\ gleich\ Unsicherheit\ der\ Typvermessung\ \sigma_R = 0{,}5\ dB$

Weitere Unsicherheiten sind nicht zu berücksichtigen.

Husum, 08. Januar 2018/IRW

T05 0070-3421 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2018-01-12 by INVOL

## 3.3 Mode SO1

| Frequency | Hub height wind speeds [m/s] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 m/s | 4 m/s | 5 m/s | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 11 m/s | 12 m/s | 13 m/s | 14 m/s | 15 m/s | 16 m/s | 17 m/s | 18 m/s | 19 m/s | 20 m/s |
| 63 Hz | 71,9 | 71,9 | 73,8 | 77,1 | 80,8 | 83,6 | 84,3 | 84,4 | 84,6 | 84,7 | 84,9 | 85,0 | 85,1 | 85,2 | 85,2 | 85,3 | 85,3 | 85,3 |
| 125 Hz | 79,6 | 79,7 | 81,7 | 84,9 | 88,5 | 91,3 | 91,9 | 92,0 | 92,0 | 92,0 | 92,2 | 92,2 | 92,2 | 92,3 | 92,3 | 92,3 | 92,3 | 92,3 |
| 250 Hz | 84,4 | 84,6 | 86,5 | 89,7 | 93,2 | 96,0 | 96,6 | 96,6 | 96,6 | 96,6 | 96,7 | 96,7 | 96,7 | 96,7 | 96,6 | 96,6 | 96,6 | 96,6 |
| 500 Hz | 86,2 | 86,5 | 88,4 | 91,6 | 95,0 | 97,8 | 98,4 | 98,4 | 98,4 | 98,3 | 98,4 | 98,4 | 98,4 | 98,4 | 98,3 | 98,3 | 98,3 | 98,3 |
| 1 kHz | 85,1 | 85,4 | 87,3 | 90,5 | 93,9 | 96,7 | 97,3 | 97,3 | 97,3 | 97,3 | 97,4 | 97,4 | 97,4 | 97,4 | 97,4 | 97,4 | 97,4 | 97,4 |
| 2 kHz | 81,2 | 81,2 | 83,1 | 86,3 | 89,8 | 92,6 | 93,2 | 93,3 | 93,3 | 93,4 | 93,6 | 93,6 | 93,6 | 93,7 | 93,7 | 93,7 | 93,8 | 93,8 |
| 4 kHz | 74,3 | 74,2 | 76,0 | 79,2 | 82,8 | 85,6 | 86,3 | 86,4 | 86,6 | 86,8 | 87,1 | 87,2 | 87,2 | 87,3 | 87,4 | 87,5 | 87,6 | 87,6 |
| 8 kHz | 64,5 | 64,0 | 65,8 | 69,0 | 72,8 | 75,6 | 76,3 | 76,6 | 77,0 | 77,3 | 77,7 | 77,9 | 78,1 | 78,2 | 78,4 | 78,5 | 78,6 | 78,7 |
| **A-wgt** | **91,1** | **91,3** | **93,2** | **96,4** | **99,9** | **102,7** | **103,3** | **103,3** | **103,3** | **103,3** | **103,4** | **103,4** | **103,4** | **103,4** | **103,4** | **103,4** | **103,4** | **103,4** |

Table 3: V150-4.0MW Mode SO1, expected octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)

## 3.4 Mode SO2

| Frequency | Hub height wind speeds [m/s] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 m/s | 4 m/s | 5 m/s | 6 m/s | 7 m/s | 8 m/s | 9 m/s | 10 m/s | 11 m/s | 12 m/s | 13 m/s | 14 m/s | 15 m/s | 16 m/s | 17 m/s | 18 m/s | 19 m/s | 20 m/s |
| 63 Hz | 78,3 | 78,6 | 79,3 | 81,3 | 83,8 | 85,2 | 85,3 | 85,3 | 85,3 | 85,4 | 85,4 | 85,4 | 85,4 | 85,4 | 85,4 | 85,4 | 85,4 | 85,5 |
| 125 Hz | 82,6 | 82,4 | 83,5 | 85,9 | 88,8 | 90,4 | 90,5 | 90,7 | 90,8 | 90,9 | 91,0 | 91,1 | 91,2 | 91,3 | 91,4 | 91,5 | 91,6 | 91,7 |
| 250 Hz | 85,5 | 84,9 | 86,2 | 88,9 | 92,1 | 94,0 | 94,6 | 94,9 | 95,3 | 95,4 | 95,6 | 95,8 | 95,9 | 96,1 | 96,2 | 96,4 | 96,4 | 96,6 |
| 500 Hz | 81,0 | 81,7 | 84,7 | 88,7 | 92,7 | 95,1 | 94,9 | 94,8 | 94,7 | 94,7 | 94,6 | 94,5 | 94,5 | 94,4 | 94,3 | 94,2 | 94,2 | 94,0 |
| 1 kHz | 85,6 | 86,1 | 88,1 | 91,2 | 94,6 | 96,6 | 96,4 | 96,3 | 96,2 | 96,2 | 96,1 | 96,0 | 96,0 | 95,8 | 95,8 | 95,7 | 95,6 | 95,6 |
| 2 kHz | 81,9 | 82,8 | 85,6 | 89,3 | 93,2 | 95,5 | 95,2 | 95,1 | 94,9 | 94,8 | 94,7 | 94,6 | 94,6 | 94,4 | 94,3 | 94,2 | 94,2 | 94,0 |
| 4 kHz | 75,7 | 75,9 | 78,2 | 81,7 | 85,5 | 87,6 | 87,9 | 88,0 | 88,1 | 88,2 | 88,1 | 88,2 | 88,3 | 88,3 | 88,3 | 88,3 | 88,4 | 88,3 |
| 8 kHz | 65,1 | 64,2 | 63,4 | 64,6 | 67,2 | 68,7 | 70,0 | 70,6 | 71,4 | 71,6 | 72,0 | 72,5 | 72,7 | 73,3 | 73,5 | 73,9 | 74,1 | 74,5 |
| **A-wgt** | **91,1** | **91,3** | **93,2** | **96,4** | **99,9** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** | **102,0** |

Table 4: V150-4.2MW SO2, expected octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)



Original Instruction: T05 0071-4442 VER 00

T05 0071-4442 Ver 00 - Approved - Exported from DMS: 2017-12-18 by INVOL

RAMBOLL

CUBE Engineering GmbH
Part of Ramboll

**Senvion MM100, 3-fach-Vermessung**
**Schallvermessungsdatenblatt**
22.6.2016 jf

| # | Berichts-Nr. | Berichts-Datum | Nabenhöhe Messbericht | Messunsicherheit $U_C$ | max. $K_{TN}$ | max. $L_{WA}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SE14035B1 | 26.3.2015 | 100,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 104,5 dB(A) |
| 2 | GLGH-4286 15 13011 258-A-0002-A | 16.7.2015 | 100,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 104,3 dB(A) |
| 3 | GLGH-4286 15 13408 293-S-0004-A | 9.6.2016 | 100,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 103,7 dB(A) |

| | | |
|---|---|---|
| **n** | Anzahl Vermessungen | 3 |

**Vermessungs- und Unischerheitsparameter**

| | | |
|---|---|---|
| $L_W$ | Mittelwert der Schallleistungspegel | **104,2 dB(A)** |
| **s** | Standardabweichung | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_P$ | Serienstreuung (σP = s; wenn n < 3: σP = 1,2 dB(A)) | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_R$ | Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A)) | 0,5 dB(A) |
| $\sigma_{Prog}$ | Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2 / LAI-Hinweise | 1,0 dB(A) |
| $\sigma_{Schirm}$ | Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A)) | 0,0 dB(A) |

**Gesamtunsicherheit und obere Vetrauensbereichsgrenze**

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_{ges}$ | **Gesamtunsicherheit ($\sigma^2_{ges} = \sigma^2_P + \sigma^2_R + \sigma^2_{Prog} + \sigma^2_{Schirm}$)** | 1,2 dB(A) |
| | Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = 1,28 x $\sigma_{ges}$ ) | 1,5 dB(A) |
| $L_o$ | obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ (= $L_W$ + 1,28 x $\sigma_{ges}$) | 105,7 dB(A) |

**Tonhaltigkeit**

| | |
|---|---|
| Maximalwert $K_{TN}$ | 0,00 dB(A) |
| Standardabweichung s | 0,00 dB(A) |

RAMBOLL

CUBE Engineering GmbH
Part of Ramboll

**Repower MM 82**
**Schallvermessungsdatenblatt**
15.7.2015 tm

| # | Berichts-Nr. | Berichts-Datum | Nabenhöhe Messbericht | Messunsicherheit $U_C$ | max. $K_{TN}$ | max. $L_{WA}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | WT 3508/04 | 1.7.2004 | 80,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 104,2 dB(A) |
| 2 | WT 3230/04 | 25.3.2004 | 59,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 104,9 dB(A) |
| 3 | 27265-2.001 | 8.3.2004 | 80,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 104,9 dB(A) |

| | | |
|---|---|---|
| **n** | Anzahl Vermessungen | 3 |

**Vermessungs- und Unischerheitsparameter**

| | | |
|---|---|---|
| $L_W$ | Mittelwert der Schallleistungspegel | **104,7 dB(A)** |
| **s** | Standardabweichung | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_P$ | Serienstreuung (σP = s; wenn n < 3: σP = 1,2 dB(A)) | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_R$ | Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A)) | 0,5 dB(A) |
| $\sigma_{Prog}$ | Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2 / LAI-Hinweise | 1,0 dB(A) |
| $\sigma_{Schirm}$ | Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A)) | 0,0 dB(A) |

**Gesamtunsicherheit und obere Vetrauensbereichsgrenze**

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_{ges}$ | **Gesamtunsicherheit ($\sigma^2_{ges} = \sigma^2_P + \sigma^2_R + \sigma^2_{Prog} + \sigma^2_{Schirm}$)** | 1,2 dB(A) |
| | Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = 1,28 x $\sigma_{ges}$ ) | 1,5 dB(A) |
| $L_o$ | obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ (= $L_W$ + 1,28 x $\sigma_{ges}$) | 106,2 dB(A) |

**Tonhaltigkeit**

| | |
|---|---|
| Maximalwert $K_{TN}$ | 0,00 dB(A) |
| Standardabweichung s | 0,00 dB(A) |

RAMBOLL

CUBE Engineering GmbH
Part of Ramboll

**Enercon E-40/6.44 [Normalbetrieb] 3fach, 58/65/78m**
**Schallvermessungsdatenblatt**
6.1.2017 rm

| # | Berichts-Nr. | Berichts-Datum | Nabenhöhe Messbericht | Messunsicherheit $U_C$ | max. $K_{TN}$ | max. $L_{WA}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | WICO 207SE899 | 27.3.2000 | 78,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 100,8 dB(A) |
| 2 | WT 1740/01 | 11.4.2001 | 78,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 100,8 dB(A) |
| 3 | WICO 287SEA01/01 | 5.12.2001 | 78,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 100,1 dB(A) |

| | | |
|---|---|---|
| **n** | Anzahl Vermessungen | 3 |

**Vermessungs- und Unischerheitsparameter**

| | | |
|---|---|---|
| $L_W$ | Mittelwert der Schallleistungspegel | **100,6 dB(A)** |
| **s** | Standardabweichung | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_P$ | Serienstreuung (σP = s; wenn n < 3: σP = 1,2 dB(A)) | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_R$ | Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A)) | 0,5 dB(A) |
| $\sigma_{Prog}$ | Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2 / LAI-Hinweise | 1,0 dB(A) |
| $\sigma_{Schirm}$ | Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A)) | 0,0 dB(A) |

**Gesamtunsicherheit und obere Vetrauensbereichsgrenze**

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_{ges}$ | **Gesamtunsicherheit ($\sigma^2_{ges} = \sigma^2_P + \sigma^2_R + \sigma^2_{Prog} + \sigma^2_{Schirm}$)** | 1,2 dB(A) |
| | Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = 1,28 x $\sigma_{ges}$ ) | 1,5 dB(A) |
| $L_o$ | obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ (= $L_W$ + 1,28 x $\sigma_{ges}$) | 102,1 dB(A) |

**Tonhaltigkeit**

| | |
|---|---|
| Maximalwert $K_{TN}$ | 0,00 dB(A) |
| Standardabweichung s | 0,00 dB(A) |

RAMBOLL

CUBE Engineering GmbH
Part of Ramboll

**Vestas V90-2.0MW [Mode 0] 3fach, 105m**
**Schallvermessungsdatenblatt**
27.12.2016 rm

| # | Berichts-Nr. | Berichts-Datum | Nabenhöhe Messbericht | Messunsicherheit $U_C$ | max. $K_{TN}$ | max. $L_{WA}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | WT 4126/05 | 12.4.2005 | 105,0 m | 2 dB(A) | 0 dB(A) | 103,2 dB(A) |
| 2 | WT 4846/06 | 6.2.2006 | 105,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 103,9 dB(A) |
| 3 | WT 5308/06 | 12.10.2006 | 105,0 m | 0 dB(A) | 0 dB(A) | 103,4 dB(A) |

| | | |
|---|---|---|
| **n** | Anzahl Vermessungen | 3 |

**Vermessungs- und Unischerheitsparameter**

| | | |
|---|---|---|
| $L_W$ | Mittelwert der Schallleistungspegel | **103,5 dB(A)** |
| **s** | Standardabweichung | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_P$ | Serienstreuung (σP = s; wenn n < 3: σP = 1,2 dB(A)) | 0,4 dB(A) |
| $\sigma_R$ | Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A)) | 0,5 dB(A) |
| $\sigma_{Prog}$ | Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2 / LAI-Hinweise | 1,0 dB(A) |
| $\sigma_{Schirm}$ | Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A)) | 0,0 dB(A) |

**Gesamtunsicherheit und obere Vetrauensbereichsgrenze**

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_{ges}$ | **Gesamtunsicherheit ($\sigma^2_{ges} = \sigma^2_P + \sigma^2_R + \sigma^2_{Prog} + \sigma^2_{Schirm}$)** | 1,2 dB(A) |
| | Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = 1,28 x $\sigma_{ges}$ ) | 1,5 dB(A) |
| $L_o$ | obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ (= $L_W$ + 1,28 x $\sigma_{ges}$) | 105,0 dB(A) |

**Tonhaltigkeit**

| | |
|---|---|
| Maximalwert $K_{TN}$ | 0,00 dB(A) |
| Standardabweichung s | 0,00 dB(A) |

RAMBOLL

CUBE Engineering GmbH
Part of Ramboll

**Enercon E-66/18.70 [Normal] 3fach, 65/86/98/114m**
**Schallvermessungsdatenblatt**
5.1.2017 rm

| # | Berichts-Nr. | Berichts-Datum | Nabenhöhe Messbericht | Messunsicherheit $U_C$ | max. $K_{TN}$ | max. $L_{WA}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | WT 1618/00 | 21.12.2000 | 65,0 m | 2 dB(A) | 0 dB(A) | 102,7 dB(A) |
| 2 | KCE 25716-1.001 | 30.11.2001 | 98,0 m | 1 dB(A) | 0 dB(A) | 103,0 dB(A) |
| 3 | KCE 26207-1.0001 | 28.5.2002 | 86,0 m | 1 dB(A) | 0 dB(A) | 103,0 dB(A) |
| **n** | Anzahl Vermessungen | | | | | 3 |

**Vermessungs- und Unischerheitsparameter**

| | | |
|---|---|---|
| $L_W$ | Mittelwert der Schallleistungspegel | **102,9 dB(A)** |
| **s** | Standardabweichung | 0,2 dB(A) |
| $\sigma_P$ | Serienstreuung (σP = s; wenn n < 3: σP = 1,2 dB(A)) | 0,2 dB(A) |
| $\sigma_R$ | Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A)) | 0,5 dB(A) |
| $\sigma_{Prog}$ | Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2 / LAI-Hinweise | 1,0 dB(A) |
| $\sigma_{Schirm}$ | Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A)) | 0,0 dB(A) |

**Gesamtunsicherheit und obere Vetrauensbereichsgrenze**

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_{ges}$ | **Gesamtunsicherheit ($\sigma^2_{ges} = \sigma^2_P + \sigma^2_R + \sigma^2_{Prog} + \sigma^2_{Schirm}$)** | 1,1 dB(A) |
| | Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = 1,28 x $\sigma_{ges}$ ) | 1,5 dB(A) |
| $L_o$ | obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ (= $L_W$ + 1,28 x $\sigma_{ges}$) | 104,4 dB(A) |

**Tonhaltigkeit**

| | |
|---|---|
| Maximalwert $K_{TN}$ | 0,00 dB(A) |
| Standardabweichung s | 0,00 dB(A) |

## Basisdaten

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Berechnungseinstellung** | **Kopie von "Referenzeinstellung"** | | | |
| **Rechenmodell** | **Punktberechnung** | **Rasterberechnung** | | |
| Gleitende Anpassung des Erhebungsgebietes an die Lage des IPKT | | | | |
| L /m | | | | |
| Geländekanten als Hindernisse | Ja | Ja | | |
| Verbesserte Interpolation in den Randbereichen | Ja | Ja | | |
| Freifeld vor Reflexionsflächen /m | | | | |
| für Quellen | 1.0 | 1.0 | | |
| für Immissionspunkte | 1.0 | 1.0 | | |
| Haus: weißer Rand bei Raster | Nein | Nein | | |
| Zwischenausgaben | Keine | Keine | | |
| | | | | |
| Art der Einstellung | Referenzeinstellung | Referenzeinstellung | | |
| Reichweite von Quellen begrenzen: | | | | |
| * Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen: | Nein | Nein | | |
| * Mindest-Pegelabstand /dB: | Nein | Nein | | |
| Projektion von Linienquellen | Ja | Ja | | |
| Projektion von Flächenquellen | Ja | Ja | | |
| Beschränkung der Projektion | Nein | Nein | | |
| * Radius /m um Quelle herum: | | | | |
| * Radius /m um IP herum: | | | | |
| Mindestlänge für Teilstücke /m | 1.0 | 1.0 | | |
| Variable Min.-Länge für Teilstücke: | | | | |
| * in Prozent des Abstandes IP-Quelle | Nein | Nein | | |
| Zus. Faktor für Abstandskriterium | 1.0 | 1.0 | | |
| Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk: | Nein | Nein | | |
| * Einfügungsdämpfung begrenzen: | | | | |
| * Grenzwert /dB für Einfachbeugung: | | | | |
| * Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung: | | | | |
| Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613 | | | | |
| * Seitlicher Umweg | Ja | Ja | | |
| * Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen | Nein | Nein | | |
| | | | | |
| Reflexion | | | | |
| Reflexion (max. Ordnung) | 1 | 1 | | |
| Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen: | Nein | Nein | | |
| * Suchradius /m | | | | |
| Reichweite von Refl.Flächen begrenzen: | | | | |
| * Radius um Quelle oder IP /m: | Nein | Nein | | |
| * Mindest-Pegelabstand /dB: | Nein | Nein | | |
| Spiegelquellen durch Projektion | Ja | Ja | | |
| Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung | Ja | Ja | | |
| Strahlen als Hilfslinien sichern | Nein | Nein | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Teilstück-Kontrolle | | | | |
| Teilstück-Kontrolle nach Schall 03: | Ja | Ja | | |
| Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke: | Nein | Nein | | |
| Beschleunigte Iteration (Näherung): | Nein | Nein | | |
| Geforderte Genauigkeit /dB: | 0.1 | 0.1 | | |
| Zwischenergebnisse anzeigen: | Nein | Nein | | |

| Globale Parameter | Kopie von "Referenzeinstellung" | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen | | | 0.00 | | | |
| Temperatur /° | | | 10 | | | |
| relative Feuchte /% | | | 70 | | | |
| Wohnfläche pro Einw. /m² (=0.8*Brutto) | | | 40.00 | | | |
| Mittlere Stockwerkshöhe in m | | | 2.80 | | | |
| Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC): | Tag | Abend | Nacht | | | |
| Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC): | 2.00 | 1.00 | 0.00 | | | |

| Parameter der Bibliothek: ISO 9613-2 | Kopie von "Referenzeinstellung" | |
|---|---|---|
| Mit-Wind Wetterlage | Ja | |
| Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung bei | | |
| frequenzabhängiger Berechnung | Nein | |
| frequenzunabhängiger Berechnung | Ja | |
| Berechnung der Mittleren Höhe Hm | streng nach ISO 9613-2 | |
| nur Abstandsmaß berechnen(veraltet) | Nein | |
| Hindernisdämpfung - auch negative Bodendämpfung abziehen | Nein | |
| Abzug höchstens bis -Dz | Nein | |
| "Additional recommendations" - ISO TR 17534-3 | Ja | |
| ABar nach Erlass Thüringen (01.10.2015) | Nein | |
| Berücksichtigt Bewuchs-Elemente | Ja | |
| Berücksichtigt Bebauungs-Elemente | Ja | |
| Berücksichtigt Boden-Elemente | Ja | |

## Immissionsorte

| Immissionspunkt (19) | | | | | | | | Gesamtbelastung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bezeichnung | Gruppe | | Richtwerte /dB(A) | Nutzung | T1 | T2 | |
| | | | | Geometrie: x /m | y /m | z(abs) /m | | z(rel) /m |
| | | | | | | | | |
| IPkt001 | IO I | IO | | Richtwerte /dB(A) | --- | 50.00 | 35.00 | |
| | **Geometrie** | | **Nr** | **x/m** | **y/m** | **z(abs) /m** | | **! z(rel) /m** |
| | | | Geometrie: | 3580435.00 | 5751787.00 | 213.80 | | 5.00 |

## Flächenschallquellen

| Flächen-SQ /ISO 9613 (3) | | | | | | | | | Gesamtbelastung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FLQi001** | **Bezeichnung** | GEe1 | | **Wirkradius /m** | | | | | 99999.00 |
| | **Gruppe** | F-Schallquellen | | **D0** | | | | | 0.00 |
| | **Knotenzahl** | 6 | | **Hohe Quelle** | | | | | Nein |
| | **Länge /m** | 406.60 | | **Emission ist** | | | | | flächenbez. SL-Pegel (Lw/m²) |
| | **Länge /m (2D)** | 406.60 | | **Emi.Variant** | Emission | Dämmung | Zuschlag | Lw | Lw" |
| | **Fläche /m²** | 7561.56 | | | dB(A) | dB | dB | dB(A) | dB(A) |
| | | | | **Tag** | 60.00 | - | - | 98.79 | 60.00 |
| | | | | **Nacht** | 45.00 | - | - | 83.79 | 45.00 |
| | **Geometrie** | | **Nr** | **x/m** | | **y/m** | **z(abs) /m** | | **! z(rel) /m** |
| | | Knoten: | 1 | 3580907.17 | | 5752307.91 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 2 | 3580942.68 | | 5752156.11 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 3 | 3580896.38 | | 5752147.97 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 4 | 3580874.29 | | 5752228.07 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 5 | 3580862.19 | | 5752302.39 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 6 | 3580907.17 | | 5752307.91 | 225.00 | | 0.00 |
| **FLQi002** | **Bezeichnung** | GEe2 | | **Wirkradius /m** | | | | | 99999.00 |
| | **Gruppe** | F-Schallquellen | | **D0** | | | | | 0.00 |
| | **Knotenzahl** | 5 | | **Hohe Quelle** | | | | | Nein |
| | **Länge /m** | 391.26 | | **Emission ist** | | | | | flächenbez. SL-Pegel (Lw/m²) |
| | **Länge /m (2D)** | 391.26 | | **Emi.Variant** | Emission | Dämmung | Zuschlag | Lw | Lw" |
| | **Fläche /m²** | 6220.36 | | | dB(A) | dB | dB | dB(A) | dB(A) |
| | | | | **Tag** | 60.00 | - | - | 97.94 | 60.00 |
| | | | | **Nacht** | 45.00 | - | - | 82.94 | 45.00 |
| | **Geometrie** | | **Nr** | **x/m** | | **y/m** | **z(abs) /m** | | **! z(rel) /m** |
| | | Knoten: | 1 | 3580946.56 | | 5752315.48 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 2 | 3580981.87 | | 5752164.25 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 3 | 3580942.76 | | 5752156.23 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 4 | 3580907.18 | | 5752308.09 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 5 | 3580946.56 | | 5752315.48 | 225.00 | | 0.00 |
| **FLQi004** | **Bezeichnung** | Gle | | **Wirkradius /m** | | | | | 99999.00 |
| | **Gruppe** | F-Schallquellen | | **D0** | | | | | 0.00 |
| | **Knotenzahl** | 7 | | **Hohe Quelle** | | | | | Nein |
| | **Länge /m** | 751.72 | | **Emission ist** | | | | | flächenbez. SL-Pegel (Lw/m²) |
| | **Länge /m (2D)** | 751.72 | | **Emi.Variant** | Emission | Dämmung | Zuschlag | Lw | Lw" |
| | **Fläche /m²** | 26673.21 | | | dB(A) | dB | dB | dB(A) | dB(A) |
| | | | | **Tag** | 70.00 | - | - | 114.26 | 70.00 |
| | | | | **Nacht** | 50.00 | - | - | 94.26 | 50.00 |
| | **Geometrie** | | **Nr** | **x/m** | | **y/m** | **z(abs) /m** | | **! z(rel) /m** |
| | | Knoten: | 1 | 3580946.91 | | 5752315.41 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 2 | 3581058.36 | | 5752324.75 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 3 | 3581131.20 | | 5752255.78 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 4 | 3581231.77 | | 5752242.04 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 5 | 3581227.10 | | 5752208.86 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 6 | 3580981.64 | | 5752164.26 | 225.00 | | 0.00 |
| | | | 7 | 3580946.91 | | 5752315.41 | 225.00 | | 0.00 |

## Berechnungsergebnisse

| **Immissionsberechnung** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gesamtbelastung** | | **Einstellung: Kopie von "Referenzeinstellung"** | | | | | | | |
| | | Nacht | | | | | | | |
| | | IRW | L r,A | | | | | | |
| | | /dB | /dB | | | | | | |
| IPkt001 | IO I | 35.0 | 23.2 | | | | | | |

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle

# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

**Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV**
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

# Akkreditierung

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

**CUBE Engineering GmbH**
**Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel**

mit den Standorten

**Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel**
**Andreaestraße 3, 30159 Hannover**

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

**Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertragsnachweises; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten**

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 02.11.2015 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11038-01 und ist gültig bis 01.11.2020. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11038-01**

[redacted]

Berlin, 02.11.2015

Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30).
Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:
EA: www.european-accreditation.org
ILAC: www.ilac.org
IAF: www.iaf.nu

# Anlage zur Schallimmissionsprognose der CUBE Engineering GmbH

## Inhalt:


**1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN II**

**1.1 Allgemeines zur Schallproblematik II**

1.1.1 Grundlagen II

1.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen II

1.1.3 Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel IV

1.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung V

1.1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen V

**1.2 Immissionsprognose VI**

1.2.1 Grundlage VI

1.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) $K_T$ IX

1.2.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) $K_I$ IX

1.2.1 Tieffrequente Geräusche und Infraschall X

# 1 Theoretische Grundlagen

## 1.1 Allgemeines zur Schallproblematik

### 1.1.1 Grundlagen

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die das menschliche Ohr wahrnimmt. Abbildung 1 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

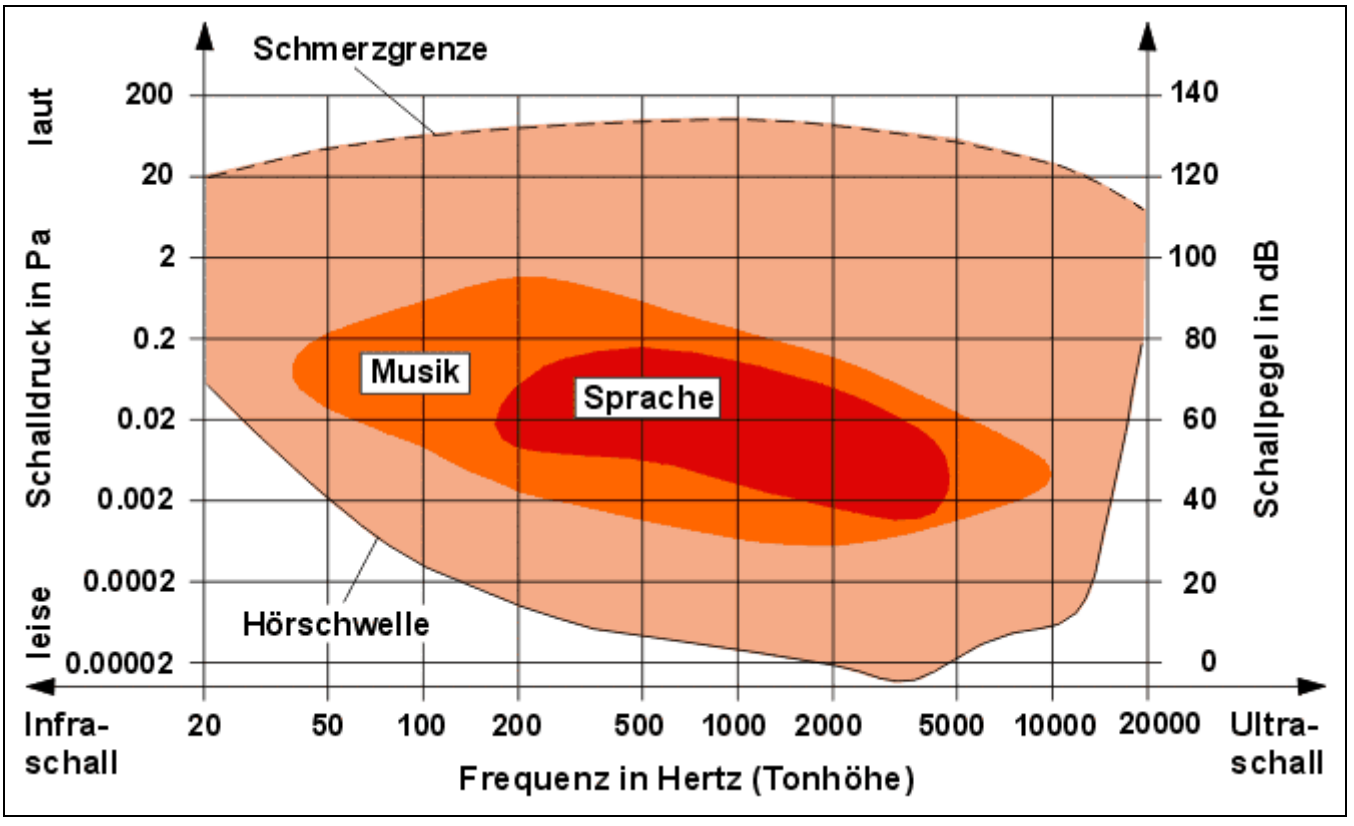



**Abbildung 1: Hörbereich des Menschen** *Quelle: Amt für Umweltschutz, Stuttgart*

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 20.000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen ab 0,00002 Pascal (Pa) (= 0 dB) wahr, ab 20 Pa (120 dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall, der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

### 1.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang von Schallentwicklung, -ausbreitung und -immission sowie die entsprechenden Vorschriften und Richtlinien.

- **Emissionen** sind im Allgemeinen die von einer Anlage (Quelle) ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen.

- **Transmission** ist die Ausbreitung der von einer Quelle emittierten Umweltbelastungen, z.B. die Schallausbreitung. Die Umgebung wirkt dabei dämpfend auf die von der Quelle ausgestrahlten Belastungen.

- **Immissionen** sind die auf Natur, Tiere, Pflanzen und den Menschen einwirkenden Belastungen (Luftverunreinigung, Lärm etc.) sowie lebenswichtige Strahlung (Sonne, Licht, Wärme), die sich aus sämtlichen Quellen überlagert.

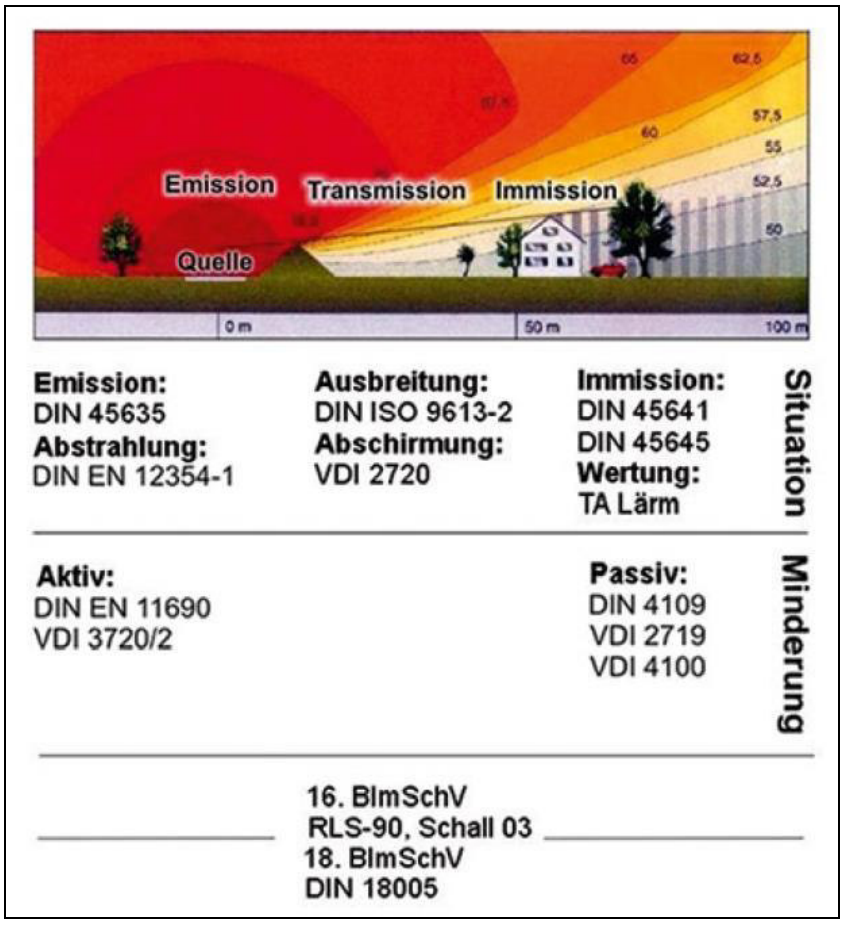



**Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall (aus Städtebaulicher Lärmfibel 2013 Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden Württemberg)**

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission – Transmission – Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG, 1974, 1990; /3/). Bauliche Anlagen müssen von den Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998; /1/) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem

Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Bemessung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 2 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die Fachbehörden des Bereiches Immissionsschutz beurteilen die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990; /4/) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach der TA Lärm /1/ eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet ist. So gelten nachts folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

35 dB (A) für reine Wohn-, Erholungs- bzw. Kurgebiete
40 dB (A) für allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete (vorwiegend Wohnungen)
45 dB (A) für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
50 dB (A) für Gewerbegebiete (vorwiegend gewerbliche Anlagen).

### 1.1.3 Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schallleistungspegel $L_W$ beschrieben. Der Schallleistungspegel $L_{WA}$ ist der maximale Wert in Dezibel dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionsort, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abb. 2), wird in der Praxis der Schallleistungspegel über einen Filter gemessen, der der Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik „A“ nach DIN IEC 651, Index A) gemessene Schallleistungspegel wird „A-bewerteter Schallpegel“ genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Berechnung der Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 /2/ verwendet wird.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schallleistungspegels von WEA kann der Schrift der Fördergesellschaft Windenergie e. V. (FGW) ‚Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen‘ /5/ entnommen werden.

Der Schall breitet sich kugelförmig um die Geräuschquelle aus und nimmt hörbar mit seinem Abstand zu ihr logarithmisch ab. Dabei wirken Bebauung, Bewuchs und sonstige Hindernisse dämpfend. Die Luft absorbiert den Schall. Reflexionen (z. B am Boden) und weitere

Geräuschquellen wirken Lärm verstärkend. Die Schallausbreitung erfolgt hauptsächlich in Windrichtung.

Der Schalldruckpegel $L_S$ ist der momentane Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionsort (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung) werden kann.

Der Mittelungspegel $L_{Aeq}$ ist der zeitlich energetisch gemittelte Wert des Schalldruckpegels. Für die Schallprognose bei Windenergieanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, der sich bei der lautesten Nachtstunde bei Mitwindbedingungen, 10 °C Temperatur und 70 % Luftfeuchte ergibt. Der für die Prognose verwendete Mittelungspegel entspricht dem nach FGW-Richtlinie Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionsrichtwerte“ aus 1-minütigen Messwerten ermittelte, maximale Schallleistungspegel bei 95% der Nennleistung oder bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe.

Der Beurteilungspegel $L_{rA}$ resultiert aus dem Mittelungspegel und den Zuschlägen aus der Ton- und Impulshaltigkeit aller Geräuschquellen unter Berücksichtigung der meteorologischen Dämpfung. Die an den Immissionsorten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte beziehen sich auf den Beurteilungspegel.

### 1.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, gewerbliche Anlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus den Geräuschen aller zu berücksichtigenden Anlagen.

### 1.1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

Die Schallquellen bei Windenergieanlagen sind im Wesentlichen die aerodynamischen Geräusche an den Blattspitzen, das Getriebe (sofern vorhanden) und der Generator. Je nach Betriebszustand und Leistung treten diese unterschiedlich auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA ist nie konstant, sondern stark von der Leistung und somit von der Windgeschwindigkeit abhängig. Der immissionsrelevante Schallleistungspegel wurde früher bei $v_{10}$ = 8 m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im Allgemeinen die durch Wind bedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 2,5 dB(A) pro m/s

Windgeschwindigkeitszunahme). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WEA, d.h. die Geräuschimmission der WEA wird überdeckt.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dies tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher hat sich die Vorgehensweise durchgesetzt (federführend der Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen"), dass bei einem Immissionsrichtwert von 45 dB(A) die Prognose mit dem Schallleistungspegel bei $v_{10}$ = 10 m/s oder, da viele Anlagen schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit ihre Nennleistung erreichen, mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt werden soll.

In kritischen Fällen können die meisten WEA nachts in einem schallreduzierten Betriebszustand gefahren werden, in dem die Drehzahl des Rotors und einhergehend damit die Rotorblattgeräusche reduziert werden. Dadurch verschlechtert sich der Wirkungsgrad des Rotors und viele WEA können durch das begrenzte Drehmoment (bzw. Strom des Wechselrichters) nicht mehr mit Nennleistung betrieben werden. Daher ist der schallreduzierte Betrieb meist mit einer reduzierten maximalen Leistung verbunden.

## 1.2 Immissionsprognose

### 1.2.1 Grundlage

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 /2/ zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ veröffentlicht. Für WKA als hochliegende Schallquellen (> 30 m) sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen – frequenzselektiv durchzuführen. Hierbei sind zur Berechnung der

Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [2] für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C anzusetzen.

In der Regel wurde bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete mittlere Schallleistungspegel sowie nach der FGW-Richtlinie /5/ auch oktavbandbezogene Werte ermittelt. Die Dämpfungswerte werden frequenzselektiv bei den Oktavbandfrequenzen von 62,5 Hz bis 8000 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung zu berechnen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach der ISO 9613-2 /2/ modifiziert nach dem Interimsverfahren dann wie folgt:

$$\mathbf{L_{fT}\,(DW) = L_W + D_C - A} \qquad (1)$$

- $L_W$: der Oktavband-Schallleitungspegel der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschall-leistung von einem Picowatt (1 pW), A-bewertet.
- $D_C$: die Richtwirkungskorrektur, in Dezibel, die beschreibet, um wieviel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in der festgelegten Richtung von dem Pegel einer angerichteten Punktschallquelle mit einem Schallleistungspegel $L_W$ abweicht; $D_C$ ist gleich dem Richtwirkungsmaß $D_I$ der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes $D_\Omega$ das eine Schallausbreitung in Raumwinkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt; für eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktschallquelle in $D_C$ = 0 dB.

- A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionsort, die bei der Schallausbreitung vorherrscht. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$\mathbf{A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}} \qquad (2)$$

$A_{div}$ : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

$$\mathbf{A_{div} = 20\ lg\ (d\ /\ 1\ m) + 11\ dB} \qquad (3)$$

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

$A_{atm}$: Dämpfung durch die Luftabsorption

$$\mathbf{A_{atm} = \alpha\ d\ /\ 1000} \qquad (4)$$

Für die Prognose werden günstige Schallausbreitungsbedingungen zugrunde gelegt (Temperatur 10°C und relative Luftfeuchte von 70%).

| Temperatur | Rel. Feuchte | Luftdämpfungskoeffizient α, dB/km (gem. DIN ISO 9613-2) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bandmittenfrequenz, Hz | | | | | | | |
| °C | % | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 10 | 70 | 0,1 | 0,4 | 1,0 | 1,9 | 3,7 | 9,7 | 32,8 | 117 |

$A_{gr}$: Bodendämpfung:

$$\mathbf{A_{gr} = -3\ dB} \qquad (5)$$

nach dem Interimsverfahren

$A_{bar}$: Dämpfung aufgrund von Abschirmung.

$A_{misc}$: Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie).

In den Berechnungen wird bei Verwendung der Software WindPRO konservativ ohne Abschirmung und weiterer Effekte gerechnet: $A_{bar}$ =0, $A_{misc}$ = 0. In Einzelfällen (v. A. bei Verwendung weiterer Softwarelösungen wie IMMI) kann mit Abschirmung oder weiterer Effekte gerechnet werden. Dies wird dann explizit im Fließtext ausgewiesen. Die Berechnung erfolgt dann nach DIN ISO 9613-2 Kap. 7.4. bzw. Anhang A

In der Praxis dämpfen u. U. Bebauung und Bewuchs den Schall ($A_{bar}$, $A_{misc}$ > 0), so dass die tatsächlichen Immissionswerte unter jenen der Prognose liegen.

Liegen den Berechnungen mehrere Schallquellen (n) (u. a. Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel $L_{ATi}$ entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel $L_{AT}$ unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10\lg\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1(L_{ATi} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \qquad (6)$$

$L_{AT}$: Beurteilungspegel am Immissionsort

$L_{ATi}$: Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n

$K_{Ti}$: Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

$K_{Ii}$: Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i

$C_{met}$: Meteorologische Korrektur. Es gilt $c_{met} = 0$ nach dem Interimsverfahren

### 1.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) $K_T$

Als Quellen für tonhaltige Geräusche sind in erster Linie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollten konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Heben sich aus dem Anlagengeräusch einer oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar hervor, ist nach der TA Lärm für den Zuschlag $K_T$, je nach Auffälligkeit des Tons, ein Wert von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen. Orientiert an der Tonhaltigkeit im Nahbereich $K_{TN}$ (gemessen bei der Emissionsmessung) gilt für Entfernungen über 300 m folgender Zuschlag:

**$K_T = 0$ für $0 \leq K_{TN} \leq 2$**

**$K_T = 3$ für $2 < K_{TN} \leq 4$**

**$K_T = 6$ für $K_{TN} > 4$**

Die Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlagen werden für die entsprechenden Anlagentypen in der Regel bei Schalldruckpegelmessungen durch autorisierte Institute (in Deutschland u. a. DEWI, DNV GL) bewertet (s. z.B. Datenblätter zur Landesförderung) und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WEA-Hersteller angegeben.

### 1.2.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) $K_I$

Impulshaltige Geräusche können z.B. durch den Turmdurchgang des Rotorblatts entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu

berücksichtigen. Dieser Zuschlag $K_I$ beträgt ähnlich wie bei der Tonhaltigkeit, je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden; ihr Auftreten entspricht somit nicht dem Stand der Technik.

### 1.2.1 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

Als tieffrequente Geräusche werden Geräusche bezeichnet, deren vorherrschende Energieanteile in einem Frequenzbereich unter 90 Hz liegen (vgl. Ziffer 7.3 TA Lärm). Tieffrequente Geräusche werden bei Windenergieanlagen schalltechnisch vermessen und werden ab 50 Hz in den Oktavband-Schallleistungspegeln berücksichtigt. Die vermessenen Schallleistungspegel im Frequenzbereich unter 100 Hz liegen regelmäßig deutlich unter den im Frequenzbereich von 100 – 4000 Hz gemessen Schallleistungspegeln. Infraschall bezeichnet Schall in einem Frequenzbereich unter 20 Hz.

Alle derzeit bekannten Untersuchungen, Messungen und Studien[1] zu Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von Windenergieanlagen zeigen, dass sich bei den aus den Bestimmungen der TA-Lärm resultierenden Abständen von WEA zu Wohngebäuden an den Immissionsorten keine Gefährdung oder Belästigung ergibt, da die auftretenden Pegel im Infraschallbereich weit unter der Wahrnehmungs- und Hörschwelle und im Bereich von tieffrequenten Geräuschen (20-90 Hz) unter oder geringfügig über der Hörschwelle liegen.

---

1

- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Karlsruhe, Februar 2016
- Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, www.dnr.de/downloads/infraschall_04-2011.pdf
- Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, ‚UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?‘, 4. Auflage - November 2014