



Schallgutachten für den Standort  
Oberfeld AI

Schallberechnungen  
für zwei Windenergieanlagen

Revision 1

JH Wind GmbH  
Johannes Hagemann  
Gruberhof 8  
79110 Freiburg im Breisgau  
+49 761 15612852

Amtsgericht Freiburg HRB 708246  
Geschäftsführer: Johannes Hagemann

Auftraggeber:

Appenzeller Wind AG  
Wiesstrasse 13  
9431 Oberegg  
Schweiz

## Inhalt

1.	Einleitung.....	3
2.	Lage im Gelände .....	4
3.	Die Immissionsorte .....	6
4.	Der Schall.....	11
4.1	Die Skala des Schalls .....	11
4.2	Wechselwirkungen des Schalls der WEA mit weiteren Geräuschen .....	12
5.	Vorgehensweise.....	13
5.1	Das Verfahren nach <i>ISO 9613-2</i> .....	13
5.2	Richtlinien und Literatur .....	15
5.3	Einstellungen der Berechnungen .....	18
6.	Ergebnisse der Berechnungen.....	21
6.1	Berechnete Immissionen nach <i>ISO 9613-2</i> .....	21
6.2	Berechnungsausdrucke .....	28
7.	Ergebnisse mit Unsicherheiten und Anwendung der Lärmschutz-Verordnung.....	38
8.	Zusammenfassung und Fazit.....	45
9.	Schlussbemerkung .....	46
	Abbildungverzeichnis .....	47
	Tabellenverzeichnis.....	48

## 1. Einleitung

Im Rahmen des Windprojekts der Appenzeller Wind AG, Oberegg AI, sind zwei Grosswindkraftanlagen, im Folgenden WEA genannt, für den Standort Oberfeld geplant worden.

Für die Schallberechnung am Standort Oberfeld wurde die Berechnungsmethode *ISO 9613-2* angewendet, eine Methode die international oft benutzt wird. Es kam das Modul *DEZIBEL* der Software *WindPro* Version 4.0.424 zur Anwendung.

Es ist ein digitales Geländemodells angefertigt worden mit der besagten Software. Die Ausbreitung des Schalls mit der international anerkannten Methode berechnet.

Von dem Hersteller der geplanten WEA (Tabelle 1), Firma Enercon, sind die entsprechenden Schalldaten zur Verfügung gestellt worden. Für 24 Immissionspunkte, im Folgenden IO genannt, wurden die Schallimmissionen, die von den zwei geplanten WEA verursacht werden können, berechnet.

Die Schallberechnungen führten zu dem Ergebnis, das am Tag ein WEA-Betrieb ohne Schallreduktion möglich ist Modus (L0) für WEA 1 und WEA 2.

In der Nacht werden die Immissionsgrenzwerte eingehalten, die Planwerte werden jedoch teilweise überschritten. In dieser Revision des Schallgutachtens soll geklärt werden, wie weit der Schall reduziert werden müsste, um die Planwerte einzuhalten.

WEA 1 und WEA 2	
Hersteller	Enercon
Typ	E-138 EP3 E3-
Nennleistung	4.260 [kW]
Nabenhöhe	131 [m]
Rotordurchmesser	138,3 [m]

Tabelle 1 - WEA Typ

## 2. Lage im Gelände

Der Standort liegt ca. 3 km nordwestlich von Altstätten, 10 km östlich von St. Gallen und 12 km nordöstlich von Appenzell.

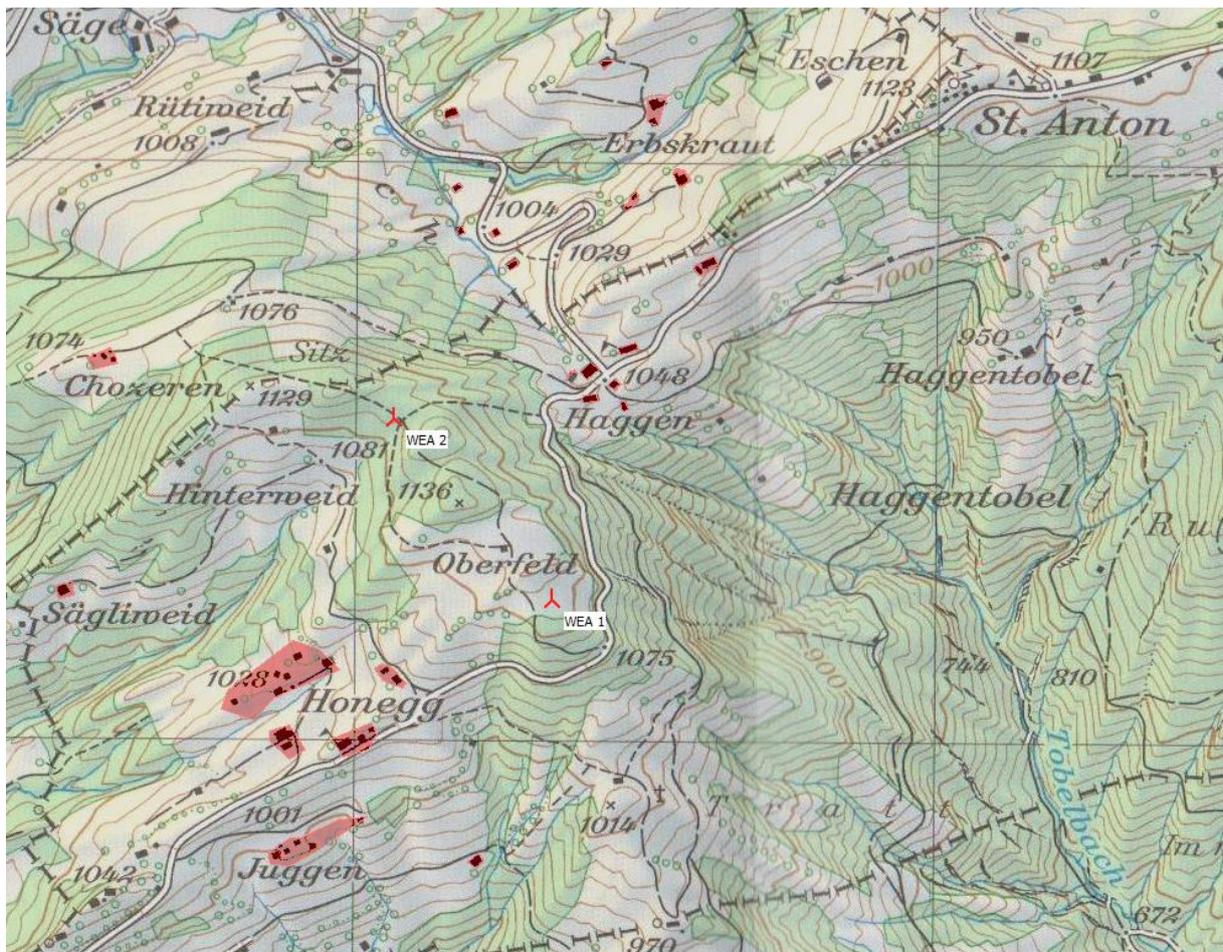


Abbildung 1- Karte: WEA 1, WEA 2 und Immissionsorte. Raster 1 km

	Rechtswert	Hochwert	m ü. M.
WEA 1	2.757.344,0	1.252.243,0	1.106,2
WEA 2	2.757.070,0	1.252.554,0	1.110,0
<i>Koordinatensystem: Swiss (LV95)</i>			

Tabelle 2 – Koordinaten der WEA

In dem Gelände wurde ein Ausschnitt für die Beurteilung des Schalls gewählt, in dem in etwa noch ein Wert von 35 dB(A) erreicht werden kann. Das Gelände ist geprägt von Land- und Forstwirtschaft. Die umliegenden Gebäude dienen hauptsächlich der Landwirtschaft.



Abbildung 2– Foto Beispiel Siedlungen (Honegg)



Abbildung 3– Foto Beispiel Landschaft der Umgebung (südlich des Standorts)

### 3. Die Immissionsorte

IO				
Nr.	Name	Ost	Nord	m ü. M.
A	Honegg 1 (1)	2.757.067	1.252.126	1.056,1
B	Honegg 2 (2)	2.757.034	1.252.027	1.045,7
C	Honegg 3 (3)	2.756.945	1.252.154	1.030,0
D	Honegg 4 (4)	2.756.893	1.252.024	1.026,7
E	Haggen 1 (7)	2.757.364	1.252.622	1.048,3
F	Haggen 2 (8)	2.757.392	1.252.584	1.048,9
G	Haggen 3 (9)	2.757.401	1.252.626	1.049,5
H	Haggen 4 (10)	2.757.436	1.252.615	1.048,2
I	Haggen 5 (11)	2.757.463	1.252.570	1.039,0
J	Haggen 6 (12)	2.757.460	1.252.668	1.051,2
K	Erbskraut 1(13)	2.757.268	1.252.812	1.015,8
L	Erbskraut 2(13)	2.757.237	1.252.867	1.006,3
M	Erbskraut 5(13)	2.757.489	1.252.936	1.033,9
N	Erbskraut 3(13)	2.757.179	1.252.870	1.001,4
O	Erbskraut 4(13)	2.757.173	1.252.948	995,0
P	Haggen 8 (18)	2.757.588	1.252.813	1.070,0
Q	Erbskraut 6(19)	2.757.556	1.252.957	1.048,8
R	Erbskraut 7(20)	2.757.502	1.253.071	1.026,6
S	Erbskraut 8(21)	2.757.426	1.253.159	1.047,5
T	Erbskraut 9 (22)	2.757.155	1.253.072	1.003,0
U	Juggen (23)	2.757.030	1.251.866	1.000,0
V	Sägliweid (24)	2.756.520	1.252.269	1.028,0
W	Choxeren (25)	2.756.592	1.252.661	1.072,9
X	Juggen 2 (26)	2.757.223	1.251.805	943,3
<i>Koordinatensystem: Swiss (LV95)</i>				

Tabelle 3– IO-Lage

Nach einer ersten Schallberechnung ohne IO sind die folgenden IO markiert worden. Bei Orten in weiterer Entfernung würde es zu keiner relevanten und kaum wahrnehmbaren Belastung durch Emissionen der WEA kommen.

In der Tabelle 3 sind Koordinaten angegeben. Im digitalen Geländemodell sind Schallkritische Gebiete markiert worden, um Gruppen von Häusern zu berücksichtigen, im Gutachten IO (Immissionsorte) genannt. Diese sind auf den Ausschnitten der topografischen Karten ersichtlich. Nach der Methode von DECIBEL in WindPro werden Schallkritische Gebiete als Objekte markiert, wobei ein Umriss um ein

Gelände mit Gebäuden gezogen wird. „Schallkritisches Gebiet“ bedeutet nur, dass der Schall für dieses Gebiet berechnet wird und nicht das Ergebnis kritisch ist. Von WindPro wird der Punkt des Schallkritischen Gebiets gewählt an dem die höchsten dB(A) Werte erreicht werden und als Koordinate angegeben. Es wurde eine Aufpunkthöhe von 5 m über Grund gewählt für alle IO, somit ist keine Abschirmung durch Hecken oder Gebäude etc. berücksichtigt. Durch die Änderung des Koordinatensystems der Schweiz und durch weiterentwickelte Höhendaten /15/, die vor kurzem verbessert wurden und WindPro zur Verfügung stehen haben sich die Koordinaten, gegenüber vorherigen Gutachten von uns, für diesen Standort leicht geändert.

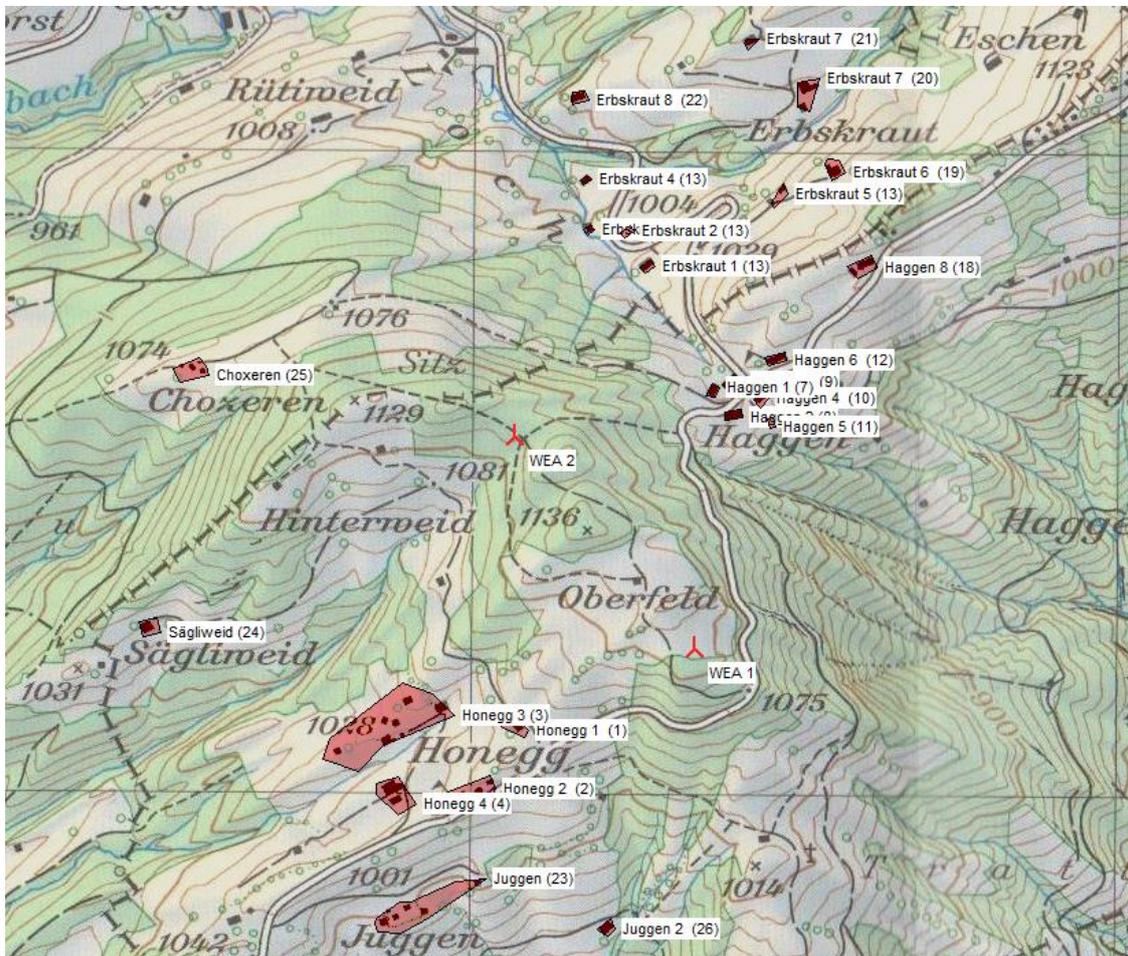


Abbildung 4- Karte aller IO



Abbildung 5 - Karte: Ausschnitt der IO Haggen 1 bis 5



Abbildung 6 - Haggen



Abbildung 7 – Honegg



Abbildung 8 - Erbskraut



Abbildung 9 - Juggen

## 4. Der Schall

### 4.1 Die Skala des Schalls

Der Schall wird mit der dB(A)-Skala, auch: Dezibel-Skala, berechnet. Bei der dB(A)-Skala wird die Schallintensität über die gesamten Frequenzen des Hörbereichs einbezogen.

Es erfolgt bei der dB(A)-Skala eine Gewichtung, welche die Tatsache berücksichtigt, dass das menschliche Gehör für bestimmte Frequenzen jeweils eine unterschiedliche Empfindlichkeit aufweist. So hören wir etwa in den mittleren Frequenzen (Sprachbereich) besser als in den hohen oder den niedrigen Frequenzen.

Laut dB(A)-System muss der Schalldruck von lauter empfundenen Frequenzen mit einer hohen Zahl, der von leisen empfundenen Frequenzen mit einer niedrigen Zahl multipliziert werden. Die Summe aller gewichteten Schalldrücke ergibt den dB(A)-Index. Die dB(A)-Skala wird bei WEA allgemein angewendet. Die dB(A)-Skala ist eine logarithmische bzw. relative Skala. Das bedeutet, dass bei der Verdoppelung des Schalldrucks (oder der Schallenergie) der Index um ungefähr 3 ansteigt. Ein Schallpegel von 100 dB(A) enthält also doppelt so viel Energie wie ein Pegel von 97 dB(A).

Der Grund, warum man Schall auf diese Art misst, liegt darin, dass unser Hörapparat (und unser Gehirn) den Schall in Form des logarithmischen Schalldrucks empfinden, und nicht in Form des Schalldrucks selbst.

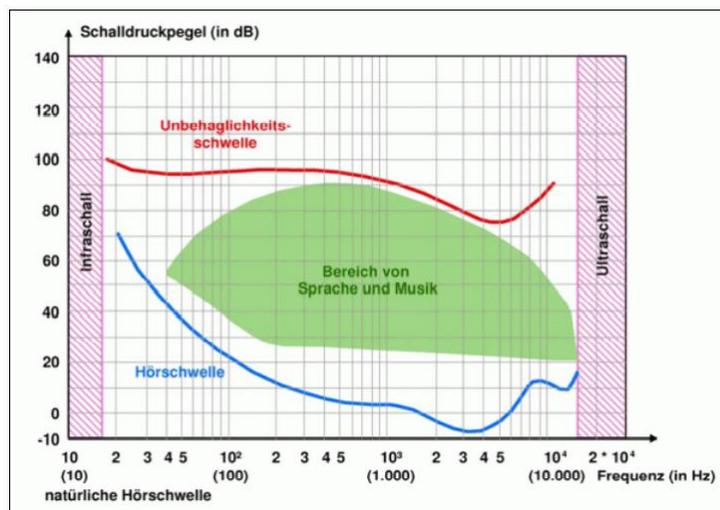


Abbildung 10 – Hörbarkeit des Schalls Quelle/9/

## 4.2 Wechselwirkungen des Schalls der WEA mit weiteren Geräuschen

Während die Geräusche von mehreren WEA addiert werden, wurden in dieser Berechnung keine weiteren Geräusche von Verkehr, Menschen und Geräuschen, die der Wind an Gegenständen verursacht berücksichtigt. Keine Landschaft ist je vollkommen still.

Der Wind erzeugt in den Blättern, an Bäumen und an Gebäuden Hintergrundgeräusche, bei Windgeschwindigkeiten von 4-7 m/s und darüber beginnen diese Geräusche allmählich jene der WEA zu schlucken.

Ab einer Windgeschwindigkeit von rund 8 m/s überdecken die Hintergrundgeräusche sämtliche Schallimmissionen der WEA. Die Angabe der dB(A)-Werte dieser Berechnung sagt somit etwas über den Schall der WEA, die den Immissionspunkt erreicht, aus. Das Schallempfinden wird jedoch geprägt von den Wechselwirkungen mit weiteren Geräuschen. Zusätzlich ist von Bedeutung, ob die WEA ein gleichmäßiges Rauschen erzeugt oder ob es zu Getriebegeräuschen kommt, die sich deutlich von den natürlichen Windgeräuschen an anderen Gegenständen unterscheiden. Bei den getriebelosen WEA in dieser Berechnung ist jedoch eher weniger mit Maschinengeräuschen zu rechnen.

## 5. Vorgehensweise

### 5.1 Das Verfahren nach ISO 9613-2

Für die Anfertigung des digitalen Geländemodells sind digitale Höhenlinien/15/*The Switzerland Elevation Model (SwissALTI3D)* mit einer Auflösung von 5 Höhenmetern und Karten angewendet worden/16/. Eine Standortbegehung fand für vorherige Gutachten von uns in den Jahren 2016 und 2018 statt. Ein Blick auf das Gelände im Jahr 2022 hat gezeigt, dass sich keine bedeutende Veränderung für das aktuelle Gutachten ergeben haben.

Die Software von *WindPro, Version 3.6.355* hat Module zur Erstellung des digitalen Geländemodells, das Modul DEZIBEL, diente der Berechnung unter Anwendung der: *ISO 9613-2*, die international anerkannt und angewendet wird "*Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors*". Es wird die Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien berechnet mit der dB(A)-Skala. Dieses Verfahren ist nach /1/ in der Schweiz zulässig.

Am Immissionspunkt wird der Dauerschalldruckpegel entsprechend nach der *ISO 9613-2* berechnet:

$$LAT(DW) = LWA + DC - A$$

Mit:

- LWA:** Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet.
- D<sub>c</sub>:** Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden
- A:** Dämpfung Berechnung der Richtwirkungskorrektur
- D<sub>c</sub>:**  $D_c = 10 \lg\{1 + [d_p^2 + (h_s - h_r)^2] / [d_p^2 + (h_s + h_r)^2]\}$

Mit:

- h<sub>s</sub>:** Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)
- h<sub>r</sub>:** Höhe des Immissionspunktes über Grund
- d<sub>p</sub>:** Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene.

Der Abstand bestimmt sich aus x und y.

Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunkts (Index r):

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2}$$

Berechnung folgender Dämpfungen **A**:

$$A = A_{\text{div}} + A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

**A<sub>div</sub>**: Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

Mit:

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

**A<sub>atm</sub>**: Dämpfung durch die Luftabsorption

$$A_{\text{atm}} = \alpha 500 d / 1000$$

Mit:

$\alpha 500$  : Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km) bei günstigen Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10° und relativer

Luftfeuchte von 70%)

**A<sub>gr</sub>**: Bodendämpfung

$$A_{\text{gr}} = (4,8 - (2h_m / d) [17 + (300 / d)])$$

Mit:

$h_m$ : mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über dem Boden

$$h_m = (h_s + h_r) / 2$$

Mit:  $h_s$ : Quellhöhe (Nabenhöhe);

$h_r$ : Aufpunkthöhe 5 m

**A<sub>bar</sub>**: Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), wird in diesem Verfahren nicht berücksichtigt ( $A_{\text{bar}} = 0$ ).

**A<sub>misc</sub>**: Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie), kann ebenfalls in diesem Verfahren nicht berechnet werden ( $A_{\text{misc}} = 0$ ).

Formel 1 –Verfahren nach ISO 9613-2

## 5.2 Richtlinien und Literatur

Für dieses Gutachten wurde überprüft, welche Berechnungsmethoden anzuwenden sind und welche Schallwerte eingehalten werden sollen. Folgende Literatur bzw. Datensätze wurde hierzu herangezogen:

- /1/ *Empa, Abteilung: Akustik, Auftraggeber: Bafu, 3003 Bern Untersuchungsbericht Nr. 452'460, int. 562.2432 Auftrag: Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionsbegrenzung bei Windkraftanlagen Dübendorf, 22. Januar 2010*
  
- /2/ *Belastungsgrenzwerte für Lärm Bundesamt für Umwelt BAFU*  
*<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/fachinformationen/laermbelastung/grenzwerte-fuer-laerm/belastungsgrenzwerte-fuer-laerm.html>*
  
- /3/ *Info-Blatt zu Lärm von Windkraftanlagen, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, UVEK-Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Lärmbekämpfung; Referenz/Aktenzeichen: J451-2433, 05.05.2011*
  
- /4/ *UVP-Verfahren: Voruntersuchung und Pflichtenheft WINDENERGIEPROJEKT OBEREGG, ARNAL Büro für Natur und Landschaft, Auftrageber: Appenzeller Wind AG, 9413 Oberegg, 08.08.16:*
  
- /5/ *Technisches Datenblatt Oktavbandpegel Betriebsmodus 0 s ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations), D1018700/3.0-de / DA, ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland, 26.07.2021*
  
- /6/ *Technisches Datenblatt Terzbandpegel E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES, D1018696/3.0-de / DA, ENERCON GmbH, 26.07.2021*



- /7/ D1018685\_3.0\_de\_Operating Mode E-138 EP3 E3-4260 kW mit TES.p/D1018696\_3.0\_de\_One-third octave band level E-138 EP3 E3-4260 kW with TES Datenquelle: ENERCON GmbH (Betrieb ohne Schallreduktion (L0))  
16.03.2022 bearbeitet von EMD 31.05.2022
- /17/ D02438336\_0.0\_de\_Power-optimised sound modes E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.p/D02438343\_0.0\_de\_One-third octave band level power-optimised sound modes E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf. (Schallreduzierten Betrieb(L1))  
16.03.2022 bearbeitet von EMD 31.05.2022
- /18/ D02650476\_1.0\_de\_Operating Mode 101,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.p/D02650483\_0.0\_de\_One-third octave band level of operating mode 101,0 dB-E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf).  
bearbeitet von EMD 31.05.2022

Gutachten von uns JH Wind

/19/ 241\_11\_801 Schallgutachten Oberfeld AI 20.01.2023

Enercon reserves the right to change the above specifications without prior notice.

- /8/ Lärmschutz-Verordnung (LSV) 814.41, Der Schweizerische Bundesrat vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. Januar 2016)
- /9/ Informationskampagne „Windkraft im Visier“; Veröffentlichung unter: <http://www.wind-ist-kraft.de/schlagwort/schallschutz/>; Hrsg.: Deutscher Naturschutzring (DNR), 2010

WindPro Ausgaben von Ergebnissen für dieses Gutachten, JH Wind GmbH vom, 11.04.2023 mit der neuen WindPro Version 4.0.424 des Moduls DECIBEL

- /10/ DECIBEL\_341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2024\_L0\_Berechn.pdf
- /11/ DECIBEL\_341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2024\_L0\_Karten.pdf
- /12/ DECIBEL\_341\_16\_850\_Schall Oberfeld 2024 W 1 L4 W2 L 4\_Berechn.pdf
- /13/ DECIBEL\_341\_16\_850\_Schall Oberfeld 2024 W 1 L4 W2 L 4\_Karten.pdf

Digitales Material bereitgestellt durch EMD WindPro

/15/ *The Switzerland Elevation Model (SwissALTI3D)* produced by SwissTopo - the Bundesamt for Landestopografie.

/16/ OpenTopoMap is a free topographic map- generated using OpenStreetMap data and SRTM elevation data. Map-rendering: © OpenTopoMap (CC-BY-SA). Distribution through EMD and windPRO.

Folgender Tabelle von /2/ und /8/ wurden die Belastungsgrenzwerte entnommen, die in diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Empfindlichkeitsstufe (ES)		Planungswert (PW) In dB(A)		Immissionsgrenzwert (IGW) In dB(A)		Alarmwert (AW) In dB(A)	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	Erholung	50	40	55	45	65	60
II	Wohnen	55	45	60	50	70	65
III	Wohnen/Gewerbe	60	50	65	55	70	65
IV	Industrie	65	55	70	60	75	70

Tabelle 4 – Belastungsgrenzwerte gemäss BAFU /2/ und /8/

Für die Gebäude, die in der Nähe des Standorts liegen und das untersuchte Gebiet, gilt die Empfindlichkeitsstufe III, dem entsprechend wurden die Planungswerte für den Tag mit 60 dB(A) und die Nacht 50 dB(A) zugrunde gelegt.

### 5.3 Einstellungen der Berechnungen

Projekt:

241\_11\_700\_Appenzell\_2022

Lizenzierter Anwender:

JH Wind GmbH  
 Gruberhof 8  
 DE-79110 Freiburg  
 +49 0761 15612852  
 Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
 Berechnet:  
 11.01.2023 12:14/3.6.355

#### DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung: 341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2023**

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):**

3,0 m/s - 12,0 m/s, Schritt 1,0 m/s

**Bodeneffekt:**

Alternatives Verf.

**Meteorologischer Koeffizient, C0:**

0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

**Schalleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

**Einzelöne:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

Anwender: 4,0 dB(A)

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

**Unsicherheitszuschlag:**

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des Modells hat Priorität

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)

Schallreflexionen entsprechend ISO 9613-2 berücksichtigt

Oktavbanddaten verwendet, soweit verfügbar

Frequenzunabhängige Luftdämpfung: 1,9 dB/km

Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
[dB/km]							
0,10	0,40	1,00	1,90	3,70	9,70	32,80	117,00

Alle Koordinatenangaben in:

Swiss (LV95)-CH1903+ (CH/LI 1993)

**WEA: ENERCON E-138 EP3 E3 4260 138.3 IO!**

**Schall: Mode 00 - OM 0 s (4260 kW)**

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet

ENERCON GmbH 16.03.2022 EMD 31.05.2022 15:54

The sound power levels do not include uncertainties.

According to manufacturer specification document (D1018685\_3.0\_de\_Operating Mode E-138 EP3 E3-4260 kW mit TES.p/D1018696\_3.0\_de\_One-third octave band level E-138 EP3 E3-4260 kW with TES.pdf).

Enercon reserves the right to change the above specifications without prior notice.

Abbildung 11 – Einstellungen für die Schallberechnung



In der Abbildung 11 sind die generellen Einstellungen, die bei der Berechnung gewählt wurden, dargestellt:

*Schallberechnungsmodell:*

Wie im vorherigen *Kapitel 3* erwähnt, lautet das Verfahren *ISO 9603-2 Allgemein*. Allgemein bedeutet: international angewendet.

*Bodeneffekt:*

Es wurde das alternative Verfahren gewählt. Hierbei wird besonders die Orographie des Geländes bei der Ausbreitung des Schalls berücksichtigt.

*Meteorologischer Koeffizient:*

Dieser Parameter berücksichtigt die Windrichtung bei der Schallausbreitung. Gegen den Wind breitet sich der Schall in geringerem Masse aus. Orte, die in den Hauptwindrichtungen, wie hier im Süden und Westen der WEA, liegen, können etwas weniger betroffen sein. Der Koeffizient wurde aber auf 0 gesetzt und damit werden alle Richtungen gleich bewertet.

*Art der Anforderung:*

Es wurde die Ausbreitung des Schalls berechnet, der von den beiden WEA ausgeht.

*Einzelöne:*

Es gibt bei dem verwendeten WEA-Typ kein Einzeltonzuschlag.

*Aufpunkthöhe:*

Der Schall wird für eine Höhe von 5m über Grund berechnet. Abschirmungen des Schalls durch Hecken etc. sind nicht berücksichtigt.

*Verlangte Über- bzw. Unterschreitung:*

Bei der Berechnung wurden keine Unsicherheitszuschläge gegeben, weil dies wie schon erwähnt durch die Anwendung in /8/ in einem weiteren Arbeitsschritt erfolgt.



*Oktavband:*

Es lagen Oktavbanddaten vor diese wurden bei den Berechnungen angewendet Tabelle 5 und 6.

## 6. Ergebnisse der Berechnungen

### 6.1 Berechnete Immissionen nach ISO 9613-2

Für die geplanten WEA lagen nach /7/ Oktavbanddaten der Tabelle 5 und 6 vor für den Betrieb ohne Schallreduktion (L0) und nach /18/ für den Betrieb mit Schallreduktion, (L4 Mode 04), mit einem Maximum an Schallemission von 101,0 dB und einer maximalen Leistung der WEA von 3.000 kW. Mit Hilfe des angegebenen Verfahrens, der Software und der genannten Einstellungen wurden die Immissionen an den IO berechnet. Für die zehn Windgeschwindigkeitsklassen von 3 m/s bis 12 m/s kamen die jeweiligen Oktavbanddaten zur Anwendung.

Die Berechnung für weitere Windgeschwindigkeitsklassen > 12 m/s wäre möglich, dies ist allerdings mit Unsicherheiten verbunden und würde leicht geringere dB(A) Werte ergeben und kam daher nicht zur Anwendung.

Somit gab es für jeden der 24 IO jeweils zehn errechnete Ergebnisse der entsprechenden Windgeschwindigkeitsklassen, in der Tabellen 7, (L0) nicht Schallreduziert und Tabelle 8, (L4) schallreduziert.

Windgeschwindigkeitsklassen mit jeweiligen LWA					Oktavbandmittenfrequenz in HZ							
Von	Naben- höhe	Windgeschwindig- keit	LWA	Einzel- ton	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	[m]	[m/s]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
/7/	130,6	3	94,9	Nein	70,6	79,1	86,6	87,6	91,1	88,1	75,8	54,3
/7/	130,6	4	98,8	Nein	77,1	84,3	90,1	92,5	94,8	91,5	81,3	62,8
/7/	130,6	5	103,1	Nein	82,9	89,4	94,0	97,2	98,8	95,5	86,7	69,1
/7/	130,6	6	105,8	Nein	86,3	92,4	96,3	99,7	101,6	98,2	89,7	72,6
/7/	130,6	7	105,9	Nein	87,0	92,8	96,3	99,6	101,8	98,2	89,8	72,8
/7/	130,6	8	106,0	Nein	87,7	93,2	96,3	99,5	102,0	98,4	90,3	73,4
/7/	130,6	9	106,0	Nein	88,3	93,5	95,9	99,0	102,0	98,8	91,1	73,3
/7/	130,6	10	106,0	Nein	88,7	93,7	95,6	98,6	102,0	99,4	91,2	72,4
/7/	130,6	11	106,0	Nein	89,3	94,0	95,5	98,3	102,0	99,5	90,9	71,9
/7/	130,6	12	106,0	Nein	89,7	94,4	95,6	98,2	102,0	99,4	90,6	71,6

Tabelle 5 – Oktavbanddaten nach /7/, ohne Schallreduktion (L0)

Windgeschwindigkeitsklassen mit jeweiligen LWA					Oktavbandmittenfrequenz in HZ							
Von	Naben- höhe	Windgeschwindig- keit	LWA	Einzel- ton	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	[m]	[m/s]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
/17/	130,6	3	94,9	Nein	72,1	76,0	80,2	84,9	89,7	91,4	73,7	55,9
/17/	130,6	4	98,8	Nein	79,9	83,4	87,2	90,8	92,9	93,1	80,8	63,8
/17/	130,6	5	103,1	Nein	81,9	86,9	89,4	92,8	94,4	94,4	83,0	66,3
/17/	130,6	6	105,0	Nein	82,9	88	89,8	93,1	94,8	95,0	83,2	66,4
/17/	130,6	7	105,0	Nein	83,9	88,8	90,3	93,4	95,3	95,5	83,5	66,5
/17/	130,6	8	105,0	Nein	84,7	89,3	90,4	93,4	95,7	96,1	84,3	67,2
/17/	130,6	9	105,0	Nein	85,1	89,5	90,2	93,2	95,7	96,2	84,9	67,0
/17/	130,6	10	105,0	Nein	85,5	89,8	90,0	92,9	95,7	96,3	84,7	65,7
/17/	130,6	11	105,0	Nein	85,9	90,1	90,0	92,8	95,7	96,3	84,2	65,0
/17/	130,6	12	105,0	Nein	86,3	90,4	90,2	92,8	95,8	96,1	83,7	64,4

Tabelle 6– Oktavbanddaten nach /18/, mit Schallreduktion (L4)

Nr.	Immissionsorte	m/s	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Honegg 1 (1)	dB(A)	36,4	40,4	44,6	47,3	47,4	<b>47,5</b>	47,4	47,4	47,4	47,4
B	Honegg 2 (2)		34,5	38,5	42,7	45,4	45,5	<b>45,6</b>	45,5	45,4	45,4	45,5
C	Honegg 3 (3)		35,0	39,0	43,3	46,0	46,1	<b>46,1</b>	46,1	46,0	46,0	46,0
D	Honegg 4 (4)		32,2	36,2	40,5	43,2	43,3	<b>43,4</b>	43,3	43,2	43,2	43,2
E	Haggen 1 (7)		36,8	40,8	45,0	47,7	47,8	<b>47,9</b>	47,8	47,8	47,8	47,8
F	Haggen 2 (8)		36,8	40,8	45,0	47,7	47,8	<b>47,9</b>	47,8	47,8	47,8	47,8
G	Haggen 3 (9)		36,2	40,2	44,4	47,1	47,2	<b>47,3</b>	47,2	47,2	47,2	47,2
H	Haggen 4 (10)		35,8	39,8	44,1	46,8	46,9	<b>46,9</b>	46,9	46,8	46,8	46,8
I	Haggen 5 (11)		35,9	39,9	44,1	46,8	46,9	<b>47,0</b>	46,9	46,8	46,8	46,9
J	Haggen 6 (12)		34,9	38,9	43,2	45,8	45,9	<b>46,0</b>	45,9	45,9	45,9	45,9
K	Erbskraut 1 (13)		34,4	38,4	42,7	45,4	45,4	<b>45,5</b>	<b>45,5</b>	45,4	45,4	45,4
L	Erbskraut 2 (13)		33,6	37,6	41,9	44,6	<b>44,7</b>	<b>44,7</b>	<b>44,7</b>	44,6	44,6	44,6
M	Erbskraut 5 (13)		30,8	34,8	39,1	41,8	<b>41,9</b>	<b>41,9</b>	<b>41,9</b>	41,8	41,8	41,8
N	Erbskraut 3 (13)		33,8	37,8	42,1	44,7	44,8	<b>44,9</b>	44,8	44,8	44,8	44,8
O	Erbskraut 4 (13)		32,4	36,4	40,6	43,3	43,4	<b>43,5</b>	43,4	43,3	43,3	43,4
P	Haggen 8 (18)		31,8	35,8	40,1	42,8	42,9	<b>43,0</b>	42,9	42,8	42,8	42,8
Q	Erbskraut 6 (19)		30,0	34,1	38,3	41,0	41,1	<b>41,2</b>	41,1	41,0	41,0	41,0
R	Erbskraut 7 (20)		28,8	32,8	37,1	39,8	39,9	<b>40,0</b>	39,9	39,8	39,8	39,8
S	Erbskraut 7 (21)		28,5	32,5	36,8	40,0	39,6	<b>39,7</b>	39,6	39,5	39,0	39,5
T	Erbskraut 8 (22)		30,4	34,5	38,7	41,4	41,5	<b>41,6</b>	41,5	41,4	41,4	41,4
U	Juggen (23)		31,4	35,4	39,7	42,3	42,4	<b>42,5</b>	42,4	42,3	42,3	42,4
V	Sägliweid (24)		28,7	32,8	37,1	39,7	39,8	<b>39,9</b>	39,8	39,7	39,7	39,7
W	Choxeren (25)		30,4	34,4	38,7	41,3	41,4	<b>41,5</b>	41,4	41,3	41,3	41,4
X	Juggen 2 (26)		30,5	34,5	38,8	41,5	41,6	<b>41,7</b>	41,6	41,5	41,5	41,5

Tabelle 7 – Berechnung nach Windgeschwindigkeitsklassen (L0)

Nr.	Immission-sorte	m/s	dB(A)									
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Honegg 1 (1)		35,2	39,1	40,9	41,4	41,9	42,2	42,2	42,2	42,2	<b>42,3</b>
B	Honegg 2 (2)		33,1	37,1	38,9	39,4	39,9	<b>40,3</b>	40,2	40,2	40,3	40,3
C	Honegg 3 (3)		33,7	37,7	39,5	40,0	40,5	40,8	40,8	40,8	40,8	<b>40,9</b>
D	Honegg 4 (4)		30,7	34,8	36,7	37,2	37,7	38,0	38,0	37,9	38,0	38,1
E	Haggen 1 (7)		35,6	39,5	41,3	41,8	42,3	42,6	42,6	42,6	42,6	<b>42,7</b>
F	Haggen 2 (8)		35,6	39,5	41,3	41,8	42,3	42,6	42,6	42,6	42,6	<b>42,7</b>
G	Haggen 3 (9)		35,0	38,9	40,7	41,2	41,7	42,0	42,0	42,0	42,0	42,1
H	Haggen 4 (10)		34,6	38,5	40,3	40,8	41,3	41,6	41,6	41,6	41,6	<b>41,7</b>
I	Haggen 5 (11)		34,6	38,5	40,3	40,8	41,3	<b>41,7</b>	<b>41,7</b>	41,6	<b>41,7</b>	<b>41,7</b>
J	Haggen 6 (12)		33,6	37,5	39,4	39,9	40,3	40,7	40,7	40,6	40,7	<b>40,8</b>
K	Erbskraut 1 (13)		33,1	37,1	38,9	39,4	39,9	40,2	40,2	40,2	40,2	40,3
L	Erbskraut 2 (13)		32,3	36,2	38,1	38,6	39,1	39,4	39,4	39,4	39,4	<b>39,5</b>
M	Erbskraut 5 (13)		29,2	33,3	35,2	35,7	36,2	36,5	36,5	36,5	36,5	<b>36,6</b>
N	Erbskraut 3 (13)		32,5	36,4	38,3	38,8	39,3	39,6	39,6	39,6	39,6	<b>39,7</b>
O	Erbskraut 4 (13)		30,9	35,0	36,8	37,3	37,8	38,1	38,1	38,1	38,1	<b>38,2</b>
P	Haggen 8 (18)		30,2	34,4	36,3	36,8	37,2	37,6	37,6	37,5	<b>37,6</b>	<b>37,6</b>
Q	Erbskraut 6 (19)		28,3	32,5	34,4	34,9	35,4	35,8	35,7	35,7	35,7	<b>35,8</b>
R	Erbskraut 7 (20)		27,0	31,3	33,2	33,7	34,2	34,5	34,5	34,5	34,5	<b>34,6</b>
S	Erbskraut 8 (21)		26,6	31,0	32,9	33,4	33,9	34,2	34,2	34,1	34,2	<b>34,3</b>
T	Erbskraut 9 (22)		28,8	33,0	34,9	35,4	35,9	36,2	36,2	36,2	36,2	<b>36,3</b>
U	Juggen (23)		29,8	33,9	35,8	36,3	36,8	37,1	37,1	37,1	37,1	<b>37,2</b>
V	Sägliweid (24)		27,0	31,3	33,2	33,7	34,2	34,5	34,5	34,4	34,5	<b>34,6</b>
W	Choxeren (25)		28,9	32,9	34,8	35,3	35,8	36,1	36,1	36,1	36,1	<b>36,2</b>
X	Juggen 2 (26)		29,0	33,1	35,0	35,5	35,9	36,3	36,3	36,2	36,3	<b>36,4</b>

Tabelle 8 – Für die Windgeschwindigkeitsklassen WEA 1(L4) und WEA 2(L4)

Nr.	Immissionsorte	m/s	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Honegg 1 (1)	dB(A)	-1,20	-1,30	-3,70	-5,90	-5,50	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20	-5,10
B	Honegg 2 (2)		-1,40	-1,40	-3,80	-6,00	-5,60	-5,30	-5,30	-5,20	-5,10	-5,20
C	Honegg 3 (3)		-1,30	-1,30	-3,80	-6,00	-5,60	-5,30	-5,30	-5,20	-5,20	-5,10
D	Honegg 4 (4)		-1,50	-1,40	-3,80	-6,00	-5,60	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20	-5,10
E	Haggen 1 (7)		-1,20	-1,30	-3,70	-5,90	-5,50	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20	-5,10
F	Haggen 2 (8)		-1,20	-1,30	-3,70	-5,90	-5,50	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20	-5,10
G	Haggen 3 (9)		-1,20	-1,30	-3,70	-5,90	-5,50	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20	-5,10
H	Haggen 4 (10)		-1,20	-1,30	-3,80	-6,00	-5,60	-5,30	-5,30	-5,20	-5,20	-5,10
I	Haggen 5 (11)		-1,30	-1,40	-3,80	-6,00	-5,60	-5,30	-5,20	-5,20	-5,10	-5,20
J	Haggen 6 (12)		-1,30	-1,40	-3,80	-5,90	-5,60	-5,30	-5,20	-5,30	-5,20	-5,10
K	Erbskraut 1 (13)		-1,30	-1,30	-3,80	-6,00	-5,50	-5,30	-5,30	-5,20	-5,20	-5,10
L	Erbskraut 2 (13)		-1,30	-1,40	-3,80	-6,00	-5,60	-5,30	-5,30	-5,20	-5,20	-5,10
M	Erbskraut 5 (13)		-1,60	-1,50	-3,90	-6,10	-5,70	-5,40	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20
N	Erbskraut 3 (13)		-1,30	-1,40	-3,80	-5,90	-5,50	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20	-5,10
O	Erbskraut 4 (13)		-1,50	-1,40	-3,80	-6,00	-5,60	-5,40	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20
P	Haggen 8 (18)		-1,60	-1,40	-3,80	-6,00	-5,70	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20	-5,20
Q	Erbskraut 6 (19)		-1,70	-1,60	-3,90	-6,10	-5,70	-5,40	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20
R	Erbskraut 7 (20)		-1,80	-1,50	-3,90	-6,10	-5,70	-5,50	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20
S	Erbskraut 7 (21)		-1,90	-1,50	-3,90	-6,60	-5,70	-5,50	-5,40	-5,40	-4,80	-5,20
T	Erbskraut 8 (22)		-1,60	-1,50	-3,80	-6,00	-5,60	-5,40	-5,30	-5,20	-5,20	-5,10
U	Juggen (23)		-1,60	-1,50	-3,90	-6,00	-5,60	-5,40	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20
V	Sägliweid (24)		-1,70	-1,50	-3,90	-6,00	-5,60	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20	-5,10
W	Choxeren (25)		-1,50	-1,50	-3,90	-6,00	-5,60	-5,40	-5,30	-5,20	-5,20	-5,20
X	Juggen 2 (26)		-1,50	-1,40	-3,80	-6,00	-5,70	-5,40	-5,30	-5,30	-5,20	-5,10

Tabelle 9 – Differenz der Tabellen 7 und 8

In der Tabelle 7 beide WEA(L0), und 8 beide WEA(L4), wurden für die zehn Windgeschwindigkeitsklassen von 3 bis 12 m/s die Schallwerte an den IO berechnet. In der Tabelle 9 sind die Differenzen zwischen dem schallreduzierten Betrieb WEA 1(L4) und WEA 2(L4) und dem Betrieb ohne Schallreduktion beide WEA(L0), aus den Tabellen 7 und 8 dargestellt. In einigen Windgeschwindigkeitsklassen sind kleinere Differenzen. In einigen Bereichen treten Reduktionen bis -6,6 dB(A) auf.

Immissionsorte (IO)		Anforderungen Nacht		Ohne Schallreduktion	Mit Schallreduktion
		Belastungsgrenzwerte		berechnet beide WEA mit (L0)	berechnet beide WEA mit (L4)
		Empfindlichkeitsstufe III, Lr in dB(A) /2/nach /8/ LSV		ISO 9613-2 Ohne Unsicherheitszuschläge	ISO 9613-2 Ohne Unsicherheitszuschläge
Nr.	Name	Planwert	Immissions- grenzwert	dB(A)	dB(A)
A	Honegg 1 (1)	50	55	47,5	42,3
B	Honegg 2 (2)	50	55	45,6	40,3
C	Honegg 3 (3)	50	55	46,1	40,9
D	Honegg 4 (4)	50	55	43,4	38,1
E	Haggen 1 (7)	50	55	47,9	42,7
F	Haggen 2 (8)	50	55	47,9	42,7
G	Haggen 3 (9)	50	55	47,3	42,1
H	Haggen 4 (10)	50	55	46,9	41,7
I	Haggen 5 (11)	50	55	47,0	41,7
J	Haggen 6 (12)	50	55	46,0	40,8
K	Erbskraut 1 (13)	50	55	45,5	40,3
L	Erbskraut 2 (13)	50	55	44,7	39,5
M	Erbskraut 5 (13)	50	55	41,9	36,6
N	Erbskraut 3 (13)	50	55	44,9	39,7
O	Erbskraut 4 (13)	50	55	43,5	38,2
P	Haggen 8 (18)	50	55	43,0	37,6
Q	Erbskraut 6 (19)	50	55	41,2	35,8
R	Erbskraut 7 (20)	50	55	40,0	34,6
S	Erbskraut 8 (21)	50	55	39,7	34,3
T	Erbskraut 9 (22)	50	55	41,6	36,3
U	Juggen (23)	50	55	42,5	36,4
V	Sägliweid (24)	50	55	39,9	34,6
W	Choxeren (25)	50	55	41,5	36,2
X	Juggen 2 (26)	50	55	41,7	36,4

Tabelle 10 – Ergebnisse lautester Wert IO



In der Tabelle 10 sind die mit der ISO 9613-2 errechneten jeweils möglichen lautesten Werte für die jeweiligen IO angegeben, ohne Schallreduktion und mit Schallreduktion. Alle Planwerte und Immissionsgrenzwerte werden eingehalten. (Siehe auch Hauptergebnisse Abbildungen 19 und 20) Die Ergebnisse dieser Berechnung sind zu erwarten. Allerdings beinhalten die Berechnungen noch keine Unsicherheiten. Für die Unsicherheiten gibt es nach /8/ der Lärmschutz-Verordnung Vorschriften, Kapitel 7 zur Anwendung kommen.



## 6.2 Berechnungsausdrucke

WindPro Ausgaben von Ergebnissen für dieses Gutachten, JH Wind GmbH vom, 11.04.2023 mit der neuen WindPro Version 4.0.424 des Moduls DECIBEL berechnet worden.

/10/ DECIBEL\_341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2024\_L0\_Berechn.pdf

/11/ DECIBEL\_341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2024\_L0\_Karten.pdf

Ergebnisse von /10/ und /11/ wurden hier mit der neuen Windpro Version erneut berechnet sie stimmen mit den Berechnungen für vorherige Gutachten mit älteren WindPro Versionen überein. Diese Berechnungen bilden die Grundlage für den Betrieb ohne Schallreduktion. In den Abbildungen sind teilweise ältere Software Versionen zu erkennen.

/12/ DECIBEL\_341\_16\_850\_Schall Oberfeld 2024 W 1 L4 W2 L 4\_Berechn.pdf

/13/ DECIBEL\_341\_16\_850\_Schall Oberfeld 2024 W 1 L4 W2 L 4\_Karten.pdf

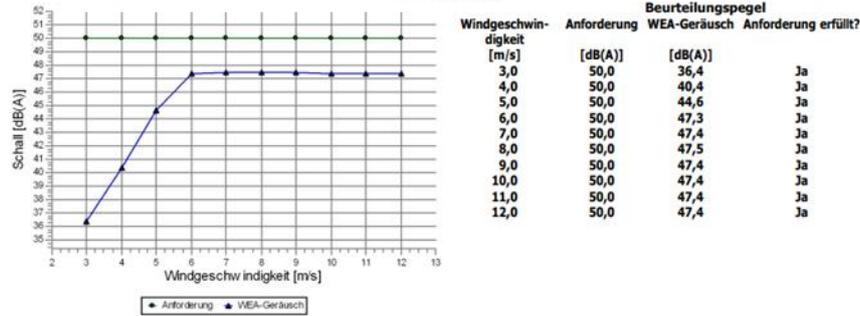
Mit /12/ und /13/ sind Ergebnisse für den Schallreduzierten Betrieb berechnet worden die Berechnungsmethoden blieben bei alten und neuen Software-Versionen gleich.

Projekt:  
241\_11\_700\_Appenzell\_2022

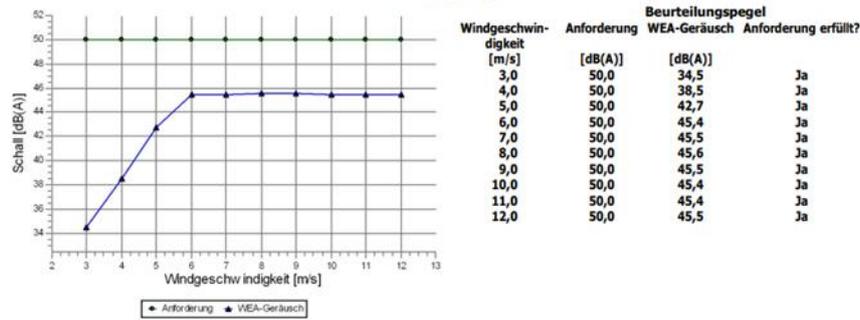
Lizenzierter Anwender:  
JH Wind GmbH  
Grüberhof 8  
DE-79110 Freiburg  
+49 0761 15612852  
Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
Bericht-Nr.:  
11.01.2023 12:14/3.6.355

### DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse, Grafik

Berechnung: 341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2023 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Allgemein  
A Honegg 1 (1)



### B Honegg 2 (2)



### C Honegg 3 (3)

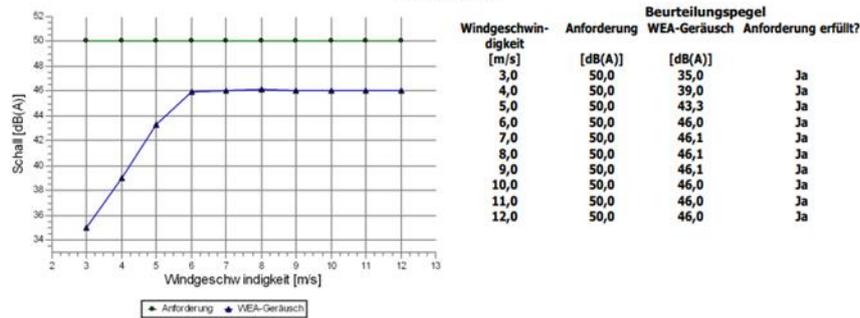


Abbildung 12 – Drei Beispiele für IO Ergebnisse Grafik, für weitere IO siehe/10/

Projekt:  
241\_11\_700\_Appenzell\_2022

Lizenziertes Anwender:  
JH Wind GmbH  
Gruberhof 8  
DE-79110 Freiburg  
+49 0761 15612852  
Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
Berichtsnr.:  
11.01.2023 12:14/3.6.355

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: 341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2023 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Allgemein

### Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)

LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA
K:	Einzelöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet:	Meteorologische Korrektur

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: A Honegg 1 (1)

Windgeschwindigkeit: 3,0 m/s

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	34,70	94,9	2,96	61,81	1,36	0,00	0,00	0,00	63,17
2		428	462	58,5	Ja	31,52	94,9	2,98	64,30	1,75	0,33	0,00	0,00	66,38
Summe						36,41								

Windgeschwindigkeit: 4,0 m/s

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	38,68	98,8	2,96	61,81	1,31	0,00	0,00	0,00	63,12
2		428	462	58,5	Ja	35,52	98,8	2,98	64,30	1,68	0,33	0,00	0,00	66,31
Summe						40,39								

Windgeschwindigkeit: 5,0 m/s

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	42,93	103,1	2,96	61,81	1,29	0,00	0,00	0,00	63,10
2		428	462	58,5	Ja	39,78	103,1	2,98	64,30	1,65	0,33	0,00	0,00	66,28
Summe						44,65								

Windgeschwindigkeit: 6,0 m/s

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,62	105,8	2,96	61,81	1,31	0,00	0,00	0,00	63,12
2		428	462	58,5	Ja	42,46	105,8	2,98	64,30	1,67	0,33	0,00	0,00	66,31
Summe						47,33								

Windgeschwindigkeit: 7,0 m/s

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,71	105,9	2,96	61,81	1,31	0,00	0,00	0,00	63,12
2		428	462	58,5	Ja	42,55	105,9	2,98	64,30	1,67	0,33	0,00	0,00	66,30
Summe						47,42								

Windgeschwindigkeit: 8,0 m/s

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,80	106,0	2,96	61,81	1,33	0,00	0,00	0,00	63,14
2		428	462	58,5	Ja	42,63	106,0	2,98	64,30	1,70	0,33	0,00	0,00	66,33
Summe						47,51								

Abbildung 13 - Detaillierte Ergebnisse für 3 bis 8 m/s, für weitere IO siehe/10/

Projekt:  
241\_11\_700\_Appenzell\_2022

Lizenziertes Anwender:  
JH Wind GmbH  
Gruberhof 8  
DE-79110 Freiburg  
+49 0761 15612852  
Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
Berechnet:  
11.01.2023 12:14/3.6.355

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: 341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2023 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Allgemein

Windgeschwindigkeit: 9,0 m/s  
WEA

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,74	106,0	2,96	61,81	1,39	0,00	0,00	0,00	63,20
2		428	462	58,5	Ja	42,56	106,0	2,98	64,30	1,77	0,33	0,00	0,00	66,41
Summe						47,45								

Windgeschwindigkeit: 10,0 m/s  
WEA

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,68	106,0	2,96	61,81	1,46	0,00	0,00	0,00	63,27
2		428	462	58,5	Ja	42,49	106,0	2,98	64,30	1,85	0,33	0,00	0,00	66,49
Summe						47,38								

Windgeschwindigkeit: 11,0 m/s  
WEA

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,68	106,0	2,96	61,81	1,46	0,00	0,00	0,00	63,27
2		428	462	58,5	Ja	42,49	106,0	2,98	64,30	1,85	0,33	0,00	0,00	66,48
Summe						47,38								

Windgeschwindigkeit: 12,0 m/s  
WEA

Nr.	Reflexion an	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1		300	347	64,6	Ja	45,70	106,0	2,96	61,81	1,44	0,00	0,00	0,00	63,25
2		428	462	58,5	Ja	42,51	106,0	2,98	64,30	1,83	0,33	0,00	0,00	66,46
Summe						47,41								

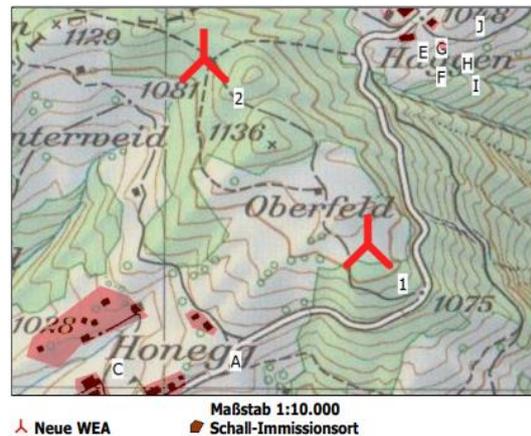


Abbildung 14 – Detaillierte Ergebnisse für 9 bis 12 m/s, für weitere IO siehe/10/

## 6.2.2 Isophonen Karten

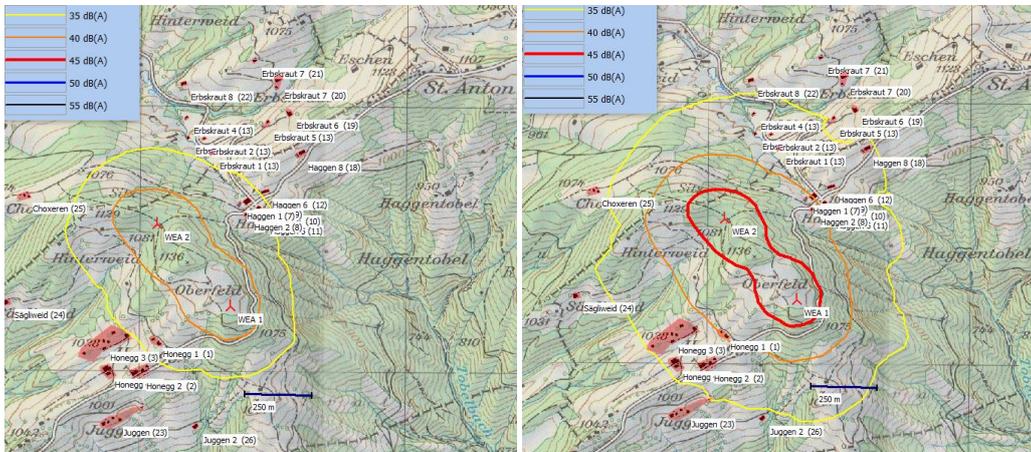


Abbildung 15 – Isophonen Karten links für (3m/s) rechts (4m/s)

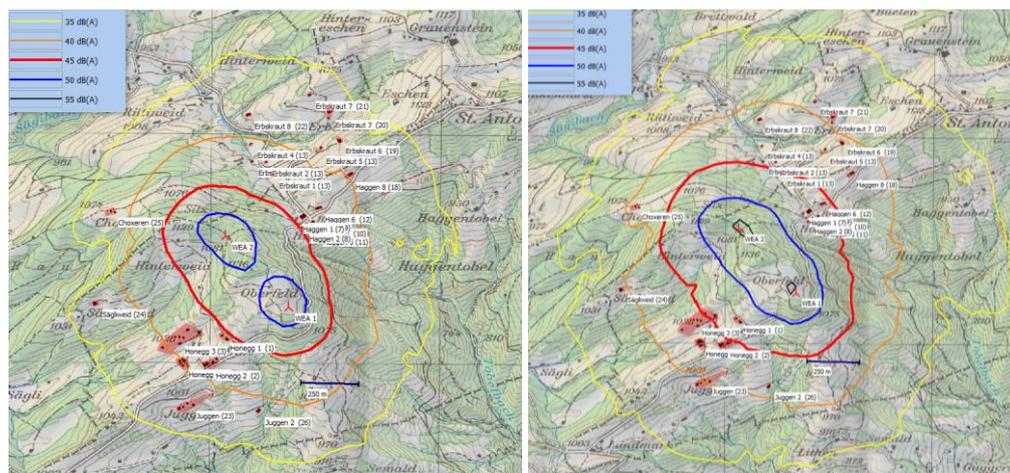


Abbildung 16 - Isophonen Karten links für (5m/s) rechts (6m/s)

Neben der Berechnung von dB(A) Werten an den IO für einzelne Windgeschwindigkeitsklassen wird bei den Karten mit Isophonen, Linien gleichen Schallwerts, die jeweilige Verbreitung des Schalls im Gelände deutlich. In einem flachen Gelände wären die Isophonen gleichmäßig rund im komplexen Gelände nehmen sie je nach Stärke der Emissionen andere Formen an.

Bei den Windgeschwindigkeiten von 3 bis 6 m/s steigt die Ausbreitung des Schalls im Gelände bei 7 bis 8 m/s ist die Ausbreitung des Schalls ähnlich.

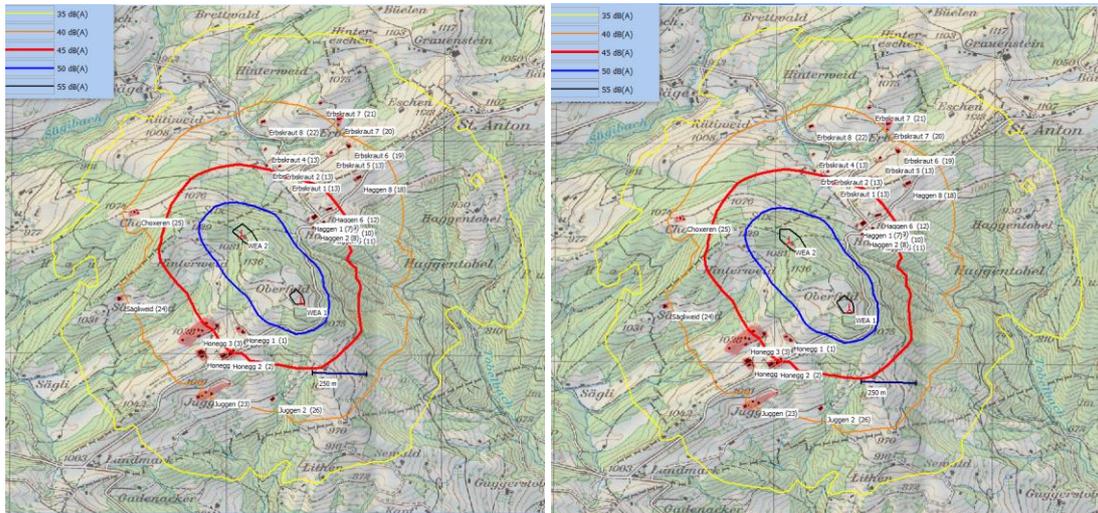


Abbildung 17 - Isophonen Karten links für (7 m/s) rechts (8m/s)

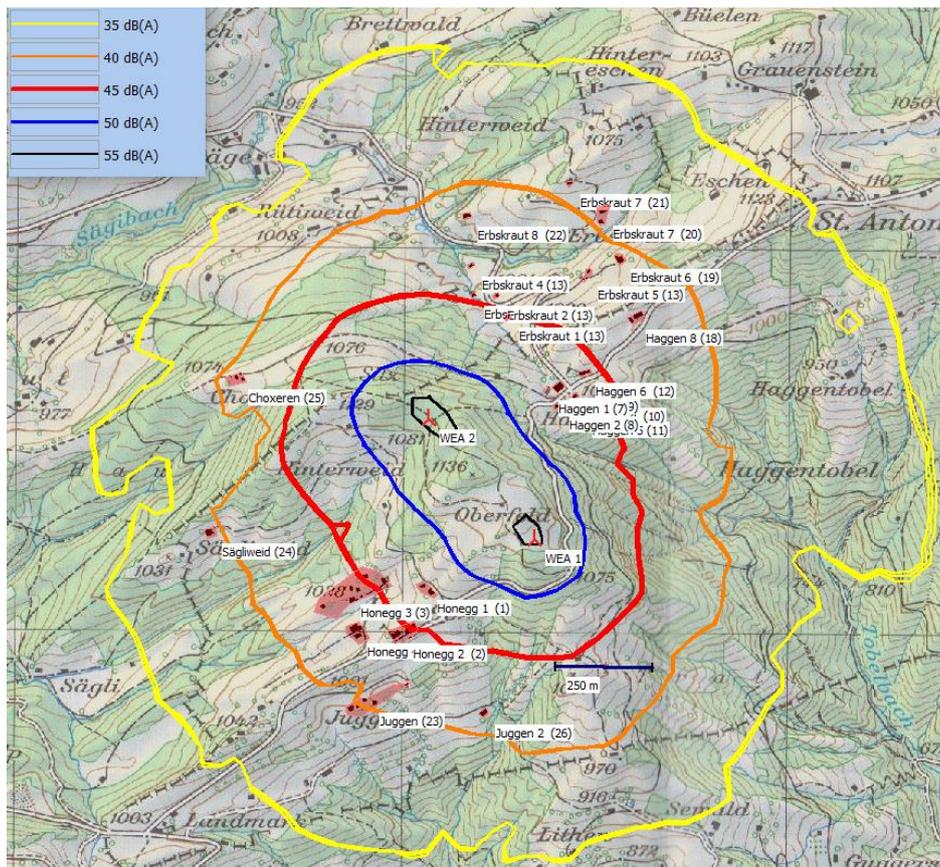


Abbildung 18 - Isophonen Karte für (9,10,11 und 12 m/s)

Bei den weiteren Windgeschwindigkeiten Abbildung 18 ist der Unterschied der Isophonen gering es sind nur leichte Unterschiede zu erkennen. Bei den Schallkarten wurde der Modus (L0)



zugrundegelegt. Eine Darstellung mit dem Modus (L4) wurde berechnet, der bestehende Unterschied zu dem L0 Modus ist allerdings auf Isophonenkarten nicht zu erkennen. Die Isophonenkarten enthalten nicht die Unsicherheiten, die im folgenden Kapitel 7 berechnet werden. Die Isophonenkarten sollen die Ausbreitung des Schalls bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten verdeutlichen. Da sich die Unsicherheiten sich auf gewichtete Mittelwerte mehrerer Windgeschwindigkeitsklassen beziehen (Kapitel 7), lassen sich diese nicht mit Hilfe der Isophonenkarten darstellen. Die Unsicherheiten können nur für einzelne IO berechnet werden. Die Isophonenkarten zeigen, dass die Schallwerte bei Änderung der Windschwindigkeit entsprechend ab- bzw. zunehmen.

Projekt:  
**241\_11\_700\_Appenzell\_2022**

Lizenzierter Anwender:  
**JH Wind GmbH**  
Gruberhof 8  
DE-79110 Freiburg  
+49 0761 15612852  
Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
Beschriftet:  
11.04.2024 09:04/4.0.424

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung:** 341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2024

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):**

3,0 m/s - 12,0 m/s, Schritt 1,0 m/s

**Bodeneffekt:**

Alternatives Verf.

**Meteorologischer Koeffizient, CO:**

Gewählte Option: Fester Wert: 0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

**Schallleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)

**Einzelöne:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

Anwender: 4,0 dB(A)

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m; außer wenn andere Angabe in Immissionsort-Objekt

**Unsicherheitszuschlag:**

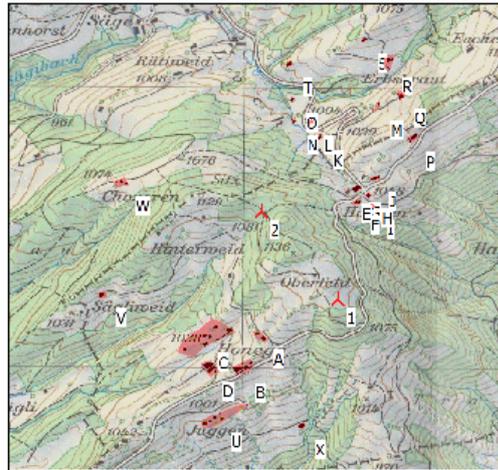
0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)**

**des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)

**Schallreflexionen entsprechend ISO 9613-2 berücksichtigt**



Alle Koordinatenangaben in:

Swiss (LV95)-CH1903+ (CH/LI 1993)

**WEA**

O	N	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Erste Windgeschw. [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Letzte Windgeschw. [m/s]	LwaRef [dB(A)]
				Aktuell	Hersteller Typ								
1	2.757.344	1.252.243	1.106,2 WEA 1	Ja	ENERCON E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	131,0	EMD Mode 00 - OM 0 s (4260 kW)	3,0	94,9	12,0	106,0
2	2.757.070	1.252.554	1.110,0 WEA 2	Ja	ENERCON E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	131,0	EMD Mode 00 - OM 0 s (4260 kW)	3,0	94,9	12,0	106,0

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Nr.	Name	O	N	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel		Anforderung erfüllt? Schall
						Minimum Schall [dB(A)]	Max Von WEA [dB(A)]	Distanz z.Richtwert [m]		
A	Honegg 1 (1)	2.757.067	1.252.126	1.056,1	5,0	50,0	47,5	95	Ja	
B	Honegg 2 (2)	2.757.034	1.252.027	1.045,7	5,0	50,0	45,6	186	Ja	
C	Honegg 3 (3)	2.756.945	1.252.154	1.030,0	5,0	50,0	46,1	181	Ja	
D	Honegg 4 (4)	2.756.893	1.252.024	1.026,7	5,0	50,0	43,4	295	Ja	
E	Haggen 1 (7)	2.757.364	1.252.622	1.048,3	5,0	50,0	47,9	96	Ja	
F	Haggen 2 (8)	2.757.392	1.252.584	1.048,9	5,0	50,0	47,9	100	Ja	
G	Haggen 3 (9)	2.757.401	1.252.626	1.049,5	5,0	50,0	47,3	130	Ja	
H	Haggen 4 (10)	2.757.436	1.252.615	1.048,2	5,0	50,0	46,9	154	Ja	
I	Haggen 5 (11)	2.757.463	1.252.570	1.039,0	5,0	50,0	47,0	142	Ja	
J	Haggen 6 (12)	2.757.460	1.252.668	1.051,2	5,0	50,0	46,0	202	Ja	
K	Erbskraut 1 (13)	2.757.268	1.252.812	1.015,8	5,0	50,0	45,5	162	Ja	
L	Erbskraut 2 (13)	2.757.237	1.252.867	1.006,3	5,0	50,0	44,7	203	Ja	
M	Erbskraut 5 (13)	2.757.489	1.252.936	1.033,9	5,0	50,0	41,9	388	Ja	
N	Erbskraut 3 (13)	2.757.179	1.252.870	1.001,4	5,0	50,0	44,9	187	Ja	
O	Erbskraut 4 (13)	2.757.173	1.252.948	995,0	5,0	50,0	43,5	260	Ja	
P	Haggen 8 (18)	2.757.588	1.252.813	1.070,0	5,0	50,0	43,0	385	Ja	
Q	Erbskraut 6 (19)	2.757.556	1.252.957	1.048,8	5,0	50,0	41,2	450	Ja	
R	Erbskraut 7 (20)	2.757.502	1.253.071	1.026,6	5,0	50,0	40,0	503	Ja	
S	Erbskraut 7 (21)	2.757.426	1.253.159	1.047,5	5,0	50,0	39,7	543	Ja	
T	Erbskraut 8 (22)	2.757.155	1.253.072	1.003,0	5,0	50,0	41,6	376	Ja	
U	Juggen (23)	2.757.030	1.251.866	1.000,0	5,0	50,0	42,5	321	Ja	
V	Säglweid (24)	2.756.520	1.252.269	1.028,0	5,0	50,0	39,9	440	Ja	
W	Choxeren (25)	2.756.592	1.252.661	1.072,9	5,0	50,0	41,5	284	Ja	
X	Juggen 2 (26)	2.757.223	1.251.805	943,3	5,0	50,0	41,7	301	Ja	

Abbildung 19 – Hauptergebnis ohne Schallreduktion /10/

Projekt:  
**241\_11\_700\_Appenzell\_2022**

Lizenzierter Anwender:  
**JH Wind GmbH**  
Gruberhof 8  
DE-79110 Freiburg  
+49 0761 15612852  
Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
Berechnet:  
09.04.2024 21:16/4.0.424

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung:** 341\_16\_850\_Schall Oberfeld 2024 W 1 L4 W2 L 4

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):**

3,0 m/s - 12,0 m/s, Schritt 1,0 m/s

**Bodeneffekt:**

Alternatives Verf.

**Meteorologischer Koeffizient, C0:**

Gewählte Option: Fester Wert: 0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

**Schallleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)

**Einzelöne:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

Anwender: 4,0 dB(A)

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m; außer wenn andere Angabe in Immissionsort-Objekt

**Unsicherheitszuschlag:**

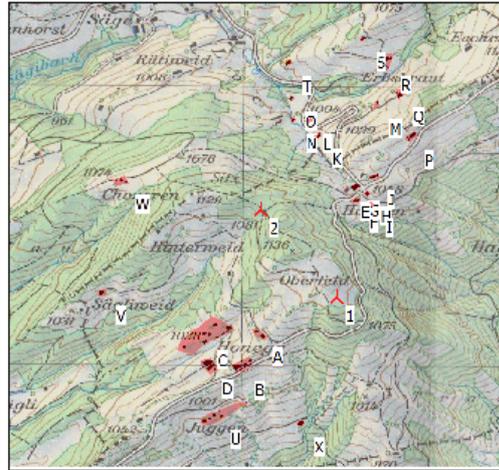
0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)**

**des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)

**Schallreflexionen entsprechend ISO 9613-2 berücksichtigt**



Alle Koordinatenangaben in:  
Swiss (LV95)-CH1903+ (CH/LI 1993)

**WEA**

O	N	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Erste Windgeschw. [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Letzte Windgeschw. [m/s]	LwaRef [dB(A)]
				Alturteil	Hersteller	Typ				Quelle	Name				
1	2.757.344	1.252.243	1.106,2 WEA 1	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-1.260	4.260	138,3	131,0	EMD	Mode 01 - OM 101,0 dB (3000 kW)	3,0	94,5	12,0	101,0
2	2.757.070	1.252.551	1.110,0 WEA 2	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-1.260	4.260	138,3	131,0	EMD	Mode 01 - OM 101,0 dB (3000 kW)	3,0	94,5	12,0	101,0

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Nr.	Name	O	N	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung		Beurteilungspegel		Distanz z.Richtwert [m]	Anforderung erfüllt? Schall
						Minimum Schall [dB(A)]	Max Von WEA [dB(A)]	Minimum Schall [dB(A)]	Max Von WEA [dB(A)]		
A	Honegg 1 (1)	2.757.067	1.252.126	1.056,1	5,0	50,0	42,3	270	Ja		
B	Honegg 2 (2)	2.757.034	1.252.027	1.045,7	5,0	50,0	40,3	351	Ja		
C	Honegg 3 (3)	2.756.945	1.252.154	1.030,0	5,0	50,0	40,9	368	Ja		
D	Honegg 4 (4)	2.756.893	1.252.024	1.026,7	5,0	50,0	38,1	472	Ja		
E	Haggen 1 (7)	2.757.364	1.252.622	1.048,3	5,0	50,0	42,7	242	Ja		
F	Haggen 2 (8)	2.757.392	1.252.584	1.048,9	5,0	50,0	42,7	257	Ja		
G	Haggen 3 (9)	2.757.401	1.252.626	1.049,5	5,0	50,0	42,1	277	Ja		
H	Haggen 4 (10)	2.757.436	1.252.615	1.048,2	5,0	50,0	41,7	307	Ja		
I	Haggen 5 (11)	2.757.463	1.252.570	1.039,0	5,0	50,0	41,7	302	Ja		
J	Haggen 6 (12)	2.757.460	1.252.668	1.051,2	5,0	50,0	40,8	348	Ja		
K	Erbskraut 1 (13)	2.757.268	1.252.812	1.015,8	5,0	50,0	40,3	283	Ja		
L	Erbskraut 2 (13)	2.757.237	1.252.867	1.006,3	5,0	50,0	39,5	308	Ja		
M	Erbskraut 5 (13)	2.757.476	1.252.943	1.033,9	5,0	50,0	36,6	523	Ja		
N	Erbskraut 3 (13)	2.757.179	1.252.870	1.001,4	5,0	50,0	39,7	285	Ja		
O	Erbskraut 4 (13)	2.757.173	1.252.948	995,0	5,0	50,0	38,2	356	Ja		
P	Haggen 8 (18)	2.757.588	1.252.813	1.070,0	5,0	50,0	37,6	530	Ja		
Q	Erbskraut 6 (19)	2.757.556	1.252.957	1.048,8	5,0	50,0	35,8	587	Ja		
R	Erbskraut 7 (20)	2.757.502	1.253.071	1.026,6	5,0	50,0	34,6	632	Ja		
S	Erbskraut 7 (21)	2.757.426	1.253.159	1.047,5	5,0	50,0	34,3	656	Ja		
T	Erbskraut 8 (22)	2.757.155	1.253.072	1.003,0	5,0	50,0	36,3	474	Ja		
U	Juggen (23)	2.757.030	1.251.866	1.000,0	5,0	50,0	37,2	467	Ja		
V	Sägliweid (24)	2.756.520	1.252.269	1.028,0	5,0	50,0	34,6	590	Ja		
W	Choxeren (25)	2.756.592	1.252.661	1.072,9	5,0	50,0	36,2	442	Ja		
X	Juggen 2 (26)	2.757.223	1.251.805	943,3	5,0	50,0	36,4	437	Ja		

Abbildung 20 – Hauptergebnis mit Schallreduktion /12/

Projekt:  
241\_11\_700\_Appenzell\_2022

Lizenzierter Anwender:  
JH Wind GmbH  
Gruberhof 8  
DE-79110 Freiburg  
+49 0761 15612852  
Johannes Hagemann / jh-wind@email.de  
Berechnet:  
11.01.2023 18:06/3.6.355

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: 341\_11\_804\_Schall Oberfeld 2023  
Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	
	1	2
A	289	423
B	376	527
C	384	419
D	497	559
E	379	301
F	344	323
G	387	330
H	375	371
I	348	390
J	440	403
K	574	325
L	633	354
M	683	537
N	648	334
O	725	407
P	615	577
Q	744	631
R	840	673
S	919	702
T	850	525
U	490	689
V	818	619
W	849	482
X	454	764

Abbildung 21 – Abstände der IO zu WEA /10 /12/

## 7. Ergebnisse mit Unsicherheiten und Anwendung der Lärmschutz-Verordnung

Der Untersuchungsbericht /1/ enthält die Prüfung von verschiedenen Methoden der Schallausbreitung für die Standorte von WEA. In dieser Studie wird die Berechnungsmethode ISO 9613-2 beurteilt und deren Anwendbarkeit in der Schweiz zugelassen. Die Gesamtunsicherheit für das Verfahren der ISO 9613-2 liegt laut dieser Studie zwischen -6 bzw. 4 dB(A). Laut /1/ soll diese Gesamtunsicherheit sowohl die Unsicherheiten des Berechnungsmodells und die Unsicherheiten der Schallkennlinien der Hersteller beinhalten.

Um die Unsicherheiten der Berechnungen zu berücksichtigen, wurde das Verfahren von /8/ der Lärmschutz-Verordnung angewendet, auf dieses wird auch in /1/ /2/ und /4/ verwiesen. In dem Verfahren nach /8/ werden die Parameter  $K_1 = 5$ ,  $K_2 = 0$  und  $K_3 = 2$  angewendet nach /4/. Der Parameter  $K_1$  ist laut /8/ allgemein,  $K_2$  steht für den Einzeltonzuschlag und darf gleich 0 gesetzt werden.  $K_3$  steht für den Zuschlag an Empulshaltigkeit. Laut Hersteller der WEA liegt keine Empulshaltigkeit vor, dieser Wert müsste somit im angewendeten Verfahren ISO 9613-2 gleich 0 gesetzt werden.  $K_3$  kann von Behörden im Einzelfall bestimmt werden. Laut kantonalen Richtplan ist für den Parameter der Impulshaltigkeit,  $K_3 = 2$  dB(A) vorgeschrieben. Aufgrund des Kantonalen Richtplans wurde  $K_3 = 2$  bei den Berechnungen für dieses Gutachtens angewendet.

Nach Informationen durch den Auftraggeber soll wie in /1/ (5.3 Bodeneffekt), ein Zuschlag für die Bodenreflexion  $K_B = 1$  dB(A) berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurde der Parameter  $K_B$  in die nachfolgend erläuterte Formel 2 aufgenommen.

Folgende Pegelkorrekturen werden somit berücksichtigt.

$$K_1 = 5 \text{ dB(A)}$$

$$K_2 = 0 \text{ dB(A)}$$

$$K_3 = 2 \text{ dB(A)}$$

$$K_B = 1 \text{ dB(A)}$$

Insgesamt sind mit den Pegelkorrekturen, die in die Berechnung eingehen die Unsicherheiten des angewendeten Rechenmodells und der Schallkennlinien eher konservativ berücksichtigt worden. Die Unsicherheiten wurden nicht bei den WindPro Berechnungen im Kapitel 6.1 und 6.2 gesetzt, sondern gehen immissionsseitig in Berechnungen nach /8/ ein.

Im Folgenden wird die Anwendung Methode nach /8/ beschrieben:

In den Tabelle 7 und 8 sind für jeden IO die zehn Windgeschwindigkeitsklassen berechnet worden. Mit dem Verfahren nach /8/ LSV werden die Ergebnisse der Zehn Windgeschwindigkeitsklassen nach der Häufigkeit des Auftretens dieser Klassen gewichtet, wobei die Parameter K1, K3 und KB in die Berechnung eingehen. Unterschieden wird zwischen 12 Stunden am Tag von 7:00 bis 19:00 Uhr und der Nacht von 19:00 bis 7:00 Uhr.

Nach /8/ (Anhang 6 Seite 33/34) wird so die durchschnittliche tägliche Dauer von Lärmphasen berechnet und ein Beurteilungspegel  $L_{r,i}$  als Durchschnittswert der zeitlich gewichteten Lärmphasen  $L_r$  aggregiert.

$$L_{r,i} = Leq,i + K1,i + K2,i + K3,i + KBi, 10 \cdot \log (t_i/t_o) \quad /8/$$

$$L_r = 10 \cdot \log \sum_i 100^{1 \cdot L_{r,i}} \quad /8/$$

- Leq, i* A-bewerteter Mittelungspegel während der Lärmphase i;  
*K1, i* Pegelkorrekturen für die Lärmphase i;  
*K2, i* Pegelkorrekturen für die Lärmphase i;  
*K3, i* Pegelkorrekturen für die Lärmphase i;  
*KB, i* Pegelkorrekturen für die Lärmphase i;  
*t<sub>i</sub>* durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i in Minuten;  
*t<sub>o</sub>* 720 Minuten

#### Formel 2 - Beurteilungspegel $L_{r,i}$

Um die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen zu bekommen sind die Daten der Windmessung am Standort Oberfeld langzeitkorrigiert, und auf eine Höhe von 131 m über Grund skaliert worden. Dieser Datensatz ist in zwei Datensätze, der jeweiligen Tages und Nachtzeiten geteilt worden. Diese wurde auf einen durchschnittlichen Tag mit zwei Hälften mit jeweils 720 Minuten umgerechnet.

Die Windgeschwindigkeiten beeinhalteten keine Abschaltungen aufgrund von Immissionsschutz können an den WEA um ca. 0,1 bis 0,2 m/s in Nabenhöhe abweichen, wobei auch jährliche Variationen der Windgeschwindigkeiten einen Einfluss ausüben. Insgesamt sind die zeitlichen Anteile im Schnitt auf Tag und Nacht gerechnet in Tabelle 11 anwendbar.

m/s	Tag		Nacht	
	Minuten, $t_i$	$t_i/t_o$	Minuten, $t_i$	$t_i/t_o$
3>	195,7	27,2%	140,8	19,6%
3	95,3	13,2%	82,1	11,4%
4	81,2	11,3%	83,5	11,6%
5	65,7	9,1%	76,8	10,7%
6	57,0	7,9%	61,4	8,5%
7	45,6	6,3%	55,2	7,7%
8	37,9	5,3%	51,0	7,1%
9	33,5	4,6%	41,6	5,8%
10	26,2	3,6%	33,5	4,6%
11	20,4	2,8%	26,5	3,7%
>=12	61,6	8,6%	67,7	9,4%
12 Stunden	720,0	100%	720,0	100%

Tabelle 11 – Dauer Lärmphasen

		Anforderungen Tag		Anforderungen erfüllt		
		Belastungsgrenzwerte		Tag		
		Empfindlichkeitsstufe III, Lr in dB(A) nach /2/ /8/LSV		berechnet + Unsicherheiten gemäss /2/ /4/ und /8/ LSV	Planwert	Immissionsgrenzwert
Nr.	Name	Planwert	Immissionsgrenzwert	dB(A)		
A	Honegg 1 (1)	60	65	51,1	ja	ja
B	Honegg 2 (2)	60	65	49,2	ja	ja
C	Honegg 3 (3)	60	65	49,8	ja	ja
D	Honegg 4 (4)	60	65	47,0	ja	ja
E	Haggen 1 (7)	60	65	51,5	ja	ja
F	Haggen 2 (8)	60	65	51,6	ja	ja
G	Haggen 3 (9)	60	65	50,9	ja	ja
H	Haggen 4 (10)	60	65	50,6	ja	ja
I	Haggen 5 (11)	60	65	50,6	ja	ja
J	Haggen 6 (12)	60	65	49,7	ja	ja
K	Erbskraut 1(13)	60	65	49,2	ja	ja
L	Erbskraut 2(13)	60	65	48,4	ja	ja
M	Erbskraut 5(13)	60	65	45,6	ja	ja
N	Erbskraut 3(13)	60	65	48,6	ja	ja
O	Erbskraut 4(13)	60	65	47,1	ja	ja
P	Haggen 8 (18)	60	65	46,6	ja	ja
Q	Erbskraut 6(19)	60	65	44,8	ja	ja
R	Erbskraut 7(20)	60	65	43,6	ja	ja
S	Erbskraut 8(21)	60	65	43,3	ja	ja
T	Erbskraut 9 (22)	60	65	45,2	ja	ja
U	Juggen (23)	60	65	46,1	ja	ja
V	Sägliweid (24)	60	65	43,5	ja	ja
W	Choxeren (25)	60	65	45,1	ja	ja
X	Juggen 2 (26)	60	65	45,3	ja	ja

Tabelle 12 - Beurteilungspegel am Tag berechnet mit Formel 2

Mit den Ergebnissen von Tabellen 7 und 10 sind, unter Anwendung, der in diesem Kapitel beschriebenen Methode, die dB(A) Werte an den IO mit Unsicherheiten berechnet worden. Am Tag werden die Planwerte ohne Schallreduktion eingehalten (Tabelle 12).

		Anforderungen Nacht		Anforderungen erfüllt		
		Belastungsgrenzwerte		Nacht		
		Empfindlichkeitsstufe III, Lr in dB(A) nach LSV /2/ /7/		berechnet + Unsicherheiten gemäss /2/ /4/ und /8/ LSV	Planwert	Immissions- grenzwert
Nr.	Name	Planwert	Immissions- grenzwert	dB(A)		
A	Honegg 1 (1)	50	55	51,8	nein	ja
B	Honegg 2 (2)	50	55	49,9	ja	ja
C	Honegg 3 (3)	50	55	50,5	ja	ja
D	Honegg 4 (4)	50	55	47,7	ja	ja
E	Haggen 1 (7)	50	55	52,2	nein	ja
F	Haggen 2 (8)	50	55	52,3	nein	ja
G	Haggen 3 (9)	50	55	51,6	nein	ja
H	Haggen 4 (10)	50	55	51,3	nein	ja
I	Haggen 5 (11)	50	55	51,3	nein	ja
J	Haggen 6 (12)	50	55	50,4	nein	ja
K	Erbskraut 1(13)	50	55	49,9	ja	ja
L	Erbskraut 2(13)	50	55	49,1	ja	ja
M	Erbskraut 5(13)	50	55	46,3	ja	ja
N	Erbskraut 3(13)	50	55	49,3	ja	ja
O	Erbskraut 4(13)	50	55	47,8	ja	ja
P	Haggen 8 (18)	50	55	47,3	ja	ja
Q	Erbskraut 6(19)	50	55	45,5	ja	ja
R	Erbskraut 7(20)	50	55	44,3	ja	ja
S	Erbskraut 8(21)	50	55	44,0	ja	ja
T	Erbskraut 9 (22)	50	55	45,9	ja	ja
U	Juggen (23)	50	55	46,8	ja	ja
V	Sägliweid (24)	50	55	44,2	ja	ja
W	Choxeren (25)	50	55	45,8	ja	ja
X	Juggen 2 (26)	50	55	46,0	ja	ja

Tabelle 13 - Beurteilungspegel in der Nacht berechnet mit Formel 2

Mit den Ergebnissen von Tabellen 7 und 10 sind, unter Anwendung, der in diesem Kapitel beschriebenen Methode, die dB(A) Werte an den IO mit Unsicherheiten berechnet worden. In der Nacht werden die Planwerte ohne Schallreduktion an sieben IO überschritten. Die Immissionsgrenzwerte werden an allen IO eingehalten (Tabelle 13).

Bei den Belastungsgrenzwerten am Tag werden an allen IO sowohl die Planwerte als auch die Immissionsgrenzwerte eingehalten Tabelle 12, ohne dass eine Schallreduktion nötig wäre.

Unterschiede der Ergebnisse von Tabellen 12 und 13 ergeben sich auf Grund der verschiedenen Windgeschwindigkeitsverteilungen Tabelle 11, nachts liegen Plan- und Immissionsgrenzwerte niedriger.

Bei den Planwerten in der Nacht gibt es Überschreitungen, an sieben IO, (Tabelle 13). Laut /8/ Kapitel 3 sollten die Planwerte möglichst eingehalten werden. Die Vollzugsbehörde kann jedoch Erleichterung gewähren *„...falls namentlich auch ein raumplanerisches Interesse an den Anlagen besteht. Die Immissionsgrenzwerte dürfen jedoch nicht überschritten werden.“*/8/ (Kapitel 3, Art. 7, Seite 4).

Die Immissionsgrenzwerte werden immer eingehalten.

In der Tabelle 14 befinden sich Berechnungen mit dem Schallreduziertem Betrieb (L4) für beide WEA. Sowohl die Planwerte als auch die Immissionsgrenzwerte werden mit Hilfe der Schallreduktion immer eingehalten.

Immissionsorte (IO)		Anforderungen Nacht		Anforderungen erfüllt		
		Belastungsgrenzwerte		Nacht Schallreduziert WEA 1(L4) und WEA 2(L4)		
		Empfindlichkeitsstufe III, Lr in dB(A) nach LSV /2/ /8/		berechnet + Unsicherheiten	Planwert	Immissions- grenzwert
Nr.	Name	Planwert	Immissions- grenzwert	dB(A)		
A	Honegg 1(1)	50	55	48,0	ja	ja
B	Honegg 2 (2)	50	55	46,1	ja	ja
C	Honegg 3 (3)	50	55	46,6	ja	ja
D	Honegg 4 (4)	50	55	43,8	ja	ja
E	Haggen 1 (7)	50	55	46,6	ja	ja
F	Haggen 2 (8)	50	55	48,4	ja	ja
G	Haggen 3 (9)	50	55	47,8	ja	ja
H	Haggen 4 (10)	50	55	47,4	ja	ja
I	Haggen 5 (11)	50	55	47,5	ja	ja
J	Haggen 6 (12)	50	55	46,5	ja	ja
K	Erbskraut 1(13)	50	55	46,0	ja	ja
L	Erbskraut 2(13)	50	55	45,2	ja	ja
M	Erbskraut 5(13)	50	55	42,3	ja	ja
N	Erbskraut 3(13)	50	55	45,4	ja	ja
O	Erbskraut 4(13)	50	55	43,9	ja	ja
P	Haggen 8 (18)	50	55	43,4	ja	ja
Q	Erbskraut 6 (19)	50	55	41,5	ja	ja
R	Erbskraut 7 (20)	50	55	40,3	ja	ja
S	Erbskraut 8 (21)	50	55	40,0	ja	ja
T	Erbskraut 9 (22)	50	55	42,0	ja	ja
U	Juggen (23)	50	55	42,9	ja	ja
V	Sägliweid (24)	50	55	40,3	ja	ja
W	Choxeren (25)	50	55	41,9	ja	ja
X	Juggen 2 (26)	50	55	42,1	ja	ja

Tabelle 14 - Beurteilungspegel Nacht Schallreduziert (L4), berechnet mit Formel 2

Mit den Ergebnissen von Tabellen 8 und 10 sind, unter Anwendung, der in diesem Kapitel beschriebenen Methode, die dB(A) Werte an den IO mit Unsicherheiten berechnet worden. In der Nacht werden die Planwerte und die Immissionsgrenzwerte immer mit der Schallreduktion eingehalten, (Tabelle 14).

## 8. Zusammenfassung und Fazit

Mit einem anerkannten Verfahren sind die Immissionen an den IO berechnet worden. Unter der Anwendung von der ISO 9613-2 konnten alle Planwerte eingehalten werden.

Bei Bewertung der Ergebnisse nach der Lärmschutz-Verordnung, unter Berücksichtigung der dort geforderten eher konservativen Unsicherheiten kommt es ohne Schallreduktion zu leichten Überschreitungen der nächtlichen Planwerte siehe Gutachten/19/.

In diesem Gutachten wurde für mit einer Schallreduktion im Modus (L4) gerechnet, es werden mit diesem Modus alle Planwerte und Emissionsgrenzwerte für die Nacht eingehalten.

Zu beachten ist, dass es sich hierbei um berechnete Werte handelt. In der Wahrnehmung werden die Geräusche der WEA teilweise durch Geräusche, die der Wind an Bäumen und Gebäuden verursacht überdeckt.

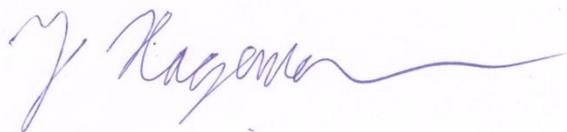
## 9. Schlussbemerkung

In diesem Gutachten kamen allgemein anerkannte Methoden zur Berechnung des Schalls im Gelände zur Anwendung. Es bestehen jedoch Unsicherheiten hinsichtlich der angewendeten Methoden, die sich nicht immer ausreichend quantifizieren lassen und die nicht immer im digitalen Geländemodell berücksichtigt werden können. Für extern erhobene und erhaltene Daten kann keine Garantie übernommen werden.

### *Haftungsausschluss:*

Die Erstellung dieses Gutachtens erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen und unparteiisch. Aufgrund der dargestellten Sachverhalte und Unsicherheiten kann für das Eintreffen der Ergebnisse dieses Gutachtens am Standort Oberfeld keine Haftung übernommen werden.

Freiburg im Breisgau, 11.04.2024



Johannes Hagemann

JH Wind GmbH

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1- Karte: WEA 1, WEA 2 und Immissionsorte. Raster 1 km.....	4
Abbildung 2– Foto Beispiel Siedlungen (Honegg) .....	5
Abbildung 3– Foto Beispiel Landschaft der Umgebung (südlich des Standorts).....	5
Abbildung 4- Karte aller IO.....	7
Abbildung 5- Karte: Ausschnitt der IO Haggen 1 bis 5 .....	8
Abbildung 6- Haggen .....	8
Abbildung 7 – Honegg .....	9
Abbildung 8- Erbskraut .....	9
Abbildung 9- Juggen .....	10
Abbildung 10 – Hörbarkeit des Schalls Quelle/9/ .....	11
Abbildung 11 – Einstellungen für die Schallberechnung.....	18
Abbildung 12 – Drei Beispiele für IO Ergebnisse Grafik, für weitere IO siehe/10/ .....	29
Abbildung 13- Detaillierte Ergebnisse für 3 bis 8 m/s, für weitere IO siehe/10/ .....	30
Abbildung 14 – Detaillierte Ergebnisse für 9 bis 12 m/s, für weitere IO siehe/10/.....	31
Abbildung 15 – Isophonen Karten links für (3m/s) rechts (4m/s ) .....	32
Abbildung 16- Isophonen Karten links für (5m/s) rechts (6m/s).....	32
Abbildung 17- Isophonen Karten links für (7 m/s) rechts (8m/s ).....	33
Abbildung 18- Isophonen Karte für (9,10,11 und 12 m/s).....	33
Abbildung 19 – Hauptergebniss ohne Schallreduktion /10/ .....	35
Abbildung 20 – Hauptergebniss mit Schallreduktion /12/ .....	36
Abbildung 21 – Abstände der IO zu WEA /10 /12/.....	37

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1- WEA Typ .....	3
Tabelle 2 – Koordinaten der WEA .....	4
Tabelle 3– IO-Lage.....	6
Tabelle 4 – Belastungsgrenzwerte gemäss BAFU /2/ und /8/ .....	17
Tabelle 5 – Oktavbanddaten nach /7/, ohne Schallreduktion (L0) .....	21
Tabelle 6– Oktavbanddaten nach /18/, mit Schallreduktion (L4).....	22
Tabelle 7 – Berechnung nach Windgeschwindigkeitsklassen (L0).....	23
Tabelle 8 – Für die Windgeschwindigkeitsklassen WEA 1(L4) und WEA 2(L4) .....	24
Tabelle 9 – Differenz der Tabellen 7 und 8.....	25
Tabelle 10 – Ergebnisse lautester Wert IO .....	26
Tabelle 11 – Dauer Lärmphasen .....	40
Tabelle 12- Beurteilungspegel am Tag berechnet mit Formel 2 .....	41
Tabelle 13- Beurteilungspegel in der Nacht berechnet mit Formel 2 .....	42
Tabelle 14- Beurteilungspegel Nacht Schallreduziert (L4), berechnet mit Formel 2.....	44

## Formeln

Formel 1 –Verfahren nach <i>ISO 9613-2</i> .....	14
Formel 2- Beurteilungspegel $L_{r,i}$ .....	39