Schallimmissionsprognose
für zwei Windenergieanlagen des Typs Vensys VE-136 mit 161 m NH
bei Frankenhofen

Auftraggeber: Naturenergie Zeilinger UG
Siedelbach 70
91459 Markt Erlbach

Verfasser: Büro – Öko – Raum – Konzept
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
94368 Radldorf

Version 1.1
Datum: 12. Juli 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....3
2. Normen und gesetzliche Grundlagen.....4
3. Höhenmodell.....6
4. Festlegung der Immissionsorte.....7
5. Lage der neu geplanten Vensys VE-136 mit 161 m NH.....7
6. Vorbelastungen und Irrelevanz.....8
7. Sicherheitsaufschläge und Unsicherheitsbetrachtung.....8
8. Ergebnisse und Fazit.....8
9. Anhang.....10

1. Einleitung

Windenergieanlagen (WEA) stellen eine moderne, nachhaltige und günstige Art der Energiegewinnung dar. Der Flächenverbrauch ist im Vergleich mit anderen dezentralen Systemen sehr gering, schädliche Abgase und Abfälle fallen im Betrieb nicht an.

Immissionen, die zu berücksichtigen sind, sind die Schallemissionen sowie die Schattenwurfemissionen der Anlagen. Diese bewegen sich auf Grund der eingehaltenen Abstände der Anlagen von den Immissionsorten auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau, dennoch müssen hier gesetzliche Grenzwerte eingehalten werden, um für die Bevölkerung keine übermäßige Mehrbelastung und somit eine Verminderung der Lebensqualität zu verursachen.

Situation bzw. Schallquelle	**Entfernung von Schallquelle bzw. Messort**	**Schalldruck *p* in Pascal**	**unbewerteter Schalldruckpegel L_p in Dezibel**
Düsenflugzeug	30 m	630 Pa	**150 dB**
Gewehrschuss	1 m	200 Pa	**140 dB**
Schmerzschwelle	am Ohr	100 Pa	**134 dB**
Gehörschäden bei kurzfristiger Einwirkung	am Ohr	ab 20 Pa	**120 dB**
Kampfflugzeug	100 m	6,3 – 200 Pa	**110 – 140 dB**
Drucklufthammer / Diskothek	1 m	2 Pa	**100 dB**
Gehörschäden bei langfristiger Einwirkung	am Ohr	ab 0,36 Pa	**85 dB**
Hauptverkehrsstraße	10 m	0,2 – 0,63 Pa	**80 – 90 dB**
Pkw	10 m	0,02 – 0,2 Pa	**60 – 80 dB**
Fernseher auf Zimmerlautstärke	1 m	0,02 Pa	**60 dB**
Sprechender Mensch (normale Unterhaltung)	1 m	$2 \cdot 10^{-3}$ – $2 \cdot 10^{-2}$ Pa	**40 – 60 dB**
Windenergieanlage	800 m	ca. $1{,}1 \cdot 10^{-3}$ Pa	**ca. 35 dB**
Sehr ruhiges Zimmer	am Ohr	$2 \cdot 10^{-4}$ – $6{,}3 \cdot 10^{-4}$ Pa	**20 – 30 dB**
Blätterrauschen, ruhiges Atmen	am Ohr	$6{,}32 \cdot 10^{-5}$ Pa	**10 dB**
Hörschwelle bei 2 kHz	am Ohr	$2 \cdot 10^{-5}$ Pa (20 µPa)	**0 d**

Tab. 1 Lärmquellen im Vergleich

Eine der negativen Umwelteinwirkungen durch Windenergieanlagen besteht in der Geräuschentwicklung, die einerseits von den beweglichen Bauteilen wie beispielsweise dem Generator und anderseits vom sich drehenden Rotor verursacht wird. Das Schallempfinden und die dabei empfundene Störung ist hierbei subjektiv und unterscheidet sich von Mensch zu Mensch durch die Frequenz, aber auch durch die mentale Einstellung des Individuums zu verschiedenen technischen Anlagen. So erfährt Lärm beispielsweise durch den Individualverkehr eine höhere Akzeptanz, da heute nahezu jeder erwachsene Mensch sowohl durch Verkehrslärm belastet ist aber auch selbst Nutzer dieser Technik ist und somit selbst zum Emittenten wird. Ähnlich verhält es sich bei Windenergieanlagen, hier fühlen sich in der Regel diejenigen Menschen gestört, die der Technik ablehnend gegenüberstehen oder Nachteile durch die Technik erwarten. Diejenigen Menschen, die von der Windkraft profitieren oder sich positive Auswirkungen erhoffen, empfinden

den Schall als weniger störend.

Da dies keine Maßstäbe für eine objektive Bewertung sind, wird die zulässige Schallbelastung durch Normen und Gesetze begrenzt.

2. Normen und gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für die Schallproblematik bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Bauliche Anlagen müssen von den Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern auf Basis der "Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm" (TA Lärm) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung der Lärmproblematik gelten zahlreiche Normen nach DIN und VDI und Empfehlungen der LAI. In der Baunutzungsverordnung (BauNVO) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach der TA Lärm eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet ist. So gelten folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

Anforderung nachts (22:00 – 6:00)	**Anforderungen tags (6:00 – 22:00)**	**Einstufung**
35 dB(A)	45 dB(A)	Reine Wohngebiete, Erholungsorte und Kurgebiete
40 dB(A)	55 dB(A)	Allgemeine Wohngebiete
45 dB(A)	60 dB(A)	Kern- Dorf- und Mischgebiete
50 db(A)	65 dB(A)	Gewerbegebiete

Tab 2: Einstufung von Wohngebieten nach TA Lärm

Die Berechnung der durch die Windenergieanlagen verursachten Immissionen erfolgte bisher gemäß der ISO 9612-2. Da diese Norm jedoch hochgelegene Schallquellen ausschließt, hat die Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) einen Entwurf zur Neufassung der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen erarbeitet. Das hierbei erarbeitete Interimsverfahren, welches im Mai 2015 veröffentlicht wurde gilt aktuell als Stand der Technik und kann somit für die Prognose von Schallimmissionen von Windenergieanlagen herangezogen werden.

Vom bisherigen Verfahren nach ISO 9612-2 unterscheidet sich das Interimsverfahren in folgenden Punkten:

- Die Transmissionsberechnung wird auf Basis von Oktavband – Emissionsdaten durchgeführt, bisher wurden Summenpegel verwendet.
- Die Bodendämpfung beträgt pauschal -3 dB(A)
- Die Prognoseunsicherheit beträgt 1 dB(A) statt bisher 1,5 dB(A)

Das Interimsverfahren ist im verwendeten Wind Pro – Dezibel Modul implementiert. Der Immissionspegel in einem Aufpunkt wird wie folgt berechnet:

$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A$

L_W: Oktavband Schallleistungspegel der Punktschallquelle

D_C: die Richtwirkungskorrektur, in Dezibel, die beschreibt, um wie viel 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_Ω das eine Schallausbreitung in Raumwinkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt; für eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktschallquelle in **DC= 0 dB.**

A: Okatavbanddämpfung in Dezibel, die während der Schallausbreitung von der Punktquelle zum Empfänger vorliegt:

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

A_{div}; Dämpfung auf Grund der geometrischen Ausbreitung

$A_{div} = 20 \lg (d / d_0) + 11$ dB

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

$d_0 = 1$ m

A_{atm}: Dämpfung durch die Luftabsorption

$A_{atm} = a_{500}\, d/1000$

a_{500}: Absorptionskoeffizient der Luft (1,9 dB / km). Dieser Wert bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (10 Grad Celsius und 70% rel. Luftfeuchte).

A_{gr}: Bodendämpfung

A_{gr} = -3 dB

h_m: mittlere Höhe in Meter des Schallausbreitungsweges über den Boden

A_{bar}: Dämpfung auf Grund von Abschirmung, im vorliegenden Fall wird vorhandener Schallschutz nicht berücksichtigt ($A_{bar} = 0$)

A_{misc}: Dämpfung auf Grund verschiedener weiterer Effekte (Wälder, Gebäude u.s.w.) Im vorliegenden Fall werden diese Faktoren nicht berücksichtigt ($A_{misc} = 0$)

C_{met}: Die Meteorologische Korrektur beschreibt die Dämpfung des Schalls durch meteorologische Einflüsse wie Wind und Temperatur über ein Jahr. Diese Dämpfung macht sich erst bei Abständen bemerkbar, die größer sind als die 10fache Summe aus der Höhe der Schallquelle und des Immissionsortes. Da dies somit nur auf die weiter entfernt, ca. 1400 m liegenden Immissionspunkte zutrifft, deren Richtwerte ohnehin bequem eingehalten werden wird dieser Faktor mit $C_{met} = 0$ berücksichtigt.

Wird wie im vorliegenden Fall ein Windpark mit mehreren Anlagen prognostiziert, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATi} entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach der TA Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter der Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 \, (LATi - Cmet + KTi + KIi)}$$

L_{AT}: Beurteilungspegel am Immissionsort

LATi: Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n

KTi: Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

KIi: Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i

Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit KT)

Quellen von Tonhaltigkeit sind vor allem Getriebe, Generatoren und Hydraulikanlagen. Diese sollten konstruktionsbedingt auf ein Minimum reduziert werden. Heben sich aus dem Anlagengeräusch ein oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar hervor, ist nach der TA Lärm für den Zuschlag KT, je nach Auffälligkeit des Tons ein Wert von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen. Orientiert an der Tonhaltigkeit KTN im Nahbereich, welcher aus einer Emissionsmessung hervorgeht, gilt für Entfernungen über 300 m folgender Zuschlag:

KT = 0 für $0 \leq KTN \leq 2$

KT = 3 für $2 < KTN \leq 4$

KT = 6 für $KTN > 4$

Gemäß dem beigefügten Dokumente zum prognostizierten Schallleistungspegel der VE-136 beträgt die prognostizierte Tonhaltigkeit max. 1 dB(A) und wird in der vorliegenden Prognose mit KT = 0 berücksichtigt.

Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit KI)

Impulshaltige Geräusche können beispielsweise durch den Turmdurchgang des Rotorblattes entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch mehrmals pro Minute deutlich hervorgehobene Impulsgeräusche oder laut Messung ähnlich auffällige Pegeländerungen, dann ist nach der TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag KI beträgt 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 nicht dem Stand der Technik.

Gemäß der beigefügten Dokumente zum prognostizierten Schallleistungspegel der VE-136 beträgt die prognostizierte Impulshaltigkeit 0 dB(A) und wird in der vorliegenden Prognose entsprechend berücksichtigt.

3. Höhenmodell

Die Orographie wird an Hand des SRTM – Höhenmodells in der Version 2.1 der NASA dargestellt. Diese wurde über eine systematische Erfassung großer Teile der Erdoberfläche mittels Radar

erfasst und weisen eine hinreichende Genauigkeit aus. Die Höhendaten werden an Hand der TK 50 stichpunktartig überprüft und sind belastbar. Da es sich bei den Daten um real existierende Oberflächen handelt, wird die Topographie wie beispielsweise Wälder mit erfasst, diese erscheinen im Modell als Ebene auf höheren Niveau. Nicht berücksichtigt zu Ungunsten der Betreibers wird hingegen beispielsweise die Dämpfungsfunktion der Wälder

4. Festlegung der Immissionsorte

Als Immissionsorte werden werden jeweils die nächst gelegenen und damit am stärksten belasteten Wohngebäude in der jeweiligen Einstufung (reines Wohngebiet, allgemeines Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet) berücksichtigt. Zur Kontrolle der vollständigen Erfassung finden noch Sichtungen von Luftbildern und ggf. Ortsbesichtigungen statt, um eine vollständige Erfassung sicherzustellen. Teilweise sind den nächst gelegenen Immissionsorten direkt Wirtschafts- und Nebengebäude vorgelagert. Die daraus resultierenden Abschirmungseffekte werden zu Ungunsten des Betreibers nicht berücksichtigt. Die betrachteten Immissionsorte sowie deren Einstufung sind sind folgender Tabelle zu entnehmen:

Immissionsort ID	Immissionsort	Einstufung
A	Himmerstall 1a	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
B	Goschenhof 3	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
C	Eitersberg 1	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
D	Eitersberg 2	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
E	Hochstadt 1a	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
F	Erlhof 8	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
G	Seglohe 9	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
H	Bosacker 6	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
I	Hahnenberg 6	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
J	Veitsweiler 15	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
K	Weiltingen Buchenstr. 21	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))
L	Weiltingen 15, südlich von Sportplatz	Allgemeines Wohngebiet (40 dB(A))
M	Frankenhofen 72	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))

Tab. 3 Immissionsorte und Einstufung

5. Lage der neu geplanten Vensys VE-136 mit 161 m NH

Die Standortkoordinaten der berücksichtigten Anlagen befinden sich auf folgenden Koordinaten im UTM 32 (ETRS 89).

WEA ID	Typ	NH	Rechtswert (DHDN Zone 3) *Rechtswert (UTM 32)*	Hochwert (DHDN Zone 3 *Hochwert (UTM 32)*
WEA 1	Vensys VE-136	161 m	4389003 *608298*	5431989 *5430205*
WEA 2	Vensys VE-136	161 m	4389293 608603	5431599 5429827

Tab 4 Lage der Windenergieanlagen

6. Vorbelastungen und Irrelevanz

Laut 3.2.1. TA Lärm darf die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage darf auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.
Wie aus der vorliegenden Prognose hervorgeht, befinden sich bis auf den Immissionsort „Himmerstall 1a“ alle anderen Immissionsorte nach 2.2. TA Lärm außerhalb des Einwirkbereichs der Anlagen, dies trifft immer dann zu wenn der Beurteilungspegel 10 dB(A) unterhalb des Immissionsrichtwertes liegt.
Diese sogenannte Irrelevanz nach 3.2.1 TA Lärm trifft auf alle Immissionspunkte zu, d.h. Vorbelastungen müssen in der Prognose nicht mehr berücksichtigt werden.

7. Sicherheitsaufschläge und Unsicherheitsbetrachtung

Für das verwendete Interimsverfahren zur Schallprognose ist es notwendig, die einzelnen Schallwerte des Oktav – Bandes als Eingangsdaten für die Berechnung zu verwenden. Die Sicherheitsaufschläge werden dabei für jedes Oktav - Band wie folgt einzeln ermittelt.

Da die VE-136 noch nicht vermessen wurde und die Prognose auf Herstellerangaben basiert, sind nach Punkt 3a) der LAI Empfehlungen „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.6.2019 die Serienstreuung σ_P der Anlage und die Ungenauigkeit der Schallvermessung σ_R nicht auszuweisen und werden mit 0 dB(A) berücksichtigt.
Die Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} wird mit 1,0 dB berücksichtigt. Abschirmungen wurden in die Prognose nicht mit einbezogen, womit σ_{Schirm} nicht in die Berechnung mit einfließt.

Die Gesamtunsicherheit pro Frequenz wird wie folgt ermittelt:

$$\sigma Ges = \sqrt{\sigma R^2 + \sigma Prog^2 + \sigma P^2}$$

Der obere Vertrauensbereich von 90 % ergibt sich aus

Sigma Gesamt x 1,28 = Obere Vertrauensbereichsgrenze

Die in nachfolgender Tabelle in Fett dargestellten Werte für die obere Vertrauensbereichsgrenze fließen als Eingangsdaten in die Prognose ein.

Interimsverfahren Berechnung Aufschläge	VE-136								
Frequenz in Hz		***63***	***125***	***250***	***500***	***1000***	***2000***	***4000***	***8000***
Sigma R	Ungenauigkeit Schallvermessung	0	0	0	0	0	0	0	0
Sigma P	Serienstreuung WEA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sigma Prog	Unsicherheit Prognosemodell	1	1	1	1	1	1	1	1
L wa	*Herstellerangabe*	*86,5*	*94,8*	*100,4*	*100,7*	*97,5*	*94,8*	*88,1*	*74,5*
Sigma Gesamt		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lo	Obere Vertrauensbereichsgrenze	**87,8**	**96,1**	**101,7**	**102,0**	**98,8**	**96,1**	**89,4**	**75,8**

Tab 6 Unsicherheitsbetrachtung VE-136

8. Ergebnisse und Fazit

In den nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Schallprognose aufgeführt.

Immissionsort ID	Immissions-ort	Immissionsrichtwert (Nacht)	Beurteilungpegel	Irrelevanz gem. 3.2.1 TA Lärm	Anforderung erfüllt
A	Himmerstall 1a	45 dB(A)	37,6 dB(A)	Ja	Ja
B	Goschenhof 3	45 dB(A)	32,7 dB(A)	Ja	Ja
C	Eitersberg 1	45 dB(A)	30,9 dB(A)	Ja	Ja
D	Eitersberg 2	45 dB(A)	30,8 dB(A)	Ja	Ja
E	Hochstadt 1a	45 dB(A)	31,9 dB(A)	Ja	Ja
F	Erlhof 8	45 dB(A)	31,4 dB(A)	Ja	Ja
G	Seglohe 9	45 dB(A)	32,1 dB(A)	Ja	Ja
H	Bosacker 6	45 dB(A)	30,1 dB(A)	Ja	Ja
I	Hahnenberg 6	45 dB(A)	28,1 dB(A)	Ja	Ja
J	Veitsweiler 15	45 dB(A)	27,7 dB(A)	Ja	Ja
K	Weiltingen Buchenstr. 21	45 dB(A)	27,0 dB(A)	Ja	Ja
L	Weiltingen 15, südlich von Sportplatz	40 dB(A)	28,0 dB(A)	Ja	Ja
M	Frankenhofen 72	45 dB(A)	35,0 dB(A)	Ja	Ja

Tab 7 Ergebnisse Vorbelastung

Somit werden unter Berücksichtigung der genannten Unsicherheiten die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an allen Immissionsorten eingehalten.

Die Immissionsorte B - F liegen gemäß 2.2 TA Lärm mit 10 dB(A) unterhalb des Richtwerts außerhalb des Einwirkbereichs der VE-136

Der Immissionsort A liegt gemäß 3.2.1 TA Lärm innerhalb des Irrelevanzbereiches mit 6 dB(A) unterhalb des Richtwertes, somit muss hier die Vorbelastung nicht mehr berücksichtigt werden. Die Irrelevanz käme auf Grund des hohen Emissionsabstands auch dann zum Tragen, wenn zusätzlich für die Ungenauigkeit der Schallvermessung 1,5 dB(A) Aufschlag und für die Serienstreuung 1,2 dB(A) Aufschlag berücksichtigt würden. In dem Fall läge der obere Vertrauensbereich in Form eines hohen Sicherheitsaufschlages in der Summe bei 2,7 dB(A) über den Herstellerangaben.

Die Windenergieanlagen dürfen somit aus Sicht Lärmschutzes uneingeschränkt im Modus 0, was dem Normalbetrieb entspricht, betrieben werden.

Wegen der nicht vorliegenden Vermessung wird gem. Punkt 4.1 der LAI Empfehlungen „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.6.2019 eine Nachvermessung der Anlagen empfohlen. Diese kann auf Grund der vorliegenden hohen Emissionsabstände entfallen, wenn bis zur Nachvermessung eine Typenvermessung nach der FGW Richtlinie durchgeführt wurde und die ermittelten Werte in einer aktualisierten Schallprognose münden. Eine nächtliche Abschaltung der Anlagen ist auf Grund der großen Emissionsabstände nicht verhältnismäßig.

9. Anhang

- Wind Pro Berechnungsergebnisse (Emissionen VE-136) vom 10.7.2020 10:23/3.3.294
- LAI Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.6.2016
- Prognostizierte Schallleitungspegel Vensys 136 – 3,5 MW vom 29.11.2019

Projekt:

Frankenhofen_Schall_20200710

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de

Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

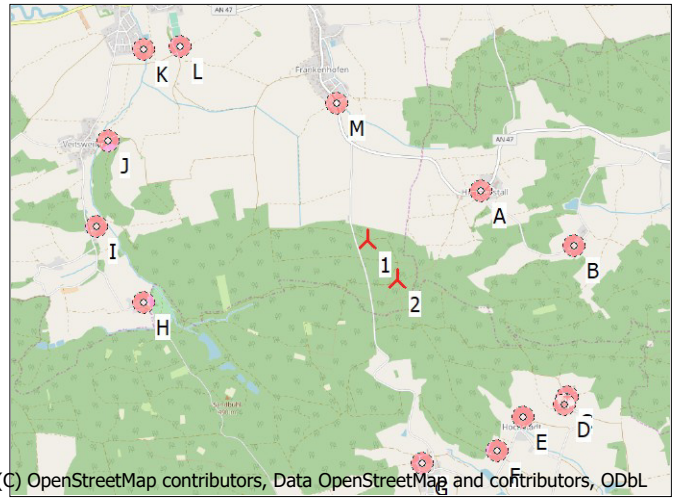
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

Industriegebiet: 70 dB(A)
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
Gewerbegebiet: 50 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:75.000
Neue WEA
Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z [m]	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	Status	LWA [dB(A)]	Einzelton
1	608.298	5.430.205	514,0	WEA 1	Ja	VENSYS	136-3.500	3.500	136,6	161,0	USER	Anwenderwert	(95%)	Anwenderwert	106,8	Nein
2	608.603	5.429.827	521,0	WEA 2	Ja	VENSYS	136-3.500	3.500	136,6	161,0	USER	Anwenderwert	(95%)	Anwenderwert	106,8	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Distanz z.Richtwert [m]	Anforderung erfüllt? Schall
A	Himmerstall 1a	609.419	5.430.714	502,6	5,0	45,0	37,6	676	Ja
B	Goschenhof 3	610.361	5.430.195	447,3	5,0	45,0	32,7	1.329	Ja
C	Eitersberg 1	610.319	5.428.693	500,6	5,0	45,0	30,9	1.605	Ja
D	Eitersberg 2	610.292	5.428.616	502,9	5,0	45,0	30,8	1.627	Ja
E	Hochstadt 1a	609.886	5.428.486	466,5	5,0	45,0	31,9	1.405	Ja
F	Erlhof 8	609.627	5.428.158	465,5	5,0	45,0	31,4	1.505	Ja
G	Seglohe 9	608.897	5.428.009	462,5	5,0	45,0	32,1	1.383	Ja
H	Bosacker 6	606.090	5.429.548	476,1	5,0	45,0	30,1	1.825	Ja
I	Hahnenberg 6	605.611	5.430.296	453,7	5,0	45,0	28,1	2.224	Ja
J	Veitsweiler 15	605.707	5.431.141	453,6	5,0	45,0	27,7	2.302	Ja
K	Weiltingen Buchenstr. 21	606.044	5.432.048	436,2	5,0	40,0	27,0	2.108	Ja
L	Weiltingen 15	606.398	5.432.081	448,2	5,0	45,0	28,0	2.229	Ja
M	Frankenhofen 72	607.973	5.431.549	461,8	5,0	45,0	35,0	941	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 1	WEA 2
A	1231	1204
B	2063	1796
C	2524	2057
D	2549	2078
E	2340	1855
F	2440	1958
G	2276	1842
H	2304	2529
I	2688	3029
J	2755	3181
K	2912	3389
L	2671	3154
M	1383	1834

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Annahmen

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

LWA,ref:	Schallleistungspegel der WEA
K:	Einzeltöne
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 Himmerstall 1a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	1.231	1.242	**34,50**	106,8	0,00	72,88	2,42	-3,00	0,00	0,00	72,30
2	1.204	1.217	**34,71**	106,8	0,00	72,71	2,38	-3,00	0,00	0,00	72,09
Summe			**37,62**								

Schall-Immissionsort: B Goschenhof 3

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.063	2.075	**28,85**	106,8	0,00	77,34	3,61	-3,00	0,00	0,00	77,95
2	1.796	1.810	**30,39**	106,8	0,00	76,16	3,25	-3,00	0,00	0,00	76,41
Summe			**32,70**								

Schall-Immissionsort: C Eitersberg 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.524	2.529	**26,54**	106,8	0,00	79,06	4,20	-3,00	0,00	0,00	80,26
2	2.057	2.064	**28,91**	106,8	0,00	77,29	3,60	-3,00	0,00	0,00	77,89
Summe			**30,89**								

Schall-Immissionsort: D Eitersberg 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.549	2.555	**26,42**	106,8	0,00	79,15	4,24	-3,00	0,00	0,00	80,38
2	2.078	2.085	**28,79**	106,8	0,00	77,38	3,63	-3,00	0,00	0,00	78,01
Summe			**30,78**								

Schall-Immissionsort: E Hochstadt 1a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.340	2.349	**27,41**	106,8	0,00	78,42	3,97	-3,00	0,00	0,00	79,39
2	1.855	1.867	**30,05**	106,8	0,00	76,42	3,33	-3,00	0,00	0,00	76,76
Summe			**31,94**								

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: F Erlhof 8

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.440	2.448	**26,92**	106,8	0,00	78,78	4,10	-3,00	0,00	0,00	79,88
2	1.958	1.969	**29,45**	106,8	0,00	76,88	3,47	-3,00	0,00	0,00	77,35
Summe			**31,38**								

Schall-Immissionsort: G Seglohe 9

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.276	2.286	**27,73**	106,8	0,00	78,18	3,89	-3,00	0,00	0,00	79,07
2	1.842	1.854	**30,13**	106,8	0,00	76,36	3,31	-3,00	0,00	0,00	76,68
Summe			**32,10**								

Schall-Immissionsort: H Bosacker 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.304	2.312	**27,60**	106,8	0,00	78,28	3,93	-3,00	0,00	0,00	79,21
2	2.529	2.537	**26,50**	106,8	0,00	79,09	4,21	-3,00	0,00	0,00	80,30
Summe			**30,09**								

Schall-Immissionsort: I Hahnenberg 6

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.688	2.697	**25,77**	106,8	0,00	79,62	4,41	-3,00	0,00	0,00	81,03
2	3.029	3.037	**24,33**	106,8	0,00	80,65	4,83	-3,00	0,00	0,00	82,47
Summe			**28,12**								

Schall-Immissionsort: J Veitsweiler 15

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.755	2.764	**25,48**	106,8	0,00	79,83	4,49	-3,00	0,00	0,00	81,33
2	3.181	3.189	**23,73**	106,8	0,00	81,07	5,00	-3,00	0,00	0,00	83,08
Summe			**27,70**								

Schall-Immissionsort: K Weiltingen Buchenstr. 21

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.912	2.922	**24,80**	106,8	0,00	80,31	4,69	-3,00	0,00	0,00	82,00
2	3.389	3.398	**22,93**	106,8	0,00	81,62	5,25	-3,00	0,00	0,00	83,87
Summe			**26,98**								

Schall-Immissionsort: L Weiltingen 15

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	2.671	2.680	**25,85**	106,8	0,00	79,56	4,39	-3,00	0,00	0,00	80,95
2	3.154	3.162	**23,83**	106,8	0,00	81,00	4,97	-3,00	0,00	0,00	82,97
Summe			**27,97**								

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: M Frankenhofen 72

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
1	1.383	1.399	**33,23**	106,8	0,00	73,92	2,66	-3,00	0,00	0,00	73,57
2	1.834	1.847	**30,17**	106,8	0,00	76,33	3,30	-3,00	0,00	0,00	76,63
Summe			**34,97**								

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben

Schallberechnungs-Modell:
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Bodeneffekt:
Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0
Meteorologischer Koeffizient, C0:
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)
Einzeltöne:
Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltönen zugefügt
WEA-Katalog
Aufpunkthöhe ü.Gr.:
5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell
Unsicherheitszuschlag:
0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität
verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:
0,0 dB(A)
Oktavbanddaten verwendet
Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

WEA: VENSYS 136 3500 136.6 !O!
Schall: Anwenderwert

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
	30.12.1899	USER	30.12.1899 00:00

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder 63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Anwenderwert	161,0	95% der Nennleistung	106,8	Nein	87,8	96,1	101,7	102,0	98,8	96,1	89,4	75,8

Schall-Immissionsort: A Himmerstall 1a
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: B Goschenhof 3
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: C Eitersberg 1
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: D Eitersberg 2
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben
Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: E Hochstadt 1a
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F Erlhof 8
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: G Seglohe 9
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: H Bosacker 6
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: I Hahnenberg 6
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: J Veitsweiler 15
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: K Weiltingen Buchenstr. 21
Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: L Weiltingen 15
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben
Schall-Immissionsort: M Frankenhofen 72
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

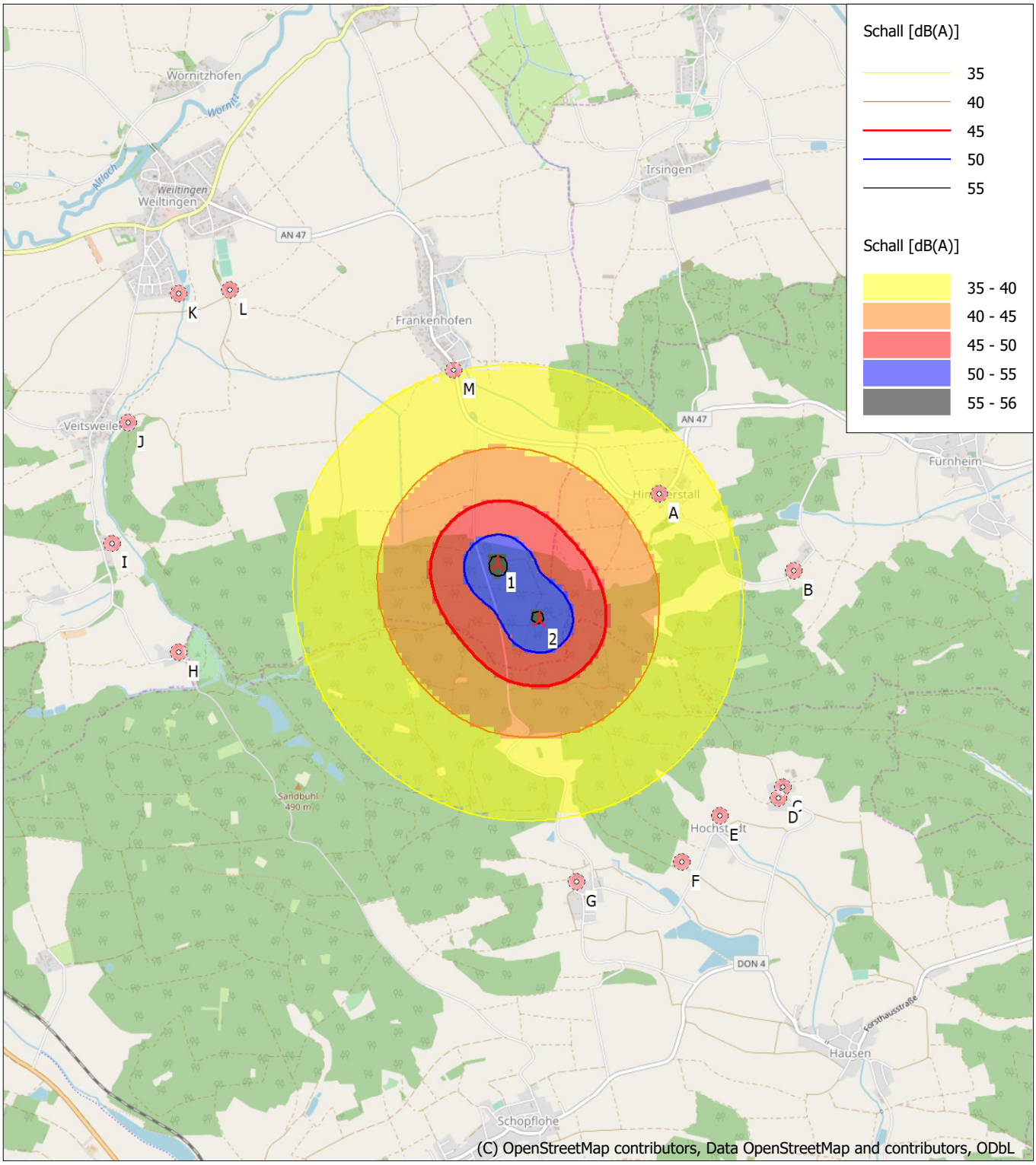
Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Projekt:
Frankenhofen_Schall_20200710

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
11.07.2020 10:23/3.3.294

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Berechnung auf Basis der Herstellerangaben



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 608.357 Nord: 5.430.016

Neue WEA Schall-Immissionsort

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

Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)

Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016
mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016
Stand 30.06.2016

Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)

Bei der Entscheidung über die Genehmigung von WKA ist auf der Grundlage der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm – vom 26.08.1998 (GMBI. S. 503)) von der zuständigen Immissionsschutzbehörde zu prüfen, ob die Anforderungen des Immissionsschutzrechts in Bezug auf Geräusche von den Anlagen eingehalten werden, ggf. ist die Genehmigung mit entsprechenden Nebenbestimmungen zu versehen. In den nachfolgenden Hinweisen werden die Anforderungen der TA Lärm an die Durchführung von Immissionsprognosen im Rahmen der Errichtung und des Betriebs von WKA durch eine vorläufige Anpassung des Prognosemodells auf Basis neuerer Erkenntnisse konkretisiert. Zur Ermittlung der Eingangsdaten für die Immissionsprognose werden Erkenntnisquellen benannt. Darüber hinaus werden Empfehlungen zur messtechnischen Überprüfung der im Genehmigungsverfahren festgelegten Werte gegeben.

1. Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen

Der für den WKA-Typ und Betriebsmodus spezifische Schallleistungspegel bildet die Eingangsgröße der Schallimmissionsprognosen für konkrete WKA-Projekte. Als Erkenntnisquelle stehen Schallleistungspegel, die auf einer Einfachvermessung (siehe Ziffer 1.2 b)) oder einer Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen (siehe Ziffer 1.2 c)) des WKA-Typs beruhen, oder Angaben des Herstellers (siehe Ziffer 1.2 a)) zur Verfügung.
Im Übrigen wird auf Ziffer 5.1 verwiesen.

1.1 Vorbelastung

Als Vorbelastung sind neben den bereits genehmigten Windkraftanlagen alle Anlagen, für die die TA Lärm gilt, zu berücksichtigen.
Bei WKA, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind, ist der in ihrer Genehmigung festgelegte zulässige Schallleistungspegel zu verwenden. Gibt es keine derartige Festlegung im Genehmigungsbescheid, so kann der Schallleistungspegel sachlich begründet abgeschätzt werden. Liegt zu dem Anlagentyp in der genehmigten Betriebsweise ein Messbericht vor, kann der für die Vorbelastung anzusetzende Schallleistungspegel des bestimmungsgemäßen Betriebs z. B. auf Basis des im Messbericht dargestellten Geräuschverhaltens abgeschätzt werden. Das unterschiedliche Geräuschverhalten von stall- und pitchgesteuerten WKA ist hierbei zu berücksichtigen. In der Regel ist das Referenzspektrum als Grundlage für die Eingangsdaten der Prognose heranzuziehen (siehe Ziffer 6). Liegen qualifizierte Informationen über detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren vor, können auch diese herangezogen werden.

1.2 Zusatzbelastung

Für die Ermittlung der Zusatzbelastung können die folgenden Angaben alternativ für die Immissionsprognose herangezogen werden. Sie sind den Immissionsschutzbehörden zur Verfügung zu stellen, so dass die Eingangsdaten der Prognose überprüft werden können:

a) Angabe des Herstellers
Der Schallleistungspegel, den der Hersteller für den bestimmungsgemäßen Betrieb angibt. Die Herstellerangabe kann z. B. herangezogen werden, wenn bei den ersten Anlagen eines neuen Anlagentyps noch keine Messberichte vorliegen. Diese Angaben müssen nicht nur den Schallleistungspegel L_{WA}, sondern auch das zugehörige Oktavspektrum umfassen. Die Angaben müssen die möglichen Auswirkungen der Serienstreuung und der Unsicherheit der noch ausstehenden Abnahmemessung (siehe Ziffer 5.2) berücksichtigen.

b) Einfachvermessung
Der Schallleistungspegel eines WKA-Typs in einem bestimmten Betriebsmodus und das zugehörige Oktavspektrum wurden durch eine Typvermessung entsprechend den folgenden Richtlinien und Normen ermittelt:

- FGW TR1 in der jeweils gültigen Revision in Verbindung mit
- IEC 61400-11 Ed. 2[1] oder
- IEC 61400-11 Ed. 3[2]

(siehe Ziffer 5.1).

c) Mehrfachvermessung
Der Schallleistungspegel eines WKA-Typs in einem bestimmten Betriebsmodus und das zugehörige Oktavspektrum wurden durch Vermessung an mehreren WKA dieses Typs ermittelt. Es liegen mindestens drei Vermessungen vor, über die ein zusammenfassender Bericht gemäß FGW TR1 (Anhang D) [1] erstellt wurde. Neben dem Schallleistungspegel des Anlagentyps kann diesem Bericht der Wert für die Serienstreuung entnommen werden.

2. Schallimmissionsprognosen

Die Schallimmissionsprognose ist gemäß Nr. A 2 der TA Lärm nach der DIN ISO 9613-2 [2] durchzuführen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung der Schallausbreitung 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 [6] und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ [3] 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“ [3] – 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.

---

[1] entsprechend DIN EN 61400-11(VDE 0127-11):2007-03 Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren
[2] entsprechend DIN EN 61400-11(VDE 0127-11):2013-09 Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren

Zur Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse (Lage der maßgeblichen Immissionsorte, Berücksichtigung möglicher Schallreflexionen) ist in der Regel eine Ortsbesichtigung erforderlich.

Als Eingangsdaten für die Immissionsprognose sind Schallleistungspegel und zugehörige Oktavspektren gemäß Ziffer 1 zu verwenden.
Hinsichtlich eines zu berücksichtigenden Tonzuschlags soll wie folgt verfahren werden:

$0 \leq K_{TN} \leq 2$ Tonzuschlag K_T von 0 dB
K_{TN}: Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der FGW-Richtlinie [1] gemessen,
K_T: Tonzuschlag, der bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden ist

WKA, die im Nahbereich höhere tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, sind nicht Stand der Technik[3].

Für WKA-Typen, bei denen in Messberichten nach der FGW-Richtlinie ein $K_{TN} = 2$ dB im Nahbereich ausgewiesen wird, ist am maßgeblichen Immissionsort eine Abnahmemessung zur Beurteilung der Tonhaltigkeit erforderlich (siehe Ziffer 5.3). Wird hierbei eine immissionsseitige Tonhaltigkeit festgestellt, müssen Maßnahmen zur Minderung der Tonhaltigkeit ergriffen werden (kurzfristig z. B. Vermeiden des Dauerbetriebs mit der Drehzahl, bei welcher die Tonhaltigkeit auftritt; langfristig: technische Minderungsmaßnahmen).

Die durch die Drehbewegung der Rotorblätter erzeugte windkraftanlagentypische Geräuschcharakteristik ist in der Regel weder als ton- noch als impulshaltig einzustufen.
Die Infraschallerzeugung moderner WKA liegt selbst im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen [4, 5]. Damit sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.
Beurteilungspegel sind nach den Rundungsregeln der DIN 1333 [7] gemäß Ziffer 4.5.1 als ganzzahlige Werte anzugeben.

3. Qualität der Prognose

Bei der Prognose ist auf die Sicherstellung der Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm abzustellen. Die Schallimmissionsprognose für WKA ist mit der Unsicherheit der Emissionsdaten (Unsicherheit der Typvermessung σ_R und Unsicherheit der Serienstreuung σ_P) sowie der

[3] Falls im Nahbereich im Frequenzbereich ab 3 kHz eine Tonhaltigkeit von $K_{TN} \geq 2$ dB festgestellt wird, und im Emissionsmessbericht plausibel und nachvollziehbar dargelegt wird, dass die festgestellte Tonhaltigkeit aufgrund der hohen Luftabsorption für Immissionsorte in Abständen größer als 500 m keine Immissionsrelevanz hat, kann in der Geräuschprognose der Tonzuschlag in dem entsprechenden Entfernungsbereich zu $K_T = 0$ dB gesetzt werden.

Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} behaftet.
Die Sicherstellung der Nicht-Überschreitung ist dann anzunehmen, wenn die unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und der Unsicherheit des Prognosemodells bestimmte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den IRW unterschreitet.
Überschreitungen des IRW im Rahmen der Regelung unter Nr. 3.2.1 Abs. 3 der TA Lärm sind weiterhin zulässig.

a) Unsicherheit der Herstellerangabe
Wird die Herstellerangabe für die Immissionsprognose herangezogen, werden keine Unsicherheiten für Typvermessung und Serienstreuung ausgewiesen, da entsprechend Ziffer 4.2 eine Abnahmemessung erfolgen muss, um den Nachweis der Nicht-Überschreitung der festgesetzten Herstellerangabe zu erbringen.

b) Unsicherheit der Typvermessung
Bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung kann von einer Unsicherheit σ_R = 0,5 dB ausgegangen werden.

c) Unsicherheit durch Serienstreuung
Bei der Übertragung des an einer WKA vermessenen Schallleistungspegels auf eine andere WKA des gleichen Typs ergibt sich eine Unsicherheit durch die Streuung der in Serie hergestellten WKA. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen (siehe Ziffer 1.2 c) kann für σ_P die Standardabweichung s der Messwerte aus dem zusammenfassenden Bericht angesetzt werden.
Liegt eine Mehrfachvermessung des Anlagentyps in einer anderen als der beantragten Betriebsweise vor, kann die durch die Mehrfachvermessung dokumentierte Serienstreuung auch auf die beantragte Betriebsweise übertragen werden. In diesem Fall wird eine Abnahmemessung empfohlen.

Liegt keine Mehrfachvermessung vor, ist für σ_P ein Ersatzwert von 1,2 dB zu wählen.

d) Unsicherheit des Prognosemodells
Die Unsicherheit des Prognosemodells wird wie folgt berücksichtigt:

$$\sigma_{Prog} = 1\,\mathrm{dB}$$

e) Gesamtunsicherheit
Die einzelnen Unsicherheiten können in der Standardabweichung für die Gesamtunsicherheit σ_{ges} zusammengefasst werden:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\left(\sigma_R^2 + \sigma_P{}^2 + \sigma_{Prog}^2\right)}$$

Mit Hilfe der Gesamtunsicherheit kann die obere Vertrauensbereichsgrenze der prognostizierten Immission (mit einem Vertrauensniveau von 90 %) durch einen Zuschlag abgeschätzt werden, der folgendermaßen berechnet wird:

$\Delta L = 1{,}28\ \sigma_{ges}$

Die Unsicherheit der Emissionsdaten der Vorbelastungsanlagen ist in der gleichen Weise zu berücksichtigen, wie sie im Rahmen der Genehmigungen der Vorbelastungsanlagen angewandt wurde.

4. Empfehlungen für Nebenbestimmungen der Genehmigung

4.1 Allgemeine Hinweise

Als maximal zulässiger Emissionswert ist der in der Prognose verwendete Schallleistungspegel $L_{e,max}$ im Genehmigungsbescheid festzuschreiben. Dabei sind die in der Prognose angesetzten Unsicherheiten der Emissionsdaten gemäß Ziffer 3 b) und 3 c) als Toleranzbereich zu berücksichtigen, das heißt, es ist die obere Vertrauensbereichsgrenze des Schallleistungspegels für ein einseitiges Vertrauensniveau von 90 % festzuschreiben. Es gilt:

$$L_{e,max} = \bar{L}_W + 1{,}28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

$L_{e,max}$: maximal zulässiger Emissionspegel
$\bar{L}_W$: Deklarierter (mittlerer) Schallleistungspegel
σ_R: Messunsicherheit (siehe 3 b)).
σ_P: Serienstreuung (siehe 3 c))

Der Schallleistungspegel ist als Einzahlwert in der Genehmigung festzuschreiben.
Das zum Schallleistungspegel zugehörige Oktavspektrum ist in den Genehmigungsbescheid aufzunehmen.

In den Hinweisen oder der Begründung zum Genehmigungsbescheid können Immissionsrichtwertanteile oder Teilbeurteilungspegel der Anlage aufgeführt werden.

Im Fall, dass die Prognose gemäß Ziffer 3 a) auf einer Angabe des Herstellers (siehe Ziffer 1.2 a) beruht, ist der in der Prognose angesetzte Schallleistungspegel als maximal zulässiger Emissionswert festzusetzen.

Bei „Windparks“ sind sachgerecht ausgewählte WKA ggf. für eine Abnahmemessung vorzusehen. Ein maßgebliches Kriterium ist dabei der Beitrag, den die jeweilige WKA an der Gesamtbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten hat.

Sofern eine Abnahmemessung gefordert wird, soll vorgegeben werden, in welchem Betriebsbereich das Geräuschverhalten der Anlage untersucht werden soll. Der Betriebsbereich ist mindestens so zu wählen, dass die Windgeschwindigkeit erfasst wird, in der der maximale Schallleistungspegel erwartet wird. Dies ist in der Regel der Bereich, der durch die TR1 [1] abgedeckt wird.

Im Falle, dass eine Abnahmemessung gefordert wird, soll die Vorlage einer Bestätigung der Messstelle über die Annahme der Beauftragung der Messung innerhalb einer Frist von einem Monat nach Inbetriebnahme gefordert werden.

Diese Bescheinigung ist bei der Genehmigungsbehörde einzureichen. Die Vorlage der Messergebnisse hat dann innerhalb einer Frist von 12 Monaten nach Inbetriebnahme zu erfolgen. Fristverlängerungen sind im begründeten Einzelfall möglich.

Wenn die erforderlichen Windgeschwindigkeiten für die Abnahmemessung nicht vorliegen, kann die Nachweisführung durch Extrapolation der Messwerte bei anderen Windgeschwindigkeiten erfolgen.

Liegt eine Mehrfachvermessung eines Betriebszustands vor, nicht jedoch ein Messbericht über das Geräuschverhalten in der beantragten Betriebsweise, und wird plausibel und nachvollziehbar dargelegt, dass die Anlage bis zur Vorlage eines Messberichts mit einer schallreduzierten Betriebsweise so betrieben werden kann, dass die Schallemission der schallreduzierten Betriebsweise erheblich (d. h. mindestens um 3 dB) unterhalb der Schallemission der beantragten Betriebsweise liegt, so kann diese schallreduzierte Betriebsweise bis zur Vorlage des Messberichts zur beantragten Betriebsweise zugelassen werden.

Die Anlage muss mit einer kontinuierlichen Aufzeichnung geeigneter Betriebsparameter (z. B. Leistung und Drehzahl) versehen sein, die rückwirkend für einen Zeitraum von wenigstens 12 Monaten den Nachweis der tatsächlichen Betriebsweise der Anlage ermöglicht. In der Genehmigung müssen in diesem Fall Maximalwerte für die 10-Minuten-Mittelwerte der ausgewählten Betriebsparameter festgelegt werden, so dass eine Kontrolle insbesondere der nächtlichen Betriebsweise der Anlage in dieser Zeitspanne nachträglich möglich ist.

4.2 Falls die Planung auf Basis von Angaben des Herstellers beruht

Durch eine Nebenbestimmung im Genehmigungsbescheid ist sicher zu stellen, dass der Betreiber innerhalb eines Jahres nach Inbetriebnahme der einzelnen WKA die Einhaltung des festgelegten Emissionswertes durch Messung nachweist, sofern der Schallleistungspegel dieser WKA einen Immissionsbeitrag am Beurteilungspegel an den maßgeblichen Immissionsorten erzeugt, der die IRW um bis zu 15 dB(A) unterschreitet. Die Messunsicherheit ist dabei zu Lasten des Betreibers zu berücksichtigen. Die Ziffern 4.3 und 4.4 können in diesem Fall nicht angewendet werden.
Es wird empfohlen, den Nachtbetrieb der Anlage erst aufzunehmen, wenn durch Vorlage eines Berichtes über eine Typvermessung gezeigt wird, dass der in der Schallimmissionsprognose angenommene Emissionswert nicht überschritten wird. Sofern der zur Aufnahme des Nachtbetriebs eingereichte Nachweis auf Messungen an einer anderen als der genehmigten Anlage erfolgte, sind die möglichen Auswirkungen der Serienstreuung sowie der Messunsicherheit zu Lasten des Betreibers zu berücksichtigen.

4.3 Falls nur ein Emissionsmessbericht vorliegt

Falls zum beantragten Anlagentyp in der beantragten Betriebsweise nur ein unabhängiger Messbericht vorliegt, wird eine Abnahmemessung empfohlen.

Liegt vor der Durchführung der Abnahmemessung ein Bericht einer Mehrfachvermessung vor, kann auf eine Abnahmemessung unter

Berücksichtigung von Ziffer 4.1 verzichtet werden, sofern der rechnerische Nachweis der Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm auf Basis des messtechnisch durch die Mehrfachvermessung nachgewiesenen Schallleistungspegels und Spektrums unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten (Messunsicherheit, Serienstreuung) und der Unsicherheit des Prognosemodells sowie der oberen Vertrauensbereichsgrenze geführt wurde.

4.4 Falls mindestens drei Emissionsmessungen vorliegen

Liegt eine Mehrfachvermessung vor, kann prinzipiell auf eine Abnahmemessung unter Berücksichtigung von Ziffer 4.1 verzichtet werden.

4.5 Tonhaltigkeit

Falls die Anlage nach den Planungsunterlagen im Nahbereich eine geringe Tonhaltigkeit (K_{TN} = 2 dB) aufweist, ist am maßgeblichen Immissionsort eine Abnahme zur Überprüfung der dort von der Anlage verursachten Tonhaltigkeit zu fordern. Sofern im Rahmen einer emissionsseitigen Abnahmemessung eine geringe Tonhaltigkeit festgestellt wird, ist ebenfalls im Rahmen einer immissionsseitigen Abnahmemessung deren Immissionsrelevanz zu untersuchen.

5. Messungen

Bei Abnahmemessungen ist der Messabschlag nach Ziffer 6.9 der TA Lärm nicht vorzunehmen.

5.1 Emissionsmessungen zur Typkennzeichnung

Die Anforderungen an die Schallemissionsmessung und an deren Auswertung sind in der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen Teil 1: „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [1] beschrieben. Diese Richtlinie weist – in der jeweils aktuellen Fassung – auf die gültigen nationalen und internationalen Normen hin, die entsprechend konkretisiert worden sind. Emissionsmessungen sollen nach den Mess- und Auswertevorschriften dieser Technischen Richtlinie durchgeführt werden.

Entsprechend den Vorgaben der Technischen Richtlinie werden akustische Vermessungen durch Messstellen anerkannt, die ihre Kompetenz z.B. durch Teilnahme an regelmäßigen Ringversuchen zur akustischen Vermessung von Windenergieanlagen nach FGW-Richtlinie, das Führen eines spezifischen Qualitätssigels (z.B. FGW-Siegel) oder auf vergleichbare Weise nachweisen.

5.2 Emissionsseitige Abnahmemessungen

Die in Ziffer 5.1 genannten Anforderungen sind auch bei emissionsseitigen Abnahmemessungen zu erfüllen.

Wird eine emissionsseitige Abnahmemessung gefordert, ist im Anschluss mit den Ergebnissen der Abnahmemessung mit den ermittelten Oktav-Schallleistungspegeln eine erneute Schallausbreitungsrechnung nach dem Interimsverfahren durchzuführen. Bei dieser Neuberechnung ist die Messunsicherheit, nicht jedoch die Unsicherheit des Prognosemodells zu berücksichtigen. Dabei ist der Vergleich mit der Ausbreitungsrechnung unter Ansatz von $L_{e,max}$ durchzuführen. Die auf Basis des gemessenen Emissionsspektrums berechneten A-bewerteten Immissionspegel dürfen die auf Basis des in der Prognose angesetzten Emissionsspektrums berechneten A-

bewerteten Immissionspegel nicht überschreiten. Die Emission darf keine relevante Tonhaltigkeit aufweisen.
Falls die Emission eine geringe Tonhaltigkeit (K_{TN} = 2 dB) aufweist, ist immissionsseitig zu prüfen, ob die Tonhaltigkeit immissionsrelevant ist.

5.3 Immissionsmessungen

Immissionsmessungen sind bei WKA mit messtechnischen Schwierigkeiten verbunden, die insbesondere durch ein ungünstiges Verhältnis von Anlagen- und (windinduziertem) Hintergrundgeräusch sowie durch meteorologische Schwankungen der Schallausbreitungsbedingungen bedingt sind.
Daher werden in der Regel Emissionsmessungen durchgeführt.
Bei Immissionsmessungen sind zur Reduzierung der windverursachten Störgeräusche an der Messeinrichtung gegebenenfalls geeignete Maßnahmen (z. B. Sekundärwindschirm, Grenzflächenmikrofon) einzusetzen. Die Mikrofonsignale sind sorgfältig abzuhören, damit vermeidbare windverursachte Störgeräusche (z. B. Pfeifen des Windes an Bohrungen des Stativs) erkannt und minimiert werden können.
Nachts (ab eine Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang) sind die Schallausbreitungsbedingungen erfahrungsgemäß günstiger als tags. Außerdem bilden sich nachts häufig stabile thermische Schichtungen aus, die dazu führen, dass bodennah - bei gleicher Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe - geringere Windgeschwindigkeiten und damit geringere windverursachte Fremdgeräusche auftreten als tags. Gleichzeitig treten auch andere Hintergrundgeräusche nachts zurück. Daher sind Immissionsmessungen im Regelfall nachts durchzuführen.

Ist zu prüfen, ob eine emissionsseitig festgestellte geringe Tonhaltigkeit (K_{TN} = 2 dB) immissionsrelevant ist, muss die Messung nur in dem Windgeschwindigkeits-/Leistungs-/Drehzahlbereich erfolgen, bei dem emissionsseitig die Tonhaltigkeit festgestellt wurde.

6. Referenzspektrum

Zur Prognose der Vorbelastung ist in der Regel folgendes Referenzspektrum als Grundlage für die Eingangsdaten der Prognose heranzuziehen:[4]:

f [Hz]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
$L_{WA,norm}$ [dB]	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0

Liegen qualifizierte Informationen über detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren vor, können auch diese herangezogen werden.

Literatur

[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte (FGW-Richtlinie TR1), Hg.: Fördergesellschaft für

[4] Das normierte Spektrum wurde als Mittelwert aus den A-bewerteten Spektren von 56 Windenergieanlagen mit Nennleistungen zwischen 250 kW und 2 MW berechnet, die im Anhang D folgender Veröffentlichung dokumentiert sind: van den Berg G, Pedersen E, Bouma J, Bakker R. Project WINDFARMperception. Visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents. FP6–2005-Science-and-Society-20. Specific support action project no. 044628, 2008.

Windenergie und andere Erneuerbare Energien e.V.
[2] ISO 9613-2 (1999-10): Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
[3] Dokumentation zur Schallausbreitung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1 *(https://www.din.de/blob/187138/eb8abdf16f058490895cc3105f700533/interimsverfahren-data.pdf)*
[4] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Februar 2016
[5] Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung: Faktenpapier Windenergie und Infraschall, Bürgerforum Energieland Hessen, Mai 2015
[6] Uppenkamp und Partner: Schalltechnischer Bericht der erweiterten Hauptuntersuchung zur messtechnischen Ermittlung der Ausbreitungsbedingungen für die Geräusche von hohen Windenergieanlagen zur Nachtzeit und Vergleich der Messergebnisse mit Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2 (2014)
[7] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): DIN 1333: Zahlenangaben. 1992-02. Berlin (D) : Beuth-Verlag GmbH, 1992

Prognostizierte Schallleistungspegel

VENSYS 136 - 3,5 MW

VENSYS Energy AG
Im Langental 6 · 66539 Neunkirchen
T +49 6821 95 17 - 0 · F +49 6821 95 17 - 111

© Copyright VENSYS Energy AG. Alle Rechte vorbehalten. Technische Änderungen ohne Ankündigung vorbehalten.

Prognostizierte Schallleistungspegel der VENSYS 136									
v_{Nabe} [m/s]	Mode 0 [dB(A)]	Mode 1 [dB(A)]	Mode 2 [dB(A)]	Mode 3 [dB(A)]	Mode 4 [dB(A)]	Mode 5 [dB(A)]	Mode 6 [dB(A)]	Mode 7 [dB(A)]	Mode 8 [dB(A)]
3,0	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4
3,5	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4
4,0	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4
4,5	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4
5,0	93,9	93,9	93,9	93,9	93,9	93,9	93,9	93,9	93,9
5,5	95,9	95,9	95,9	95,9	95,9	95,9	95,9	95,9	95,9
6,0	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9
6,5	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,0	98,0
7,0	101,9	101,9	101,9	101,9	101,9	101,0	100,0	99,0	98,0
7,5	103,9	103,9	103,9	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
8,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
8,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
9,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
9,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
10,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
10,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
11,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
11,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
12,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
12,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
13,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
13,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
14,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
14,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
15,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
15,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
16,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
16,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
17,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
17,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
18,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
18,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
19,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
19,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
20,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
21,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
21,5	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
22,0	105,5	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0

© Copyright VENSYS Energy AG. Alle Rechte vorbehalten. Technische Änderungen ohne Ankündigung vorbehalten.

Oktav-Schallleistungspegel in dB(A) für die maximalen L_{WA}-Werte									
Frequenz [Hz]	**Mode 0 [dB(A)]**	**Mode 1 [dB(A)]**	**Mode 2 [dB(A)]**	**Mode 3 [dB(A)]**	**Mode 4 [dB(A)]**	**Mode 5 [dB(A)]**	**Mode 6 [dB(A)]**	**Mode 7 [dB(A)]**	**Mode 8 [dB(A)]**
31,5	72,5	72,0	72,4	72,4	72,1	71,5	71,7	71,5	71,1
63	86,5	86,0	85,6	84,6	84,4	83,5	83,9	82,8	81,8
125	94,8	94,3	93,2	92,4	92,0	91,2	90,6	89,8	89,0
250	100,4	99,9	99,0	98,1	97,5	96,6	95,5	94,7	93,7
500	100,7	100,2	99,3	98,2	97,0	95,9	94,7	93,6	92,5
1000	97,5	97,0	95,9	94,7	93,1	92,1	91,0	89,7	88,5
2000	94,8	94,3	92,8	91,7	90,2	89,2	88,3	87,1	86,3
4000	88,1	87,6	85,9	85,3	83,6	82,6	81,6	80,6	80,1
8000	74,5	74,0	73,4	72,3	71,0	69,0	67,5	67,1	68,8
16000	64,8	64,3	64,2	61,1	60,8	60,0	59,9	59,8	60,5

1. Die Tonhaltigkeit im Nahbereich liegt im standardisierten Windgeschwindigkeitsbereich bei K_{TN} = 0 - 1 dB (gemäß FGW TR 1 Rev. 18 sowie DIN 45681).
2. Die Impulshaltigkeit im Nahbereich liegt im standardisierten Windgeschwindigkeitsbereich bei K_{IN} = 0 dB (gemäß FGW TR 1 Rev. 18 sowie DIN 45645-1).
3. Aufgrund von Produktserienstreuung und Messunsicherheiten bei der Schallvermessung gilt der angegebene Wert unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von +/- 1 dB.
4. Weitere reduzierte Betriebsmodi sind projektspezifisch auf Anfrage verfügbar.
5. Eine standort- oder projektbezogene Garantie über die Einhaltung der oben angegebenen Schallleistungspegel wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

© Copyright VENSYS Energy AG. Alle Rechte vorbehalten. Technische Änderungen ohne Ankündigung vorbehalten.