

Schallimmissionsprognose für
vier Windenergieanlagen
am Standort
Wolpertswende
(Baden-Württemberg)

Datum: 05.12.2023

Bericht Nr. 19-1-3038-003-NB

Auftraggeber:

Alterric Deutschland GmbH

Holzweg 87 | 26605 Aurich

Auftragsnummer: 352006239

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Dipl.-Geogr. Marc Brüning

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Die vorliegende Schallimmissionsprognose für den Standort Wolpertswende (Baden-Württemberg) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im September 2023 von der Alterric Deutschland GmbH in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Rechtsgrundlage dieses Gutachtens ist das BImSchG [1] mit dem in §1 festgehaltenen Zweck „[...] Menschen [...] vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...]“. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 [2] u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

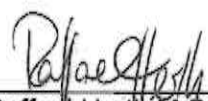
Die Ergebnisse basieren auf den Berechnungen nach Vorgaben der TA-Lärm [3], der DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert durch das Interimsverfahren [5] gemäß den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] und unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Baden-Württemberg sowie auf Basis der vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten.

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

Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
001	04.12.2020	M. Brüning	Planung von vier WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E2
003	03.01.2024	M. Brüning	WEA-Typ-Änderung aller WEA auf Enercon E-160 EP5 E3 R1

Kassel, 03.01.2024


Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Bearbeiter)


Raffael Herth M.Sc.
(Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Standortdaten	5
2.1	Aufgabenstellung	5
2.2	Immissionsorte	6
2.2.1	Einwirkungsbereich	6
2.2.2	Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	8
2.3	Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte	14
2.4	Vorbelastungen	15
3	Kenndaten Windenergieanlagen	19
3.1	Allgemeine Angaben	19
3.2	Schallleistungspegel	19
4	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	22
4.1	Beurteilungspegel an den Immissionsorten	22
4.2	Bewertung der Ergebnisse	22
4.3	Tagbetrieb	23
5	Literaturverzeichnis	24
6	Anhang	26

1 Zusammenfassung

Für die Planung von vier Windenergieanlagen am Standort Wolpertswende wurde eine Schallimmissionsprognose entsprechend der TA-Lärm [3] nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [4] modifiziert nach dem Interimsverfahren [5] entsprechend den Hinweisen der LAI [6] unter Berücksichtigung spezifischer Landesvorgaben für Baden-Württemberg für die zu berücksichtigende Gesamtbelastung an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt. Die gewerbliche Vorbelastung wurde nach dem Alternativen Verfahren berechnet.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurden die Herstellerangaben des geplanten Anlagentyps Enercon E-160 EP5 E3 R1 mit einer Nabenhöhe (NH) von 166,6 m.

Die Immissionen der einzelnen Schallquellen überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.2) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel $L_{r,o}$, der nach TA Lärm zu bewerten ist. Die Beurteilung erfolgt anhand der Nacht-Immissionsrichtwerte für die lauteste Nachtstunde. Die resultierenden Beurteilungspegel $L_{r,o}$ im Nachtzeitraum nach dem oberen Vertrauensbereich (OVb) an den nach TA Lärm maßgeblichen Immissionsorten sind neben den nächtlichen Immissionsrichtwerten (IRW) in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

IO	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	$L_{r,o}$ [dB(A)]	ΔL_r [dB(A)]
A01	Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5	35	30	5
A02	Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18	40	31	9
A03	Aulendorf, Röschen 8	45	40	5
A04	Aulendorf, Schindelbach 1	45	40	5
B01	Bad Waldsee, Durlesbach 1	45	39	6
B02	Bad Waldsee - Reute, Mühlbergring 48	35	31	4
W01	Wolpertswende, Rosenstraße 2	35	27	8
W02	Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35	35	30	5

*) Rundung gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7]. Details siehe Kapitel 4 und Ergebnisse im Anhang.

Die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden an allen Immissionsorten eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BIm-SchG [1] ist demnach nicht auszugehen.

2 Standortdaten

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Wolpertswende nördlich von Mochenwangen, östlich von Wolpertswende und westlich von Reute vier Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1 mit 166,6 m Nabenhöhe zu errichten.

Tabelle 2: Kenndaten der geplanten WEA

Nr.	WEA Hersteller / Typ	Naben- höhe	Ost	Nord	Betriebsmodus
		[m]	[UTM 32 ETRS89]		nachts
03	Enercon E-160 EP5 E3 R1	166,6	548.934	5.306.172	0 s
04	Enercon E-160 EP5 E3 R1	166,6	549.090	5.305.761	0 s
05	Enercon E-160 EP5 E3 R1	166,6	549.517	5.305.074	0 s
06	Enercon E-160 EP5 E3 R1	166,6	549.217	5.305.342	0 s

Es soll der Beurteilungspegel L_r der durch die geplanten Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallimmissionen an der umliegenden schutzwürdigen Bebauung berechnet und mit den immissionsschutzrechtlichen Vorgaben der TA Lärm [3] für diese Gebäude (Immissionsrichtwerte nach Abschnitt 6.1) verglichen und bewertet werden.

Die Immissionsprognose wird entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [6] nach dem vom NALS modifizierten Verfahren („Interimsverfahren“) [5] der DIN ISO 9613-2 [4] unter Berücksichtigung der Landesvorgaben (Baden-Württemberg) durchgeführt. Dabei werden günstige Schallausbreitungsbedingungen angenommen (Mitwindbedingungen, 10°C Lufttemperatur, 70 % Luftfeuchte) (vgl. DIN ISO 9613-2, Kap. 7.2, Tab. 2). Weitere Angaben zu den Grundlagen der Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen. Das Höhenrelief wurde den Höhenlinien der Topographischen Karte 1:25.000 entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO [7], Modul DECIBEL durchgeführt.

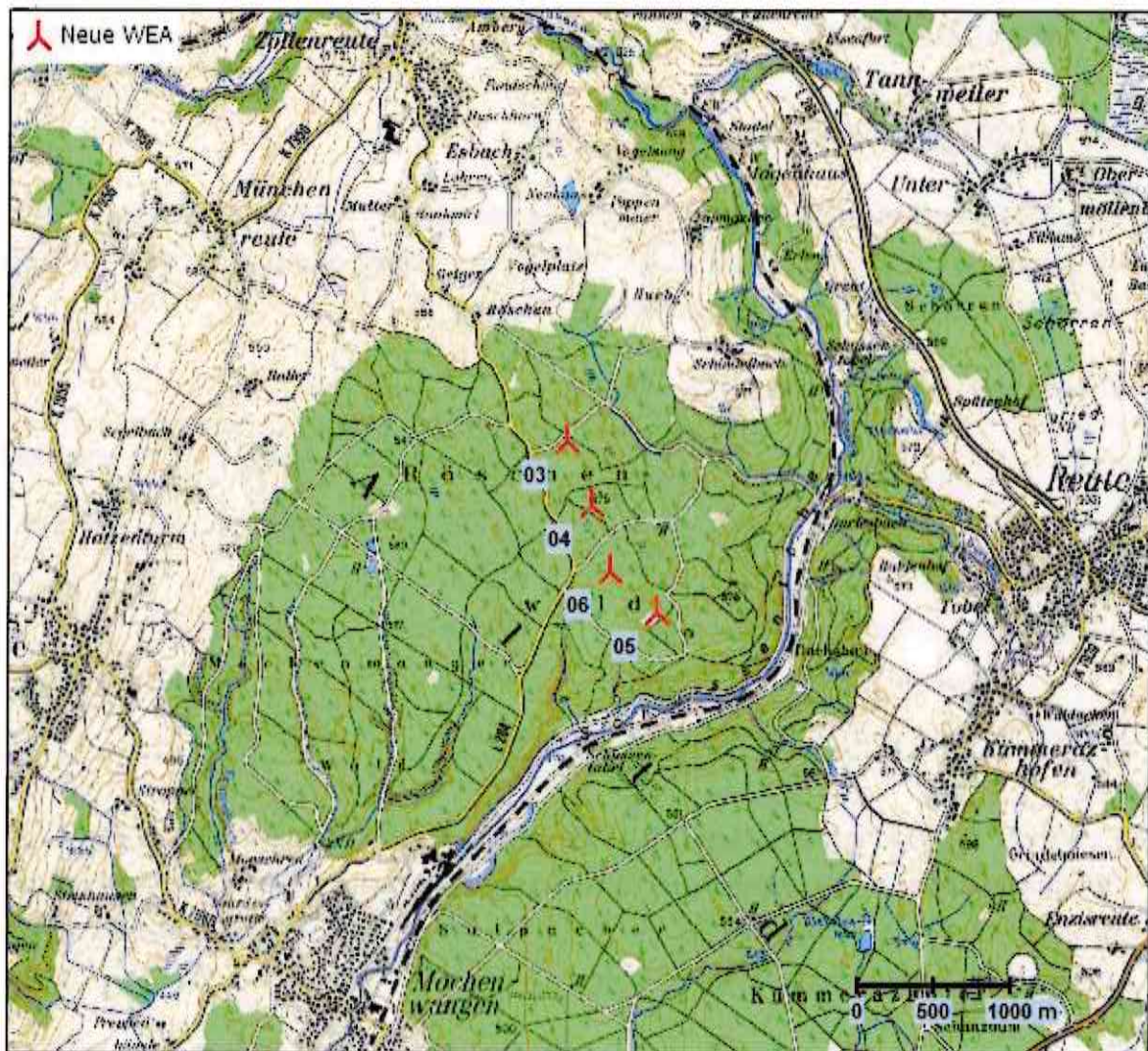


Abbildung 1: Übersichtskarte [8]

2.2 Immissionsorte

2.2.1 Einwirkungsbereich

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Wolpertswende wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden schutzbedürftigen maßgeblichen Immissionsorte (IO) auf Basis topographischer Karten, des ATKIS Basis-DLM [9] und anhand von Luftbildern ermittelt. Im Rahmen einer Standortbesichtigung am 05.06.2019 wurden diese überprüft und dokumentiert und in der weiteren Bearbeitung anhand aktueller Luftbilddaufnahmen verifiziert.

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

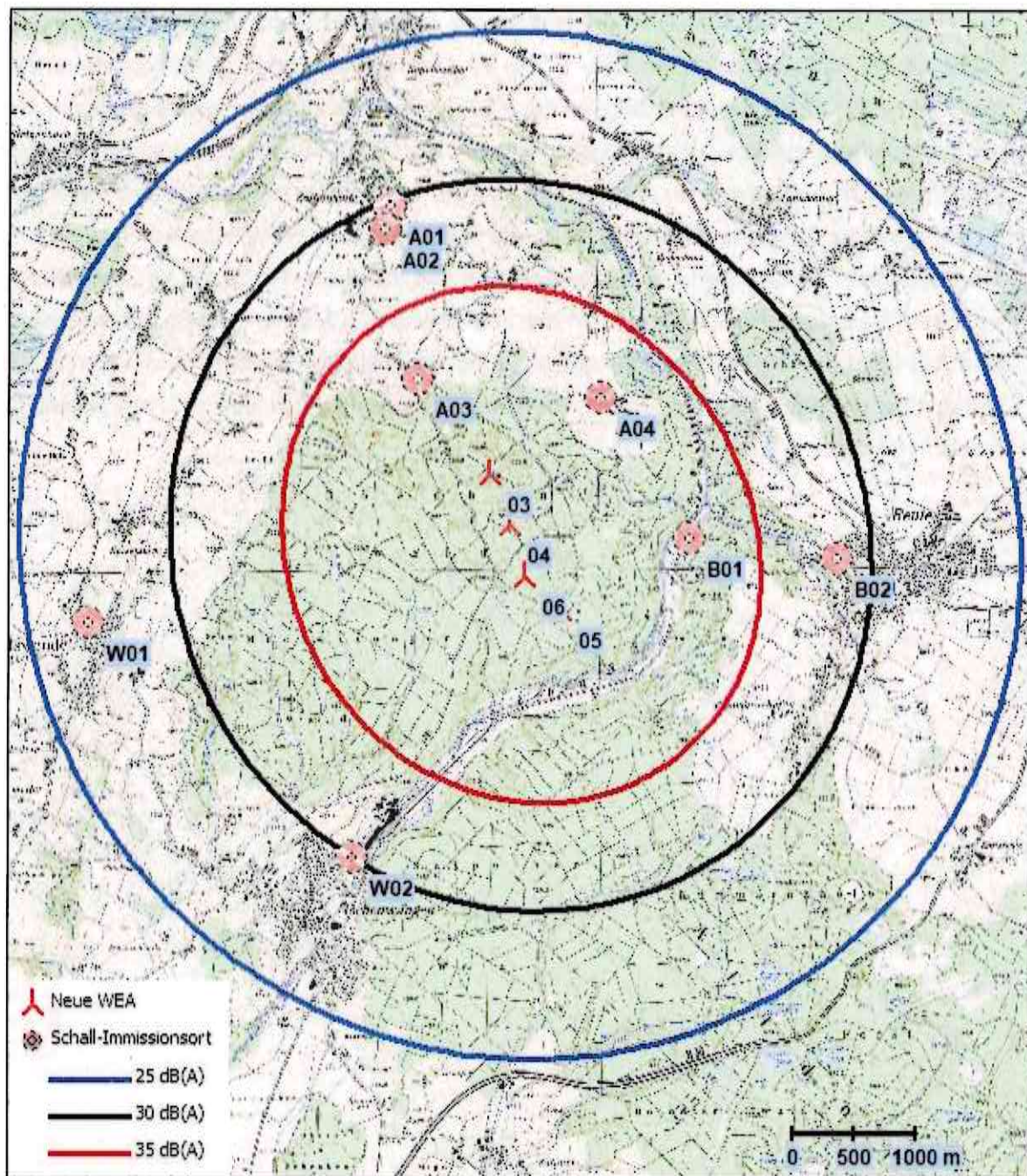


Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung, $L_o = 108,9 \text{ dB(A)}$ [11]

2.2.2 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

Nach Abschnitt 2.3 TA Lärm [3] sind die Immissionsorte maßgeblich, an denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. In Tabelle 3 sind die maßgeblichen Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils

relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich den folgenden Abbildungen sowie der Isophonenkarte im Anhang entnehmen. Die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben. Für die Beurteilung der Schallimmissionen an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) herangezogen.

Tabelle 3: Immissionsorte

IO	Bezeichnung	IRW 22-6 Uhr [dB(A)]	Gebiets- einstu- fung ¹	Grundlage der Einstufung ²
A01	Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5	35	WR	BP Großer Esch – Gem. Aulendorf
A02	Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18	40	WA	BP Großer Esch II – Gem. Aulendorf
A03	Aulendorf, Röschen 8	45	AB	FNP Aulendorf
A04	Aulendorf, Schindelbach 1	45	AB	FNP Aulendorf
B01	Bad Waldsee, Durlesbach 1	45	AB	FNP Bad Waldsee
B02	Bad Waldsee - Reute, Mühlberggring 48	35	WR	BP Mühlberg – Gem. Reute
W01	Wolpertswende, Rosenstraße 2	35	WR	BP An der Aulendorfer Str. – Gem. Wolpertswende
W02	Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35	35	WR	BP Tiebelwiesen – Gem. Mochenwangen

¹ AB = Außenbereich

WR = Reines Wohngebiet

WA = Allgemeines Wohngebiet

² BP = Bebauungsplan

FNP = Flächennutzungsplan



Abbildung 3: Lage der Immissionsorte A01 und A02 in Zollenreute [9]

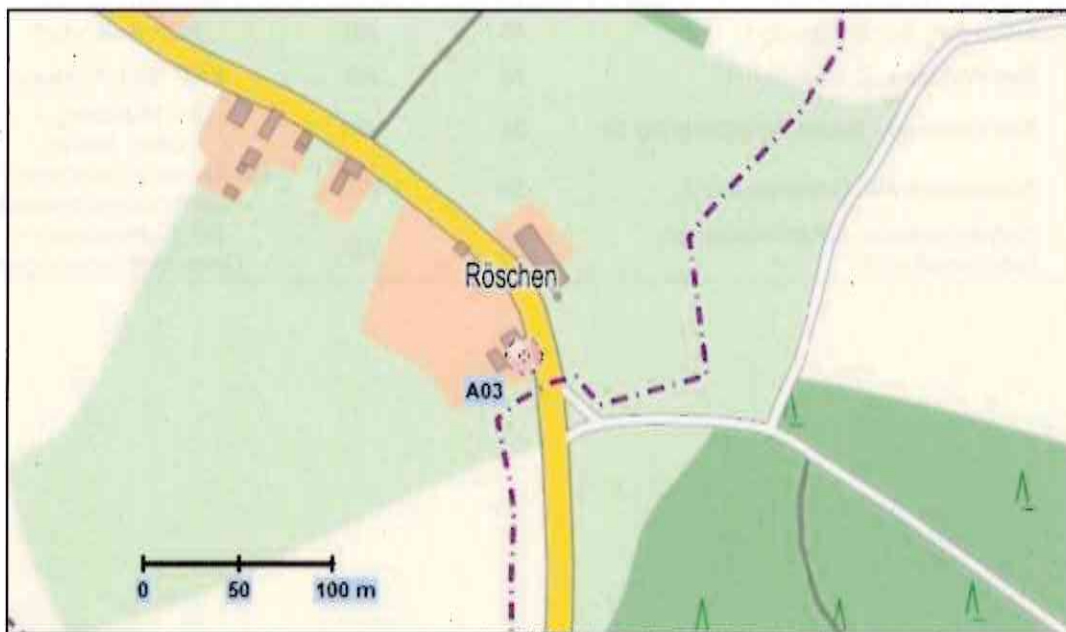


Abbildung 4: Lage des Immissionsorts A03 [9]



Abbildung 5: Lage des Immissionsorts A04 [9]

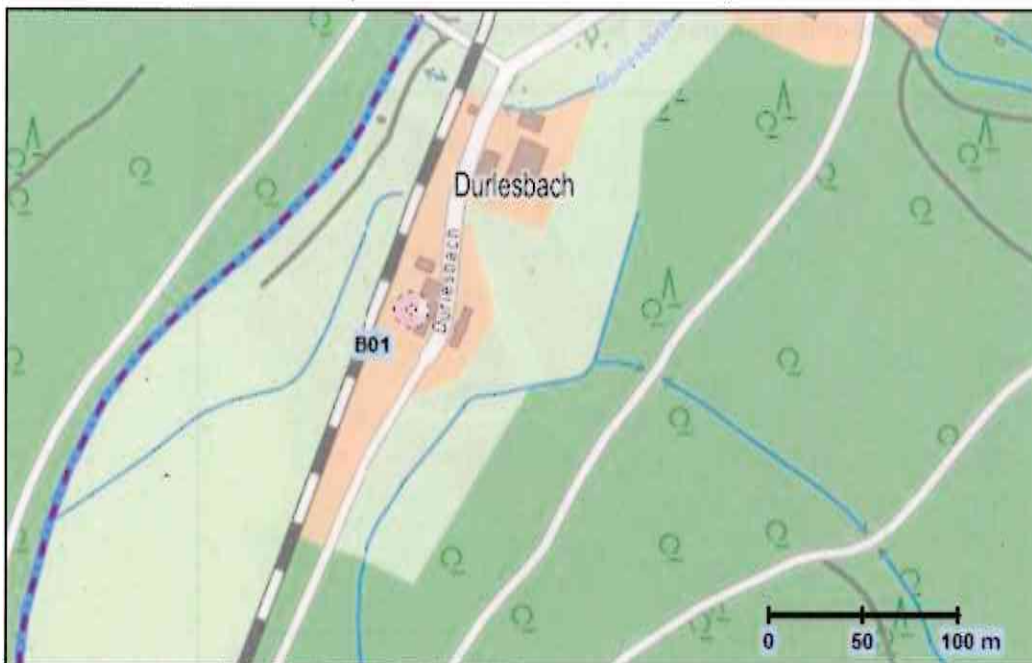


Abbildung 6: Lage des Immissionsorts B01 [9]

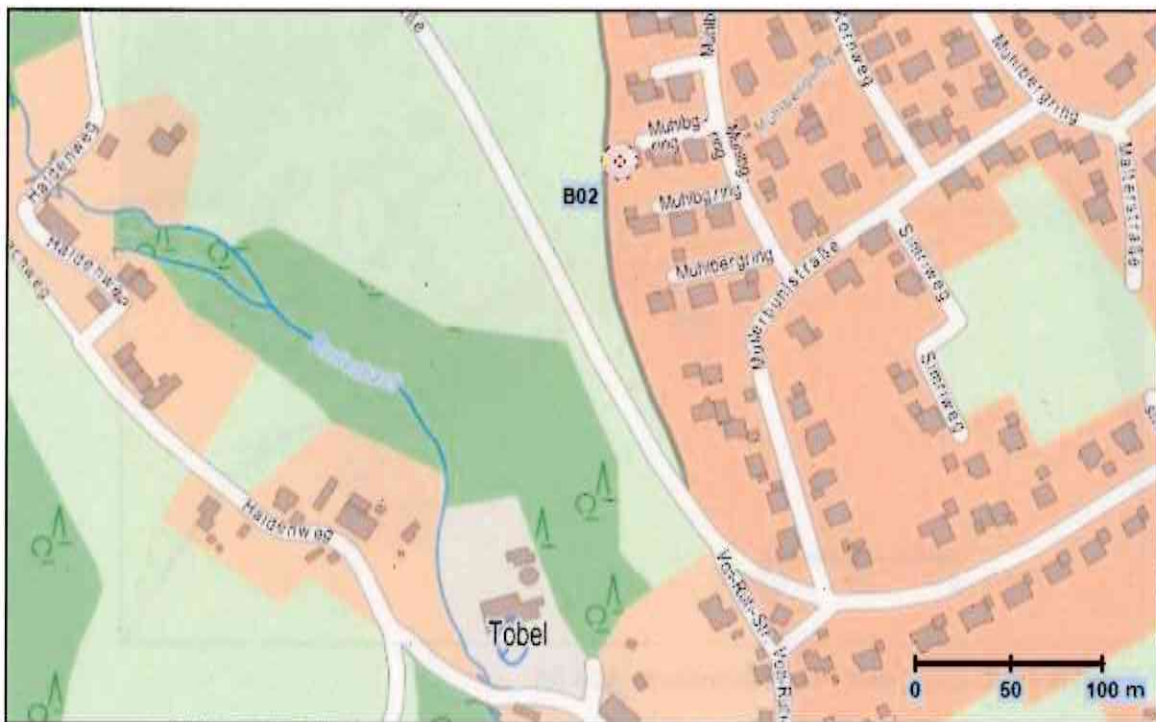


Abbildung 7: Lage des Immissionsorts B02 in Reute [9]

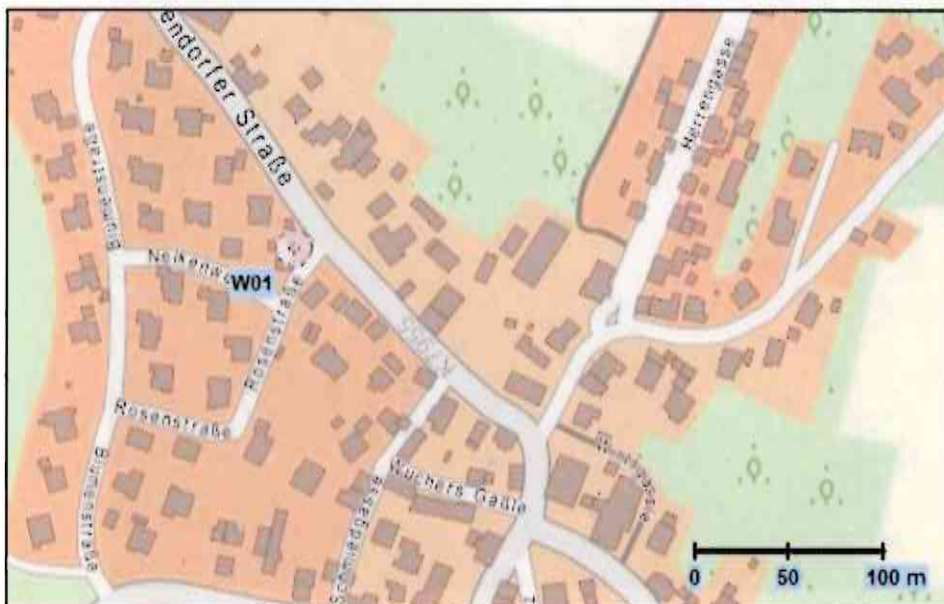


Abbildung 8: Lage des Immissionsorts W01 in Wolpertswende [9]



Abbildung 9: Lage des Immissionsorts W02 in Mochenwangen [9]

2.3 Potenzielle Schallreflexionen und Abschirmungseffekte

Merkliche Reflexionen ergeben sich überwiegend an gegenüber den WEA abgeschirmten Gebäudeseiten oder (durch Reflexionen an den eher niedrigen Nebengebäuden, wie Schuppen, Garagen, Gewächshäuser) im Erdgeschossbereich der Wohngebäude. Hier führen aber auch besonders Abschirmungen wieder zu Pegelsenkungen, so dass im Regelfall die Berechnung bei freier Schallausbreitung (Addition aller Quellen ohne Abschirmungseffekte) höhere Pegel ergibt als bei der Berücksichtigung der konkreten Bebauungsstruktur unter Beachtung von Abschirmungen und Reflexionen. Schallreflexionen, die den Beurteilungspegel relevant erhöhen, treten in der Regel bei Gebäude-WEA-Konstellationen auf, bei denen sich Fenster nahe an Gebäudewinkeln befinden, also bei L-förmigen direkt über Eck stehenden Gebäuden oder U-förmigen Gebäudekonstellationen und die WEA mehrheitlich in Richtung der reflektierenden über Eck stehenden Gebäudestrukturen stehen.

Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sich der Schalldruckpegel an einem Aufpunkt durch eine vollständige Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppeln kann (+3 dB(A)) [11]. Ausgehend von einem üblichen Reflexionsverlust von 1 dB(A) an Gebäuden sind daher Reflexionen, wenn überhaupt, nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von weniger als 2,5 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde.

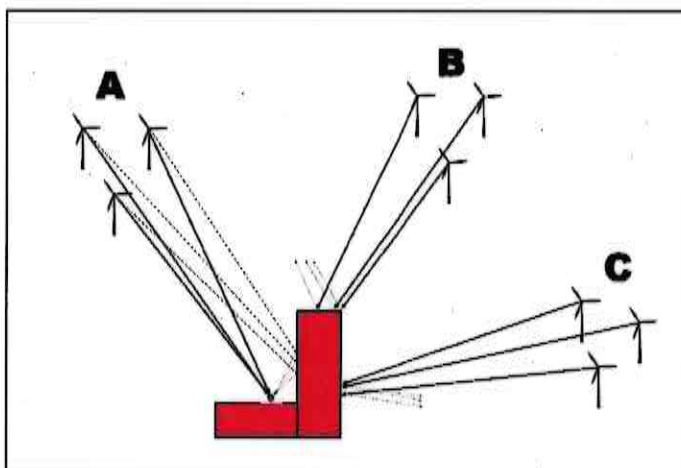


Abbildung 10: Lagekonstellation (Beispiel) – Reflexion von A, Abschirmung von B und C

Da die Beurteilungspegel durch der Gesamtbelastung an den maßgeblichen Immissionsorten die jeweiligen Immissionsrichtwerte um mehr als 2 dB(A) unterschreiten, kann eine relevante, die Immissionsrichtwerte überschreitende Reflexion an diesen oder benachbarten Gebäuden ausgeschlossen werden.

2.4 Vorbelastungen

Biogasanlagen

Ca. 1,5 km nördlich der geplanten WEA 03 und ca. 700-1.000 m nördlich bzw. nordwestlich des Immissionsorts A04 befinden sich zwei Biogasanlagen (BG1 – Aulendorf, Poppenmaier und BG2 – Aulendorf, Faßmacher), welche als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen. Eine weitere Biogasanlage (BG3 – Aulendorf, Schindelbach) befindet sich ca. 1.000 m nordöstlich der geplanten WEA 03. Für das zum Betriebsgelände gehörige Wohnhaus „Aulendorf, Schindelbach 1“ stellt diese eine Eigenbeschallung [12] dar, so dass sie als relevante Immissionsquelle für das Wohnhaus entfällt. Das nächstgelegene betriebsfremde Wohnhaus (IO E01) wird als relevanter Immissionsort berücksichtigt.

Als immissionsrelevante Schallquellen im Dauerbetrieb einer Biogasanlage sind für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) folgende Elemente zu berücksichtigen: Abgaskamine, Lüftungsanlagen, Notkühler und das BHKW Gebäude. Rührwerksantriebe, Pumpen und Feststoffeintragssysteme werden in der Nacht nur intervallweise und auch nicht unbedingt gleichzeitig betrieben und tragen daher nicht relevant zur Schallemission in der Nacht bei. Gleiches gilt für die Notfackel, die nicht zum Regelbetrieb der Anlage gehört (vgl. S. 46, Biogashandbuch [13]). Schallemissionen im Rahmen der Substratbeschickung fallen lediglich im Tagzeitraum an.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt gibt die in Tabelle 4 aufgeführten Anhaltswerte für die Schallquellen an (vgl. LfU [14]).

Tabelle 4: Schallquellen einer Biogasanlage

Schallquelle	LWA [dB(A)]
Kühler	80 - 90
Lüftung	75- 85
Abgaskamin	70 - 75
BHKW Innenpegel	90 - 100

Entsprechend wird im Rahmen dieses Gutachtens für die Biogasanlagen ein mittlerer Schallleistungspegel zugrunde gelegt, der sich wie in Tabelle 5 dargestellt zusammensetzt.

Tabelle 5: Mittlere Schallleistungspegel einer Biogasanlage

Schallquelle	L _{WA} [dB(A)]
Notkühler	85
Notkühler	85
Zuluft	80
Abluft	80
Abgaskamin	75
Abgaskamin	75
BHKW Gebäude Außenpegel	90
Gesamtschallleistungspegel	92,8

Als konservative Annahme wird der Abschätzung eine Punktschallquelle mit einem Gesamtschallleistungspegel von 95 dB(A) zugrunde gelegt. Hierzu wird jeweils eine Punktschallquelle in 2 m Höhe mit einem Schallleistungspegel von 95 dB(A) im Bereich des BHKW-Gebäudes definiert.

Lüftungen Tierhaltung

Auf dem Betriebsgelände der drei Biogasanlagen gibt es zudem jeweils Tierhaltungsstätten, welche teilweise mit Lüftungsanlagen ausgestattet sind, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind. Für das zum Betriebsgelände gehörige Wohnhaus „Aulendorf, Schindelbach 1“ stellt sie wiederum eine Eigenbeschallung [12] dar, so dass diese als relevante Immissionsquellen für das Wohnhaus entfallen.

Als Schallemissionsquellen werden konservativ jeweils alle Belüftungsanlagen auf den Dächern der Gebäude berücksichtigt (L01 bis L44), auch wenn bei der Ortsbesichtigung nicht ermittelt werden konnte, ob tatsächlich jede Belüftungsanlage mit einem Ventilator ausgestattet ist. Zur Abschätzung der Schallemissionen wird für die Ventilatoren der Lüftungen ein Schallleistungspegel von 82 dB(A) zugrunde gelegt (L01 bis L15). Dieser Schallleistungspegel orientiert an den Ausführungen von KROPSCH UND LECHNER 2013 [15]. Für die kleiner dimensionierten Lüftungen L33 bis L44 wird abweichend ein Immissionspegel von 76 dB(A) zugrunde gelegt. Für die noch kleineren Lüftungen L16 bis L32 wird ein Immissionspegel von 72 dB(A) angenommen.

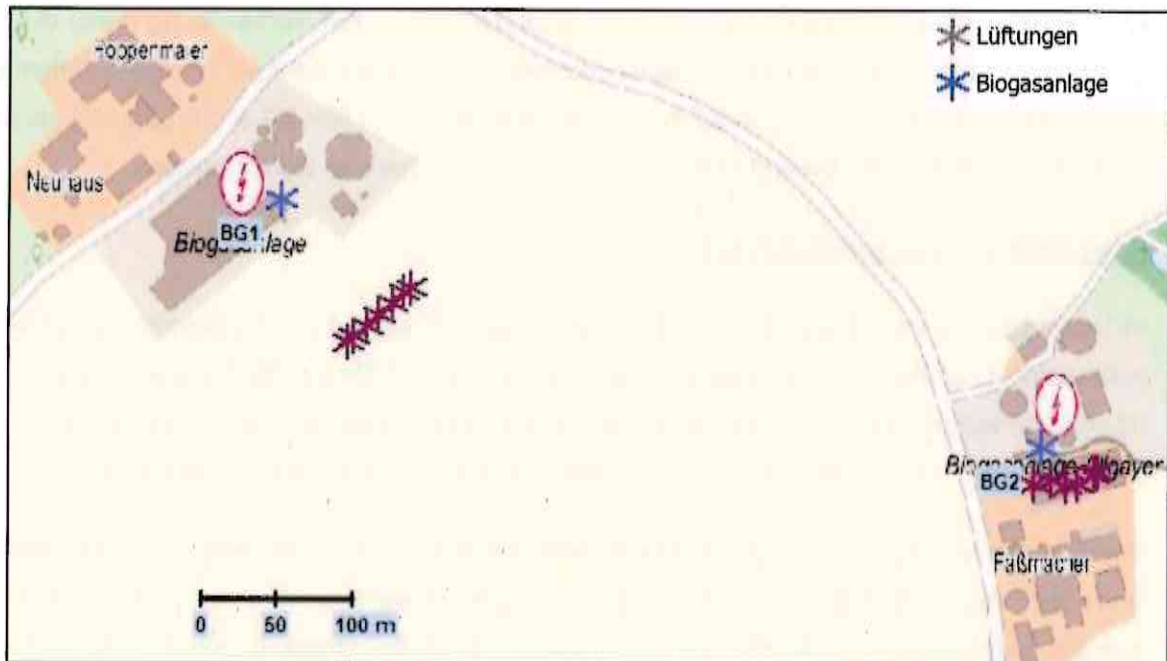


Abbildung 11: Karte mit Kennzeichnung der Schallquellen potenzieller Vorbelastungen [9]

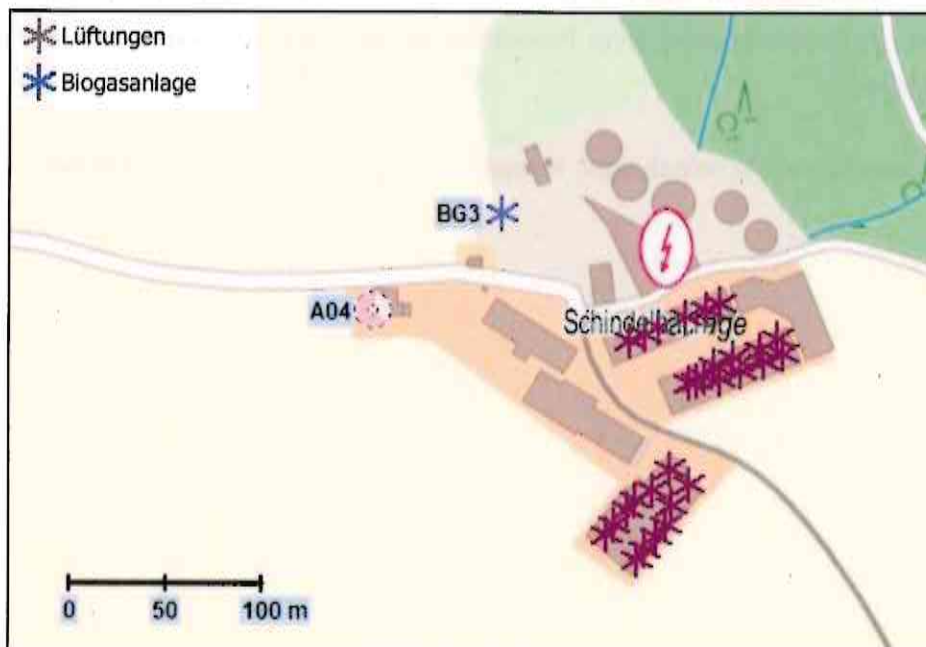


Abbildung 12: Karte mit Kennzeichnung der Schallquellen potenzieller Vorbelastungen [9]

Abschirmungseffekte werden in der Berechnung nicht berücksichtigt, so dass die tatsächlich zu erwartenden Beurteilungspegel an den Immissionsorten die berechneten Beurteilungspegel unterschreiten werden.

An allen relevanten Immissionsorten unterschreitet die Summe der Vorbelastung durch die Biogas- und die Lüftungsanlagen die Immissionsrichtwerte um jeweils mehr als 14 dB(A). Daher sind diese Vorbelastungen im Sinne des Einwirkungsbereichs nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] als nicht relevant einzustufen. Im Anhang befinden sich die entsprechenden Berechnungen.

Potenzielle weitere Vorbelastungen

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde das Planungsgebiet anhand von Kartenmaterial auf weitere potenzielle gewerbliche Vorbelastungsquellen untersucht. Während der Ortsbesichtigung am 05.06.2019 wurden diese ggfs. auf relevante Geräuschemissionen geprüft. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potenziellen Vorbelastung geachtet.

Nördlich des Immissionsorts W02 in Mochenwangen befindet sich das ehemalige Betriebsgelände der Firma Arctic Paper. Der Betrieb wurde eingestellt und das Werk wird zurückgebaut. Bei den ggf. verbleibenden gewerblichen Gebäuden an der Fabrikstraße unmittelbar nordwestlich des Immissionsorts W02 handelt es sich nicht um Produktionsstätten, so dass keine Hinweise auf eine relevante Vorbelastung im Nachtzeitraum vorliegen. Am südwestlichen Ortsrand von Zollenreute besteht ein Baustoffhandel ohne Produktionsstätten, dessen Betrieb sich auf den Tagzeitraum beschränkt.

Weitere relevante gewerbliche Vorbelastungen konnten demzufolge nicht ermittelt werden.

3 Kenndaten Windenergieanlagen

3.1 Allgemeine Angaben

Am Standort Wolpertswende sind vier Windenergieanlagen des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1 geplant.

Tabelle 6: Kenndaten Zusatz- und relevante Vorbelastungs-WEA (nachts)

Nr.	UTM 32		Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Nabenhöhe [m]	L ₀ [dB(A)]
	Ost	Nord					
03	548.934	5.306.172	Enercon	E-160 EP5 E3 R1	5.560	166,6	108,9
04	549.090	5.305.761	Enercon	E-160 EP5 E3 R1	5.560	166,6	108,9
05	549.517	5.305.074	Enercon	E-160 EP5 E3 R1	5.560	166,6	108,9
06	549.217	5.305.342	Enercon	E-160 EP5 E3 R1	5.560	166,6	108,9

3.2 Schallleistungspegel

Für die Immissionsprognose wurden in der Berechnung die Schallleistungspegel unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze L₀ der verschiedenen WEA angesetzt. Die Angaben zum Schallleistungspegel L_{WA} beziehen sich auf den lautesten, mittleren Schallleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Der Zuschlag ΔL₀ zum oberen Vertrauensbereich wurde, soweit keine anderen Angaben aus den Genehmigungsunterlagen vorlagen, nach den Hinweisen der LAI [6] berechnet (s.u.). Die Emissionen der einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich an den Immissionsorten (vgl. Kapitel 2.2) zu einem resultierenden Schalldruckpegel bzw. Beurteilungspegel L_r der nach TA Lärm [3] zu bewerten ist.

Die Qualität der Prognose wird nach den Hinweisen der LAI [6] wahrscheinlichkeitstheoretisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung σ_P, die Typvermessung σ_R und die Prognoseunsicherheit σ_{prog} ermittelt.

Der emissionsseitige Zuschlag ΔL₀ für das 90%-Vertrauensintervall wird in der Berechnung der Schallimmissionsprognose auf den Schallleistungspegel L_{WA} der WEA aufgeschlagen:

$$L_0 = L_{WA} + \Delta L_0 \quad \text{mit } \Delta L_0 = 1,28 \cdot \sigma_{\text{ges}}$$

$$\text{und } \sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{\text{prog}}^2}$$

Da bei einer Abnahmemessung die Unsicherheit des Prognosemodells keine Berücksichtigung findet, empfehlen die LAI-Hinweise [6] die Festschreibung des Emissionspegels der WEA in der Genehmigung mit Beaufschlagung nur der WEA-seitigen Unsicherheiten für Serienstreuung und Messunsicherheit:

$$L_{e,max} = L_{WA} + \Delta L_{e,max} \quad \text{mit } \Delta L_{e,max} = 1,28 \times \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2}$$

Der Zuschlag ΔL_O wird emissionsseitig auf die Schallpegel der Anlagentypen aufgeschlagen. Der statistische Ausgleich der Unsicherheit durch mehrere Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Werte über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln.

Für die geplanten Anlagen (Zusatzbelastung) des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1 im Modus 0 s mit schallmindernden Flügelementen („TES“) existierten bisher keine schalltechnischen Vermessungen nach FGW-Richtlinie [16]. Es wurde das Oktavspektrum aus der Herstellerangabe verwendet (siehe Anhang) und mit entsprechenden Zuschlägen für den oberen Vertrauensbereich (ΔL_O , siehe oben) versehen. Auszüge aus der Herstellerangabe sind in der Anlage dieses Gutachtens beigefügt. Eine Ton- oder Impulshaltigkeit liegt laut den o.g. Angaben nicht vor.

Tabelle 7: WEA-Schallwerte Zusatzbelastung Tag- und Nachtbetrieb

WEA Daten	WEA Nr.		Typ		Betriebsmodus		NH		
	03, 04, 05, 06		E-160 EP5 E3 R1		0 s		166,6		
Quelle	Berichtsnummer		Datum		Typ				
Oktavspektrum	D02693759/1.0		14.10.2022		Herstellerangabe				
Unsicherheiten	σ_R [dB(A)]		σ_P [dB(A)]		σ_{Prog} [dB(A)]		ΔL_O [dB(A)]		
	0,5		1,2		1,0		2,1		
Frequenz f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
$L_{WA, Okt}$ [dB(A)]	85,4	91,4	95,9	100,3	101,9	101,2	94,5	75,2	106,8
$L_{e,max, Okt}$ [dB(A)]	87,1	93,1	97,6	102,0	103,6	102,9	96,2	76,9	108,5
$L_{O, Okt}$ [dB(A)]	87,5	93,5	98,0	102,4	104,0	103,3	96,6	77,3	108,9

Die Emissionsdaten der geplanten WEA $L_{WA, Okt}$, $L_{e,max, Okt}$ und $L_{O, Okt}$ sowie die in diesem Zusammenhang angesetzten Unsicherheitsparameter sind nach LAI-Hinweisen [6] genehmigungsrechtlich festzulegen. Die Emissionsdaten als $L_{e,max, Okt}$ stellen dabei das rechtlich zulässige Maß an Emissionen der WEA dar, welche einzuhalten und nachzuweisen sind. Die mit diesen

Emissionsdaten einhergehenden Immissionswerte an den relevanten Immissionsorten („Kontrollwerte“) können dem Anhang entnommen werden (Berechnung „Zusatzbelastung mit $L_{e,max,Okt}$ “).

Weiterführende Informationen befinden sich in Kapitel 3 („Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb“) im Anhang „Theoretische Grundlagen“. Falls der Prognose eine Vermessung zugrunde liegt, können die mit den Emissionswerten verbundenen Betriebsparameter (Drehzahl, Leistung, Modus, GesamtschalleLeistungspegel) in der Genehmigung zusätzlich mit aufgeführt werden, entscheidend sind jedoch die festgelegten o.g. Oktavdaten (siehe auch Agatz [18], S. 243).

4 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

4.1 Beurteilungspegel an den Immissionsorten

Die basierend auf den in den vorigen Kapiteln genannten Kenn- und Eingangsdaten ermittelten Beurteilungspegel nach dem oberen Vertrauensbereich sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 8: Beurteilungspegel (L_r) Gesamtbelastung durch vier WEA

IO	Bezeichnung	IRW_{Nacht} [dB(A)]	$L_{r,o}$ [dB(A)]	$L_{r,o}^3$ gerundet [dB(A)]	ΔL_r [dB]
A01	Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5	35	30,2	30	5
A02	Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18	40	31,1	31	9
A03	Aulendorf, Röschen 8	45	39,5	40	5
A04	Aulendorf, Schindelbach 1	45	39,5	40	5
B01	Bad Waldsee, Durlesbach 1	45	39,1	39	6
B02	Bad Waldsee - Reute, Mühlberggring 48	35	31,4	31	4
W01	Wolpertswende, Rosenstraße 2	35	26,9	27	8
W02	Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35	35	29,9	30	5

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrücke der Berechnungssoftware windPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse). Weiterhin ist im Anhang eine **Iso-phonenkarte** für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

4.2 Bewertung der Ergebnisse

Die Nacht-Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [3] werden unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereichs an allen Immissionsorten eingehalten. Von einer schädlichen Umwelteinwirkung bzw. einer erheblichen Belästigung i. S. d. BImSchG [1] ist demnach nicht auszugehen.

³ Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 [7] angewendet. In Einzelfällen kann es Abweichungen in der Darstellung bei auf eine und auf keine Nachkommastellen gerundeten Werten geben (z. Bsp. 32,47 → 32,5 → 32). Siehe dazu auch die detaillierten Ergebnisse im Anhang.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Wolpertswende sind in Kapitel 4.1 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

Die vorliegenden Schallimmissionsprognose wurde konservativ angesetzt, so dass die berechneten Ergebnisse auf der „Sicheren Seite“ liegen. Weitere Informationen zu den theoretischen Grundlagen sind der „Anlage zur Schallimmissionsprognose der Ramboll Deutschland GmbH“ zu entnehmen.

4.3 Tagbetrieb

Im Tagbetrieb können die WEA ebenfalls mit dem maximalen Schallleistungspegel betrieben werden, da während des Tagzeitraums (6-22 Uhr) die Immissionsrichtwerte der in diesem Gutachten relevanten Immissionsorte entsprechend Ziffer 6.1 TA-Lärm [3] 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr) liegen. So werden auch bei einem höheren Emissionspegel für die WEA im Tagbetrieb die Immissionsrichtwerte weit unterschritten. Der Immissionspegel an den relevanten Immissionsorten liegt um mehr als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert, womit diese nach Ziffer 2.2 a) TA Lärm [3] nicht mehr im Einwirkungsbereich der geplanten WEA liegen.

5 Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.
- [2] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2018.
- [3] TA Lärm, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), Vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503); Inkrafttreten der letzten Änderung: 9. Juni 2017.
- [4] Norm, DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.
- [5] NALS im DIN und VDI, Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [6] LAI, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016,.
- [7] Norm, DIN 1333:1992-02, Zahlenangaben.
- [8] EMD, EMD International A/S, windPRO 3.3 (jeweils aktuellste Version).
- [9] MagicMaps, Tour Explorer DE 8 - amtliche topografische Karten im Maßstab 1:50.000 - Export, MTS Maschinentechnik Schrode AG | Gerhard-Kindler-Straße 8 | 72770 Reutlingen: Quelle der Karten: amtliche Vermessungsämter, 12.06.2018.
- [10] geoGLIS_oHG, onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW, 2022.
- [11] TK25, Topografische Karte im Maßstab 1:25.000, Landesvermessungsamt Baden Württemberg.
- [12] Hoffmann/von_Lüpke, 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms,, Erich Schmidt Verlag, 1993.
- [13] Urteil, OVG Lüneburg 12 ME 85/16, Lüneburg, 19.12.2016.
- [14] M. Agatz, Biogas-Handbuch - 1. Auflage, Gelsenkirchen, 2014.

- [15] B. L. f. Umwelt, „Schallquellen einer Biogasanlage," 07 2009. [Online]. Available:
https://www.lfu.bayern.de/laerm/laerm_allgemein/foliensammlung/gewerbelaerm/doc/g15.pdf.
[Zugriff am 23 05 2015].
- [16] M. Kropsch und C. Lechner, Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft 2013, Wien, 2013.
- [17] FGW_e.V., *Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Technische Richtlinien für Windenergieanlagen*, Revision 18 Hrsg.
- [18] Monika Agatz, Windenergie Handbuch - 19. Ausgabe, Gelsenkirchen, März 2023.

6 Anhang

Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

- Isophonenkarte
- Berechnungsausdrucke L_o : Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse und Annahmen zur Schallberechnung
- Berechnungsausdrucke $L_{e,max}$: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse, Annahmen zur Schallberechnung
- Berechnungsausdrucke irrelevante Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A01, A02, A03, B01, B02, W01 und W02: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke irrelevante Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A04: Hauptergebnis

Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

- Herstellerangabe zum Schallleistungspegel mit zugehörigem Oktavspektrum des WEA-Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1

Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen

- Akkreditierungsurkunde
- Theoretische Grundlagen

Anhang Teil I: Berechnungsergebnisse und Annahmen

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87****26605 Aurich**

Beschreibung:

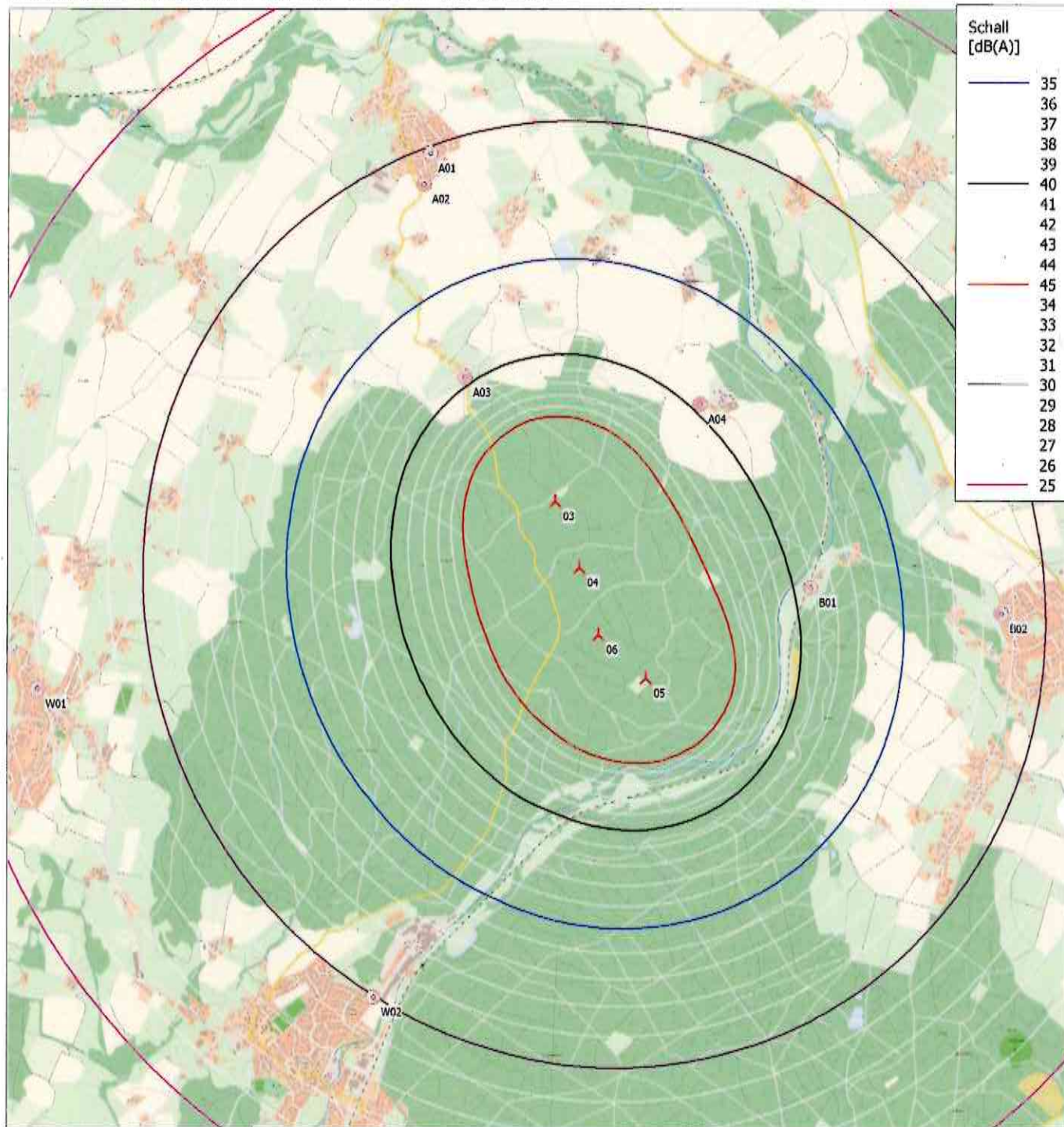
Windpark Wolpertswende,
Landkreis Ravensburg in
Baden-Württemberg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel**RAMBOLL**

Berechnet:

04.12.2023 09:54/4.0.424

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung**Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1

0 250 500 750 1000m

Karte: onmaps TK, Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 548.800 Nord: 5.305.715

★ Neue WEA

■ Schall-Immissionsort

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

Projekt:

19-1-3038-003
Alterric Deutschland GmbH,
Projektentwicklung Süd

Beschreibung:

Windpark Wolpertswende, Landkreis Ravensburg in
 Baden-Württemberg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

RAMBOLL

Holzweg 87
26605 Aurich

Berechnet:

04.12.2023 09:54/4.0.424

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1

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 Immissionsrichtwerte entsprechend TA Lärm sind (Nacht / Tag):

Industriegebiet: 70 / 70 dB(A)

Kerngebiet, Dorf- und Mischgebiet: 45 / 60 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 / 50 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 / 65 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet: 40 / 55 dB(A)

Kurgebiet, Krankenhaus, Pflegeanstalt: 35 / 45 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Neue WEA

Maßstab 1:100.000
 Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte	Quelle	Name	Windgeschwindigkeit	LWA
			[m]		Aktuell			[kW]	[m]	[m]				[m/s]	[dB(A)]
03	548.934	5.306.172	565,0	ENERCON E-160 E...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0	Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,9
04	549.090	5.305.761	569,0	ENERCON E-160 E...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0	Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,9
05	549.517	5.305.074	557,0	ENERCON E-160 E...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0	Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,9
06	549.217	5.305.342	559,5	ENERCON E-160 E...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0	Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB	(95%)	108,9

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung	Beurteilungspegel
				[m]	[m]	Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
A01	Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5	548.124	5.308.332	556,0	5,0	35,0	30,2
A02	Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18	548.085	5.308.141	556,0	5,0	40,0	31,1
A03	Aulendorf, Röschen 8	548.357	5.306.938	564,7	5,0	45,0	39,5
A04	Aulendorf, Schindelbach 1	549.841	5.306.785	567,5	5,0	45,0	39,5
B01	Bad Waldsee, Durlasbach 1	550.549	5.305.649	495,0	5,0	45,0	39,1
B02	Bad Waldsee - Reute, Mühlberggring 48	551.758	5.305.497	576,0	5,0	35,0	31,4
W01	Wolpertswende, Rosenstraße 2	545.695	5.304.970	576,5	5,0	35,0	26,9
W02	Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35	547.818	5.303.069	464,0	5,0	35,0	29,9

Abstände (m)

	WEA	03	04	05	06
Schall-Immissionsort					
A01	2307	2747	3544	3184	
A02	2145	2584	3386	3020	
A03	959	1387	2196	1813	
A04	1095	1270	1741	1572	
B01	1697	1463	1182	1367	
B02	2903	2681	2281	2546	
W01	3455	3486	3823	3541	
W02	3298	2978	2628	2669	

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87
26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württembe
rg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Berechnet:

04.12.2023 09:54/4.0.424

RAMBOLL**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1 **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: A01 Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5**

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]
03	2.307	2.313	26,75	108,9	0,00	78,29	6,86	-3,00	0,00	0,00	82,15
04	2.747	2.753	24,44	108,9	0,00	79,80	7,67	-3,00	0,00	0,00	84,46
05	3.544	3.548	20,93	108,9	0,00	82,00	8,97	-3,00	0,00	0,00	87,97
06	3.184	3.188	22,42	108,9	0,00	81,07	8,40	-3,00	0,00	0,00	86,48
Summe			30,21								

Schall-Immissionsort: A02 Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18

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]
03	2.145	2.151	27,70	108,9	0,00	77,65	6,55	-3,00	0,00	0,00	81,20
04	2.584	2.590	25,25	108,9	0,00	79,27	7,38	-3,00	0,00	0,00	83,65
05	3.386	3.389	21,57	108,9	0,00	81,60	8,73	-3,00	0,00	0,00	87,33
06	3.020	3.024	23,15	108,9	0,00	80,61	8,13	-3,00	0,00	0,00	85,75
Summe			31,05								

Schall-Immissionsort: A03 Aulendorf, Röschen 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]
03	959	973	37,35	108,9	0,00	70,76	3,79	-3,00	0,00	0,00	71,55
04	1.387	1.397	33,09	108,9	0,00	73,90	4,90	-3,00	0,00	0,00	75,81
05	2.196	2.201	27,40	108,9	0,00	77,85	6,65	-3,00	0,00	0,00	81,50
06	1.813	1.820	29,83	108,9	0,00	76,20	5,86	-3,00	0,00	0,00	79,06
Summe			39,53								

Schall-Immissionsort: A04 Aulendorf, Schindelbach 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]
03	1.095	1.106	35,86	108,9	0,00	71,88	4,16	-3,00	0,00	0,00	73,04
04	1.270	1.280	34,14	108,9	0,00	73,15	4,61	-3,00	0,00	0,00	74,76
05	1.741	1.748	30,34	108,9	0,00	75,85	5,71	-3,00	0,00	0,00	78,56
06	1.572	1.580	31,60	108,9	0,00	74,97	5,33	-3,00	0,00	0,00	77,30
Summe			39,53								

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87****26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württemberg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Berechnet:

04.12.2023 09:54/4.0.424

RAMBOLL**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: B01 Bad Waldsee, Durlesbach 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]
03	1.697	1.713	30,59	108,9	0,00	75,68	5,63	-3,00	0,00	0,00	78,31
04	1.463	1.482	32,38	108,9	0,00	74,42	5,10	-3,00	0,00	0,00	76,52
05	1.182	1.203	34,88	108,9	0,00	72,60	4,42	-3,00	0,00	0,00	74,02
06	1.367	1.386	33,19	108,9	0,00	73,83	4,87	-3,00	0,00	0,00	75,71
Summe			39,05								

Schall-Immissionsort: B02 Bad Waldsee - Reute, Mühlbergring 48

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]
03	2.903	2.907	23,69	108,9	0,00	80,27	7,94	-3,00	0,00	0,00	85,21
04	2.681	2.685	24,77	108,9	0,00	79,58	7,55	-3,00	0,00	0,00	84,13
05	2.281	2.285	26,91	108,9	0,00	78,18	6,81	-3,00	0,00	0,00	81,99
06	2.546	2.550	25,46	108,9	0,00	79,13	7,31	-3,00	0,00	0,00	83,44
Summe			31,39								

Schall-Immissionsort: W01 Wolpertswende, Rosenstraße 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]
03	3.455	3.458	21,29	108,9	0,00	81,78	8,83	-3,00	0,00	0,00	87,61
04	3.486	3.489	21,16	108,9	0,00	81,85	8,88	-3,00	0,00	0,00	87,74
05	3.823	3.826	19,86	108,9	0,00	82,65	9,39	-3,00	0,00	0,00	89,04
06	3.541	3.544	20,94	108,9	0,00	81,99	8,97	-3,00	0,00	0,00	87,96
Summe			26,87								

Schall-Immissionsort: W02 Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35

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]
03	3.298	3.309	21,91	108,9	0,00	81,39	8,60	-3,00	0,00	0,00	86,99
04	2.978	2.989	23,31	108,9	0,00	80,51	8,08	-3,00	0,00	0,00	85,59
05	2.628	2.640	25,00	108,9	0,00	79,43	7,47	-3,00	0,00	0,00	83,90
06	2.669	2.682	24,79	108,9	0,00	79,57	7,54	-3,00	0,00	0,00	84,11
Summe			29,94								

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87
26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württembe
rg.

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel**RAMBOLL**

Berechnet:

04.12.2023 09:54/4.0.424

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung**Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3 R1**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:

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

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des Modells hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA: ENERCON E-160 EP5 E3 5560 160.0 IO!**Schall:** 0 Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 2,1 dB(A) OVB

Datenquelle:

Quelle/Datum

Quelle

Bearbeitet

D02250996/3.0 25.02.2022 USER 11.05.2022 12:36

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Von WEA-Katalog	166,0	95% der Nennleistung	108,9	Nein	87,5	93,5	98,0	102,4	104,0	103,3	96,6	77,3

Projekt:

19-1-3038-003
Alterric Deutschland GmbH,
Projektentwicklung Süd

Beschreibung:

Windpark Wolpertswende, Landkreis Ravensburg in
 Baden-Württemberg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

RAMBOLL

Holzweg 87
26605 Aurich

Berechnet:

04.12.2023 10:47/4.0.424

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3, Le,max

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 Immissionsrichtwerte entsprechend TA Lärm sind (Nacht / Tag):

Industriegebiet: 70 / 70 dB(A)

Kerngebiet, Dorf- und Mischgebiet: 45 / 60 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 / 50 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 / 65 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet: 40 / 55 dB(A)

Kurgebiet, Krankenhaus, Pflegeanstalt: 35 / 45 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Neue WEA

Maßstab 1:100.000
 Schall-Immissionsort

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Näherhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA
				Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
			[m]				[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]
03	548.934	5.306.172	565,0	ENERCON E-160 EP...	ENERCON	E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0 Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	108,5
04	549.090	5.305.761	569,0	ENERCON E-160 EP...	ENERCON	E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0 Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	108,5
05	549.517	5.305.074	557,0	ENERCON E-160 EP...	ENERCON	E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0 Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	108,5
06	549.217	5.305.342	559,5	ENERCON E-160 EP...	ENERCON	E-160 EPS E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	USER	0 Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax	(95%)	108,5

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung	Beurteilungspegel
				[m]	[m]	Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
A01	Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5	548.124	5.308.332	556,0	5,0	35,0	29,8
A02	Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18	548.085	5.308.141	556,0	5,0	40,0	30,7
A03	Aulendorf, Räschen 8	548.357	5.306.938	564,7	5,0	45,0	39,1
A04	Aulendorf, Schindelbach 1	549.841	5.306.785	567,5	5,0	45,0	39,1
B01	Bad Waldsee, Durlasbach 1	550.549	5.305.649	495,0	5,0	45,0	38,7
B02	Bad Waldsee - Reute, Mühlberggring 48	551.758	5.305.497	576,0	5,0	35,0	31,0
W01	Wolpertswende, Rosenstraße 2	545.695	5.304.970	576,5	5,0	35,0	26,5
W02	Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35	547.818	5.303.069	464,0	5,0	35,0	29,5

Abstände (m)

	WEA	03	04	05	06
Schall-Immissionsort					
A01		2307	2747	3544	3184
A02		2145	2584	3386	3020
A03		959	1387	2196	1813
A04		1095	1270	1741	1572
B01		1697	1463	1182	1367
B02		2903	2681	2281	2546
W01		3455	3486	3823	3541
W02		3298	2978	2628	2669

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87
26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württemberg
rg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Berechnet:

04.12.2023 10:47/4.0.424

RAMBOLL**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3, Le,max **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:	Schalleistungspegel 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: A01 Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5**

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]
03	2.307	2.313	26,35	108,5	0,00	78,29	6,86	-3,00	0,00	0,00	82,15
04	2.747	2.753	24,04	108,5	0,00	79,80	7,67	-3,00	0,00	0,00	84,46
05	3.544	3.548	20,53	108,5	0,00	82,00	8,97	-3,00	0,00	0,00	87,97
06	3.184	3.188	22,02	108,5	0,00	81,07	8,40	-3,00	0,00	0,00	86,48
Summe			29,81								

Schall-Immissionsort: A02 Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18

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]
03	2.145	2.151	27,30	108,5	0,00	77,65	6,55	-3,00	0,00	0,00	81,20
04	2.584	2.590	24,85	108,5	0,00	79,27	7,38	-3,00	0,00	0,00	83,65
05	3.386	3.389	21,17	108,5	0,00	81,60	8,73	-3,00	0,00	0,00	87,33
06	3.020	3.024	22,75	108,5	0,00	80,61	8,13	-3,00	0,00	0,00	85,75
Summe			30,65								

Schall-Immissionsort: A03 Aulendorf, Röschen 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]
03	959	973	36,95	108,5	0,00	70,76	3,79	-3,00	0,00	0,00	71,55
04	1.387	1.397	32,69	108,5	0,00	73,90	4,90	-3,00	0,00	0,00	75,81
05	2.196	2.201	27,00	108,5	0,00	77,85	6,65	-3,00	0,00	0,00	81,50
06	1.813	1.820	29,43	108,5	0,00	76,20	5,86	-3,00	0,00	0,00	79,06
Summe			39,13								

Schall-Immissionsort: A04 Aulendorf, Schindelbach 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]
03	1.095	1.106	35,46	108,5	0,00	71,88	4,16	-3,00	0,00	0,00	73,04
04	1.270	1.280	33,74	108,5	0,00	73,15	4,61	-3,00	0,00	0,00	74,76
05	1.741	1.748	29,94	108,5	0,00	75,85	5,71	-3,00	0,00	0,00	78,56
06	1.572	1.580	31,20	108,5	0,00	74,97	5,33	-3,00	0,00	0,00	77,30
Summe			39,13								

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87****26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark

Wolpertswende,

Landkreis

Ravensburg in

Baden-Württemberg

rg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Construch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Berechnet:

04.12.2023 10:47/4.0.424

RAMBOLL**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3, Le,max **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: B01 Bad Waldsee, Durlesbach 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]
03	1.697	1.713	30,19	108,5	0,00	75,68	5,63	-3,00	0,00	0,00	78,31
04	1.463	1.482	31,98	108,5	0,00	74,42	5,10	-3,00	0,00	0,00	76,52
05	1.182	1.203	34,48	108,5	0,00	72,60	4,42	-3,00	0,00	0,00	74,02
06	1.367	1.386	32,79	108,5	0,00	73,83	4,87	-3,00	0,00	0,00	75,71
Summe			38,65								

Schall-Immissionsort: B02 Bad Waldsee - Reute, Mühlbergring 48

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]
03	2.903	2.907	23,29	108,5	0,00	80,27	7,94	-3,00	0,00	0,00	85,21
04	2.681	2.685	24,37	108,5	0,00	79,58	7,55	-3,00	0,00	0,00	84,13
05	2.281	2.285	26,51	108,5	0,00	78,18	6,81	-3,00	0,00	0,00	81,99
06	2.546	2.550	25,06	108,5	0,00	79,13	7,31	-3,00	0,00	0,00	83,44
Summe			30,99								

Schall-Immissionsort: W01 Wolpertswende, Rosenstraße 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]
03	3.455	3.458	20,89	108,5	0,00	81,78	8,83	-3,00	0,00	0,00	87,61
04	3.486	3.489	20,76	108,5	0,00	81,85	8,88	-3,00	0,00	0,00	87,74
05	3.823	3.826	19,46	108,5	0,00	82,65	9,39	-3,00	0,00	0,00	89,04
06	3.541	3.544	20,54	108,5	0,00	81,99	8,97	-3,00	0,00	0,00	87,96
Summe			26,47								

Schall-Immissionsort: W02 Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35

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]
03	3.298	3.309	21,51	108,5	0,00	81,39	8,60	-3,00	0,00	0,00	86,99
04	2.978	2.989	22,91	108,5	0,00	80,51	8,08	-3,00	0,00	0,00	85,59
05	2.628	2.640	24,60	108,5	0,00	79,43	7,47	-3,00	0,00	0,00	83,90
06	2.669	2.682	24,39	108,5	0,00	79,57	7,54	-3,00	0,00	0,00	84,11
Summe			29,54								

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87
26605 Aurich**

Beschreibung:

**Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württemberg
rg**

Lizenzierter Anwender:

**Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel****RAMBOLL**

Berechnet:

04.12.2023 10:47/4.0.424**DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung****Berechnung:** geplante WEA des Typs Enercon E-160 EP5 E3, Le,max**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:

Gewählte Option: Fester Wert: 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)

Einzeltöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

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

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des Modells hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA: ENERCON E-160 EP5 E3 R1 5560 160.0 IO!**Schall:** 0 Hersteller [Mode 0s] Lwa = 106,8 dB(A) + 1,7 dB(A) Lemax

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet

D02693759/1.0 14.10.2022 USER 10.02.2023 10:29

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzeltön	Oktavbänder							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Von WEA-Katalog	166,0	95% der Nennleistung	108,5	Nein	87,1	93,1	97,6	102,0	103,6	102,9	96,2	76,9

Projekt:

19-1-3038-003
Alterric Deutschland GmbH,
Projektentwicklung Süd

Beschreibung:

Windpark Wolpertswende, Landkreis Ravensburg in
 Baden-Württemberg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruck-Straße 3
 DE-34131 Kassel

RAMBOLL

Holzweg 87
26605 Aurich

Berechnet:

04.12.2023 13:47/4.0.424

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A01-03, B01, B02, W01 und W02

ISO 9613-2 Deutschland

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 Immissionsrichtwerte entsprechend TA Lärm sind (Nacht / Tag):

Industriegebiet: 70 / 70 dB(A)
 Kerngebiet, Dorf- und Mischgebiet: 45 / 60 dB(A)
 Reines Wohngebiet: 35 / 50 dB(A)
 Gewerbegebiet: 50 / 65 dB(A)
 Allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet: 40 / 55 dB(A)
 Kurgebiet, Krankenhaus, Pflegeanstalt: 35 / 45 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:100.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak-tu-ell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durch-messer	Naben-höhe	Schallwerte		Windge-schwin-digkeit	LWA
			[m]						[kW]	[m]	[m]	Quelle	Name	[m/s]	[dB(A)]
BG1	549.245	5.307.720	572,0	Biogas 1-1 1.0 !-! NH...Nein	Biogas	-1/1	Biogas	-1/1	1	1,0	2,0	USER	BHKW	(95%)	95,0
BG2	549.746	5.307.565	559,0	Biogas 1-1 1.0 !-! NH...Nein	Biogas	-1/1	Biogas	-1/1	1	1,0	2,0	USER	BHKW	(95%)	95,0
BG3	549.908	5.306.836	563,9	Biogas 1-1 1.0 !-! NH...Nein	Biogas	-1/1	Biogas	-1/1	1	1,0	2,0	USER	BHKW	(95%)	95,0
L01	549.331	5.307.664	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L02	549.326	5.307.661	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L03	549.318	5.307.653	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L04	549.310	5.307.647	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L05	549.302	5.307.639	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L06	549.293	5.307.632	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L07	549.290	5.307.628	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L08	549.784	5.307.549	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L09	549.782	5.307.548	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L10	549.782	5.307.548	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L11	549.781	5.307.548	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L12	549.752	5.307.544	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	4,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L13	549.770	5.307.542	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L14	549.742	5.307.541	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	4,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L15	549.762	5.307.539	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)	(95%)	82,0
L16	550.024	5.306.790	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L17	550.016	5.306.787	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L18	550.005	5.306.783	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L19	549.992	5.306.777	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L20	549.984	5.306.774	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L21	550.054	5.306.772	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L22	549.976	5.306.771	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L23	550.044	5.306.766	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L24	550.057	5.306.765	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L25	550.031	5.306.762	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L26	550.047	5.306.761	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L27	550.020	5.306.758	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L28	550.034	5.306.755	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L29	550.016	5.306.752	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L30	550.023	5.306.751	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L31	550.012	5.306.750	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L32	550.008	5.306.749	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	72 dB(A)	(95%)	72,0
L33	549.998	5.306.704	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L34	550.008	5.306.696	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L35	549.989	5.306.693	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L36	549.980	5.306.687	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L37	549.999	5.306.685	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...Nein	Lüftung	Lüftung-1	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87****26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württemberg
g

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Berechnet:

04.12.2023 13:47/4.0.424

RAMBOLL**DECIBEL - Hauptergebnis****Berechnung:** Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A01-03, B01, B02, W01 und W02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor- durch- messer [m]	Naben- höhe [m]	Schallwerte		Windge- schwin- digkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
			[m]											
L38	549.975	5.306.682	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L39	549.969	5.306.675	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L40	549.996	5.306.674	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L41	549.991	5.306.669	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L42	549.965	5.306.669	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L43	549.985	5.306.662	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0
L44	549.981	5.306.656	562,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	6,0	USER	76 dB(A)	(95%)	76,0

Berechnungsergebnisse**Beurteilungspegel****Schall-Immissionsort**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel	
							Von WEA [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
A01	Aulendorf - Zollenreute, Dinkelgasse 5	548.124	5.308.332	556,0	5,0	35,0	20,9	
A02	Aulendorf - Zollenreute, Hopfenweg 18	548.085	5.308.141	556,0	5,0	40,0	21,2	
A03	Aulendorf, Röschen 8	548.357	5.306.938	564,7	5,0	45,0	22,9	
B01	Bad Waldsee, Durlesbach 1	550.549	5.305.649	495,0	5,0	45,0	20,1	
B02	Bad Waldsee - Reute, Mühlberggring 48	551.758	5.305.497	576,0	5,0	35,0	14,4	
W01	Wolpertswende, Rosenstraße 2	545.695	5.304.970	576,5	5,0	35,0	6,1	
W02	Wolpertswende - Mochenwangen, Fabrikstraße 35	547.818	5.303.069	464,0	5,0	35,0	6,0	

Abstände (m)

WEA	A01	A02	A03	B01	B02	W01	W02
BG1	1277	1234	1183	2448	3355	4490	4865
BG2	1794	1758	1523	2077	2885	4810	4892
BG3	2329	2242	1554	1349	2284	4608	4308
L01	1379	1334	1215	2355	3254	4525	4838
L02	1377	1331	1209	2354	3255	4519	4833
L03	1373	1326	1198	2352	3257	4508	4824
L04	1370	1321	1187	2351	3258	4498	4815
L05	1367	1317	1176	2349	3259	4487	4805
L06	1363	1311	1165	2347	3261	4476	4796
L07	1362	1310	1160	2346	3261	4471	4791
L08	1835	1799	1552	2048	2847	4834	4892
L09	1835	1798	1550	2048	2848	4833	4891
L10	1834	1798	1549	2048	2848	4832	4891
L11	1833	1797	1549	2048	2849	4831	4890
L12	1809	1771	1521	2055	2866	4804	4875
L13	1827	1789	1537	2046	2851	4819	4880
L14	1801	1762	1510	2057	2871	4794	4869
L15	1820	1782	1528	2048	2856	4811	4875
L16	2447	2363	1673	1256	2163	4696	4326
L17	2443	2359	1666	1257	2168	4687	4320
L18	2437	2353	1656	1257	2174	4676	4310
L19	2430	2345	1642	1258	2182	4661	4299
L20	2427	2341	1635	1258	2186	4653	4292
L21	2481	2398	1705	1228	2129	4717	4326
L22	2423	2336	1628	1259	2190	4645	4286
L23	2478	2394	1696	1226	2133	4706	4316
L24	2489	2405	1709	1219	2121	4717	4321
L25	2470	2385	1683	1228	2141	4692	4306
L26	2483	2399	1699	1220	2127	4706	4313
L27	2465	2379	1673	1228	2147	4680	4297
L28	2477	2392	1687	1220	2134	4692	4301
L29	2465	2379	1669	1225	2147	4674	4289
L30	2472	2386	1677	1220	2140	4680	4292
L31	2463	2377	1665	1225	2149	4669	4286
L32	2461	2374	1662	1226	2152	4665	4282
L33	2483	2393	1658	1190	2134	4639	4239
L34	2496	2406	1669	1178	2121	4646	4237

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

19-1-3038-003**Alterric Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87****26605 Aurich**

Beschreibung:

Windpark

Wolpertswende,

Landkreis

Ravensburg in

Baden-Württemberg

g

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

-

Berechnet:

04.12.2023 13:47/4.0.424

RAMBOLL**DECIBEL - Hauptergebnis****Berechnung:** Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A01-03, B01, B02, W01 und W02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA	A01	A02	A03	B01	B02	W01	W02
L35	2483	2393	1650	1184	2135	4627	4225
L36	2480	2389	1642	1184	2140	4616	4215
L37	2496	2405	1661	1173	2123	4633	4223
L38	2480	2388	1639	1181	2141	4610	4209
L39	2480	2388	1633	1178	2142	4601	4199
L40	2501	2410	1660	1165	2119	4627	4213
L41	2501	2409	1656	1163	2120	4620	4206
L42	2481	2388	1630	1175	2142	4595	4192
L43	2501	2409	1652	1159	2121	4612	4197
L44	2502	2409	1648	1156	2122	4606	4189

Projekt:

19-1-3038-003
Alterric Deutschland GmbH,
Projektentwicklung Süd

Beschreibung:

Windpark Wolpertswende, Landkreis Ravensburg in
 Baden-Württemberg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

RAMBOLL

Holzweg 87
26605 Aurich

Berechnet:

04.12.2023 13:46/4.0.424

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A04

ISO 9613-2 Deutschland

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 Immissionsrichtwerte entsprechend TA Lärm sind (Nacht / Tag):

Industriegebiet: 70 / 70 dB(A)

Kerngebiet, Dorf- und Mischgebiet: 45 / 60 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 / 50 dB(A)

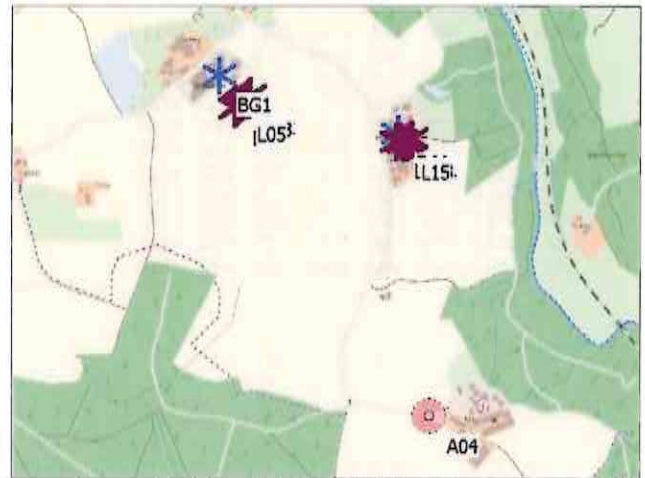
Gewerbegebiet: 50 / 65 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet: 40 / 55 dB(A)

Kurgebiet, Krankenhaus, Pflegeanstalt: 35 / 45 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:20.000

* Existierende WEA * Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ				Nenn-	Rotor-	Naben-	Schallwerte			LWA
					Ak-	Hersteller	Typ	leistung	durch-	messer	höhe	Quelle	Name	Windge-	LWA
			[m]		tu-ell			[kW]	[m]		[m]			[m/s]	[dB(A)]
BG1	549.245	5.307.720	572,0	Biogas 1-1 1.0 I-I NH...	Nein	Biogas	-1/1	1	1,0	2,0	USER	BHKW		(95%)	95,0
BG2	549.746	5.307.565	559,0	Biogas 1-1 1.0 I-I NH...	Nein	Biogas	-1/1	1	1,0	2,0	USER	BHKW		(95%)	95,0
L01	549.331	5.307.664	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L02	549.326	5.307.661	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L03	549.318	5.307.653	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L04	549.310	5.307.647	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L05	549.302	5.307.639	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L06	549.293	5.307.632	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L07	549.290	5.307.628	570,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	5,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L08	549.784	5.307.549	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L09	549.782	5.307.548	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L10	549.782	5.307.548	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L11	549.781	5.307.548	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L12	549.752	5.307.544	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	4,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L13	549.770	5.307.542	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L14	549.742	5.307.541	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	4,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0
L15	549.762	5.307.539	560,0	Lüftung Lüftung 1 1.0...	Nein	Lüftung	Lüftung-1	1	1,0	8,0	USER	82 dB(A)		(95%)	82,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung	Beurteilungspegel
				[m]	[m]	Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
A04	Aulendorf, Schindelbach 1	549.841	5.306.785	567,5	5,0	45,0	26,0

Abstände (m)

WEA	A04
BG1	1110
BG2	786
L01	1017
L02	1016
L03	1014
L04	1013
L05	1011
L06	1009
L07	1008

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

19-1-3038-003**Altterr Deutschland GmbH, Projektentwicklung Süd****Holzweg 87
26605 Aurich****DECIBEL - Hauptergebnis****Berechnung:** Vorbelastung Biogas und Lüftungen IO A04

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA	A04
L08	766
L09	766
L10	766
L11	766
L12	764
L13	760
L14	763
L15	759

Beschreibung:

**Windpark
Wolpertswende,
Landkreis
Ravensburg in
Baden-Württemberg**
g

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Berechnet:

04.12.2023 13:46/4.0.424

RAMBOLL

Anhang Teil II: Eingangsdaten - Datengrundlagen

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 0 s

**ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3 R1 / 5560 kW mit
TES (Trailing Edge Serrations)**

Herausgeber

ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Deutschland
 Telefon: +49 4941 927-0 • Telefax: +49 4941 927-109
 E-Mail: info@enercon.de • Internet: <http://www.enercon.de>
 Geschäftsführer: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy
 Zuständiges Amtsgericht: Aurich • Handelsregisternummer: HRB 411
 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D02693759/1.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-10-14	de	DA	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
ISO 266:1997	Acoustic – Preferred frequencies

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Datenblatt Betriebsmodi

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbarer Betriebsmodus	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8
4.1	Betriebsmodus 0 s	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlurm

Größen, Einheiten, Formeln

L_O	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit

1 Verfügbarer Betriebsmodus

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welcher Betriebsmodus für welche Turmvarianten bzw. Nabenhöhen verfügbar ist.

Tab. 1: Verfügbarer Betriebsmodus

Betriebsmodus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)		
	E-160 EP5 E3-ST-99-FB-C-01	E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01
	NH 99 m	NH 120 m	NH 166 m
0 s	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Betriebsmodi. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Regelungen hinsichtlich der technischen Eigenschaften der Windenergieanlage.

3 Informationen zu Oktavbandpegeln

Für Oktavbandpegel bis zur Oktavbandmittenfrequenz von 2000 Hz gelten die Angaben zur Unsicherheit gemäß Datenblatt Betriebsmodi. Für Frequenzen größer 2000 Hz nehmen aufgrund physikalischer Effekte die Unsicherheiten zu. Diese Frequenzen haben keinen Einfluss auf den Immissionsort (IO) oder auf den Ersatzimmissionsort (EIO) und sind grundsätzlich vernachlässigbar. Bei verschiedenen Messungen an bestehenden ENERCON Windenergieanlagen verschiedener Typen gemäß den anwendbaren Richtlinien ergaben sich Unsicherheiten für die Oktavbandpegel im Frequenzbereich 4000 Hz bei $\pm 2,5$ dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei $\pm 8,0$ dB(A). Angesichts der begrenzten Untersuchungen kann eine Reproduzierbarkeit dieser Messungen für alle ENERCON Windenergieanlagen bei gleichen Unsicherheiten nicht garantiert werden.

Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Oktavbandpegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt. Die nachfolgend angegebenen Oktavbandpegel wurden auf Basis von aeroakustischen Simulationen ermittelt. Die einzelnen Oktavbandpegelwerte können nicht garantiert werden. Der Summenpegel aller Oktavbandpegel pro Windgeschwindigkeit entspricht dem Schallleistungspegel bei dieser Windgeschwindigkeit, welcher im zugrundeliegenden Datenblatt für die jeweiligen Betriebsmodi angegeben ist. Daher ist der Summenpegel im Rahmen des im Datenblatt festgelegten Geltungsbereichs und auf Basis der anwendbaren Normen und Richtlinien einzuhalten.

Die angegebenen Oktavbandpegel des lautesten Zustands wurden aus den simulierten Terzbandpegelwerten gemäß den Frequenzbändern der ISO 266:1997 im Bereich von 25 Hz bis 10000 Hz erzeugt. Ein Oktavbandpegel L_o wird aus 3 Terzbandpegeln L_{T1} , L_{T2} und L_{T3} gemäß folgender Formel berechnet:

$$L_o = 10 \times \log\left(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}}\right)$$

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus 0 s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Betriebsmodi aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 2: Oktavbandpegel in dB(A), bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	75,9	85,1	90,9	95,3	100,1	101,9	101,3	94,7	75,5

Tab. 3: Oktavbandpegel für NH 99 m in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	75,7	85,0	91,0	95,5	99,9	101,7	101,4	96,1	80,6

Tab. 4: Oktavbandpegel für NH 120 m in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	75,6	84,8	90,6	95,1	99,9	101,9	101,5	95,8	79,0

Tab. 5: Oktavbandpegel für NH 166 m in dB(A), bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe in m/s	Oktavbandmittenfrequenz in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	76,2	85,4	91,4	95,9	100,3	101,9	101,2	94,5	75,2

Anhang Teil III: Akkreditierung und Theoretische Grundlagen



Deutsche Akkreditierungsstelle

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-21488-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Gültig ab: 14.12.2022

Ausstellungsdatum: 14.12.2022

Inhaber der Akkreditierungsurkunde:

Ramboll Deutschland GmbH

mit den Standorten:

Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel

Lister Straße 9, 30163 Hannover

Das Prüflaboratorium erfüllt die Mindestanforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und gegebenenfalls zusätzliche gesetzliche und normative Anforderungen, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, um die nachfolgend aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten durchzuführen.

Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Prüflaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des Referenzertrages; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Verifizierung von Fernmessgeräten (Lidar und Sodar); Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Innerhalb der mit * gekennzeichneten Prüfverfahren ist dem Prüflaboratorium, ohne dass es einer vorherigen Information und Zustimmung der DAkkS bedarf, die Anwendung der hier aufgeführten genormten oder ihnen gleichzusetzenden Prüfverfahren mit unterschiedlichen Ausgabeständen gestattet.

Das Prüflaboratorium verfügt über eine aktuelle Liste aller Prüfverfahren im flexiblen Akkreditierungsbereich.

Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de)

Verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Seite 1 von 3

Theoretische Grundlagen

Inhalte

1	ALLGEMEINES ZUM SCHALL	II
1.1	Hörbarer Schall	II
1.2	Schallausbreitung und Vorschriften	II
1.3	Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel	IV
1.4	Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung	V
1.5	Schallimmissionen von Windenergieanlagen	V
2	IMMISSIONSPROGNOSE	VI
2.1	Normative Grundlagen	VI
2.2	Berechnungsgrundlagen	VI
2.3	Tieffrequente Geräusche und Infraschall	XI
3	GENEHMIGUNGSFESTSETZUNGEN UND RECHTSKONFORMER BETRIEB	XII
3.1	Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs	XII
3.2	Aufnahme des Nachtbetriebs	XIII
4	QUELLENVERZEICHNIS – THEORETISCHER TEIL	XIV

1 Allgemeines zum Schall

1.1 Hörbarer Schall

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden. Abbildung 1 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

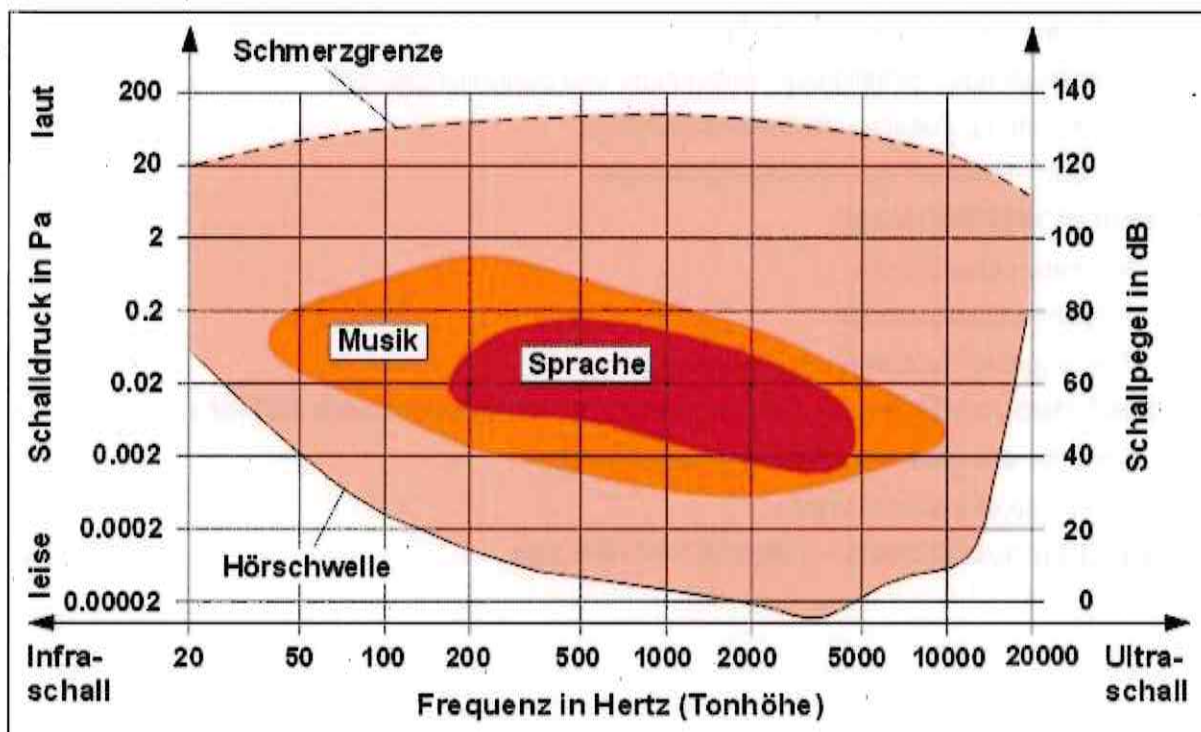


Abbildung 1: Hörbereich des Menschen [1]

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 20.000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen im mittleren Frequenzbereich ab ca. 2×10^{-5} Pascal (Pa) (= 0 dB) wahr, ab 20 Pa (110 dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall, der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

1.2 Schallausbreitung und Vorschriften

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

- **Emissionen** sind im Allgemeinen die von einer Anlage (Quelle) ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen.
- **Transmission** ist die Ausbreitung der von einer Quelle emittierten Umweltbelastungen, z.B.

die Schallausbreitung. Die Umgebung wirkt dabei dämpfend auf die von der Quelle ausgestrahlten Belastungen.

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



Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall [2]

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission – Transmission – Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) [3]. Bauliche Anlagen müssen von den Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (TA-Lärm [4]) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Bemessung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 2 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die Fachbehörden des Bereiches Immissionsschutz beurteilen die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO [5]) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach der TA Lärm [4] eine immissionsschutzrechtliche Schutzwürdigkeit zugeordnet ist. So gelten nachts folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

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

1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schalleistungspegel L_W beschrieben. Der Schalleistungspegel L_{WA} ist der maximale Wert in Dezibel [dB] (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionsort, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abb. 2), wird in der Praxis der Schalleistungspegel über einen Filter gemessen, der an die Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik „A“ nach [6]) gemessene Schalleistungspegel wird „A-bewerteter Schallpegel“ genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Berechnung der Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 [7] verwendet wird.

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

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

Der Mittelungspegel L_{Aeq} ist der zeitlich energetisch gemittelte Wert des Schalldruckpegels (für WEA: innerhalb eines Windgeschwindigkeit-BINs). Der für die Prognose verwendete Schalleistungspegel L_{WA} entspricht dem nach FGW-Richtlinie [8] ermittelten, maximalen Schalleistungspegel innerhalb des gesamten Betriebsbereiches einer WEA.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schalleistungspegels von WEA kann der entsprechenden Norm bzw. technischen Richtlinie [9], [8] entnommen werden.

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

1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren in der Nähe eines Standorts bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, gewerbliche Anlagen) oder befinden sich in Planung, so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der energetischen Addition der Geräusche aller zu berücksichtigenden Anlagen.

1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

Die Schallquellen bei Windenergieanlagen sind im Wesentlichen die aerodynamischen Geräusche an den Blattspitzen, das Getriebe (sofern vorhanden) und der Generator. Je nach Betriebszustand und Leistung treten die Geräusche aus den verschiedenen Quellen unterschiedlich dominant auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA ist nicht konstant, sondern in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und damit von der Leistung der WEA bzw. von der Windgeschwindigkeit abhängig. Der immissionsrelevante Schallleistungspegel wurde früher bei $v_{10} = 8 \text{ m/s}$ angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im Allgemeinen die durch Wind bedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. $1,5 \text{ dB(A)}$ pro m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Zwischenzeitlich hatte sich die Vorgehensweise durchgesetzt, dass die Prognose mit dem Schallleistungspegel bei $v_{10} = 10 \text{ m/s}$ oder mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt wird. Mittlerweile ist es gängige Praxis, den lautesten Betriebszustand der WEA als Emissionsansatz zu wählen, unabhängig von der Windgeschwindigkeit. Dieser Betriebszustand wird je nach Standort nur in etwa 10-20 % der Zeit erreicht.

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

2 Immissionsprognose

2.1 Normative Grundlagen

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm [4]) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 [7] zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung bei bodennahen Quellen (bis 30 m mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein Interimsverfahren [10] veröffentlicht. Für WKA als hochliegende Schallquellen (> 30 m) sind diese neueren Erkenntnisse mittlerweile in allen Bundesländern im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach dem Interimsverfahren – 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.

2.2 Berechnungsgrundlagen

2.2.1 Eingangsdaten

In der Regel werden bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete mittlere Schallleistungspegel L_{WA} sowie nach FGW-Richtlinie [8] oktavbandbezogene Werte $L_{WA, Okt}$ ermittelt. Bei noch nicht vermessenen WEA sind nach LAI Hinweisen [11] auch Herstellerangaben heranziehbar, die im Allgemeinen nur geringfügig von Vermessungen abweichen und in der Prognose mit entsprechenden Unsicherheitszuschlägen beaufschlagt werden (siehe Kapitel 2.2.2). Die verwendeten Angaben zum Schallleistungspegel $L_{WA, Okt}$ beziehen sich auf den lautesten Gesamtschallleistungspegel des WEA-Typs im jeweiligen Betriebsmodus. Die WEA werden im Modell als Punktschallquellen nachgebildet.

2.2.2 Unsicherheiten

Auf die Oktavdaten $L_{WA, Okt}$ wird ein Aufschlag entsprechend der Quelle der Daten angewendet. Der Zuschlag ΔL_o zum oberen Vertrauensbereich wurde, soweit keine anderen Angaben aus den Genehmigungsunterlagen vorlagen, nach den Hinweisen der LAI [11] wahrscheinlichkeitsmathematisch aus den Unsicherheiten für die Serienstreuung σ_P , die Typvermessung σ_R und die Prognoseunsicherheit σ_{Prog} ermittelt. Sie können für jede WEA dem Kapitel 3.2 des Berichts entnommen werden.

Die Unsicherheit der Angabe des Schallleistungspegels, bestehend aus Messunsicherheit und Serienstreuung kann als σ_{WEA} zusammengefasst werden:

$$\sigma_{WEA} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2}$$

Der Zuschlag ΔL_o für das 90%-Vertrauensintervall wird emissionsseitig auf die Oktav-Schallleistungspegel $L_{WA,Okt}$ der WEA aufgeschlagen:

$$L_{o,Okt} = L_{WA,Okt} + \Delta L_o \quad \text{mit } \Delta L_o = 1,28 \times \sigma_{ges}$$

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2} \quad \text{bzw.} \quad \sigma_{ges,i} = \sqrt{\sigma_{LWA,i}^2 + \sigma_{Prog}^2}$$

Der statistische Ausgleich der Unsicherheiten mehrerer Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Beurteilungspegel $L_{r,o}$ über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln.

Da bei einer Abnahmemessung der WEA die Unsicherheit des Prognosemodells keine Berücksichtigung findet, empfehlen die LAI-Hinweise [11] die Festschreibung der Oktav-Schallleistungspegel nur mit den WEA-immanenten Unsicherheiten σ_R und σ_P :

$$L_{e,max,Okt} = L_{WA,Okt} + \Delta L_{e,max} \quad \text{mit } \Delta L_{e,max} = 1,28 \times \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2}$$

2.2.3 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T

Als Quellen für tonhaltige Geräusche an einer WEA sind in erster Linie drehende mechanische Teile wie beispielsweise Getriebe, Generatoren, Azimutmotoren sowie Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollen konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Basierend auf der bei einer Emissionsmessung gemessenen Tonhaltigkeit im Nahbereich K_{TN} gilt für Entfernungen über 300 m folgender Tonzuschlag K_T :

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

Die Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlagen werden in der Regel bei Schallemissionsmessungen durch autorisierte Institute bewertet und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WEA-Hersteller angegeben.

Sofern für eine WEA ein $K_{TN} = 2$ dB im Nahbereich ausgewiesen wird, ist über Messungen in immissionsrelevanter Entfernung zu bestimmen, inwiefern Tonhaltigkeiten dort auftreten und ggf. technische Minderungsmaßnahmen an der WEA vorzunehmen. WEA, die im Nahbereich höhere

tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, entsprechen nicht dem Stand der Technik [11].

2.2.4 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_i

Impulshaltige Geräusche also Geräusche mit periodischen oder kurzfristige starken Geräuschpegeländerungen werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag K_i beträgt je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden; ihr Auftreten entspricht somit nicht dem Stand der Technik.

Im Nahbereich einer WEA ist das während des Rotorumlafs jeweils nächstliegende Rotorblatt für einen Betrachter am Boden kurzfristig (und periodisch) lauter. Dieser Effekt tritt mit zunehmender Entfernung von der WEA und der Vergleichmäßigung der einzelnen Blattemissionen im Fernbereich ab 300-500 m jedoch nicht mehr auf. Weitere Quellen für impulshaltige Geräusche bei WEA gibt es in der Regel nicht, so dass die Impulshaltigkeit für eine Schallimmissionsprognose i.d.R. nicht relevant ist.

2.2.5 Ausbreitungsrechnung

Die Emissionsdaten der WEA werden bei der Transmission zum Immissionsort verschiedenen Dämpfungen unterworfen, die in der DIN ISO 9613-2 [7] beschrieben und hier dargestellt werden. Die Dämpfungswerte werden frequenzselektiv für die Oktavbandfrequenzen von 62,5 Hz bis 8.000 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung zu berechnen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach [7] und [10] dann wie folgt:

$$L_{rT} (DW) = L_{WA} + D_C - A \quad (1)$$

- **L_{WA} : Oktavband-Schalleistungspegel** der Punktschallquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt (1 pW), A-bewertet.
- **D_C : Richtwirkungskorrektur**, die beschreibt, um wieviel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in der festgelegten Richtung von dem Pegel einer gerichteten Punktschallquelle mit einem Schalleistungspegel L_W abweicht. D_C ist gleich dem Richtwirkungsmaß D_i der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D_{Ω} , dass eine Schallausbreitung im Raumwinkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt. Die

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

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

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

Nach den Hinweisen der LAI [11] soll das Oktavspektrum als Eingangsdaten für die Berechnungen verwendet werden. Nach DIN ISO 9613-2 [7] kann die Luftdämpfung in jedem Oktavband mit dem jeweiligen Luftdämpfungskoeffizient berechnet werden (statt wie bei 500 Hz-Mittenpegeln mit einem statischen Wert von 1,9 dB(A)/km). Die Dämpfungskoeffizienten für jedes Oktavband werden aus Tab. 2 DIN ISO 9513-2 [7] für meteorologische Bedingungen von 10°C und 70% Luftfeuchte übernommen, was günstige Schallausbreitungsbedingungen bzw. eine geringe Dämpfung bedingt und somit einen konservativen Ansatz darstellt. Die frequenzabhängige Dämpfung spiegelt die realen akustischen Transmissionsbedingungen in Luft besser wider, als der pauschale Ansatz mittels eines Mittenpegels und führt so zu realistischeren Ergebnissen.

Tabelle 1: Parameter Luftabsorption

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

A_{gr} : Bodendämpfung:

Die Bodendämpfung ergibt sich in der Hauptsache aus dem Reflexionsgrad von

Schall an einer Bodenoberfläche zwischen Quelle und Empfänger [7]. Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren. Das Interimsverfahren [11] modifiziert die Berechnung der Bodendämpfung durch eine pauschale Annahme von $A_{gr} = -3 \text{ dB(A)}$. Dies entspricht einer negativen Dämpfung, also einer Zunahme des Pegels auf Empfängerseite und kann als Bodenreflexionseffekt interpretiert werden.

$$A_{gr} = -3 \text{ dB} \quad (5)$$

nach dem Interimsverfahren.

A_{bar} : Dämpfung aufgrund von Abschirmung.

und

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

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

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

2.2.6 Überlagerung mehrerer Schallquellen

Die Berechnungsterme der Schallimmissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 5.4.3.3 [12] gehen bei der Schallausbreitungsberechnung von einer Mitwindsituation für jede Anlagen-Immissionsort-Beziehung aus. Dies tritt in der Realität nicht auf, da die Anlagen im Regelfall räumlich verteilt sind und nicht alle gleichzeitig in Mitwindrichtung zum Immissionsort stehen. In der Berechnung werden somit also Worstcase-Bedingungen für die Windsituation angenommen.

Liegen den Berechnungen mehrere Schallquellen (z. Bsp. bei Windparks) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATi} entsprechend den Abständen zum betrachteten Immissionsort. In der Bewertung der Lärmimmission nach TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden

Gleichung zu ermitteln:

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

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

K_{Ti} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle $i \rightarrow$ i.d.R = 0, s.u.

K_{Ii} : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle $i \rightarrow$ i.d.R = 0, s.u.

C_{met} : Meteorologische Korrektur.

Die meteorologische Korrektur wird nach [7] in Abhängigkeit von dem Verhältnis von Entfernung zwischen Quelle und Empfänger und deren Höhen berechnet und beträgt für Windenergieanlagen im Regelfall null. Dieser Wert wird durch das Interimsverfahren standardmäßig null ($C_{met} = 0$) gesetzt.

2.3 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

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

Die derzeit bekannten Untersuchungen, Messungen und Studien [13] [14] [15] [16] [17] zu Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von Windenergieanlagen zeigen, dass sich bei den aus den Bestimmungen der TA-Lärm resultierenden Abständen von WEA zu Wohngebäuden an den Immissionsorten keine Gefährdung oder Belästigung ergibt, da die auftretenden Pegel im Infraschallbereich weit unter der Wahrnehmungs- und Hörschwelle und im Bereich von tieffrequenten Geräuschen (20-90 Hz) unter oder geringfügig über der Hörschwelle liegen.

3 Genehmigungsfestsetzungen und rechtskonformer Betrieb

3.1 Kontrolle des genehmigungskonformen Betriebs

Nach Nr. 5.2 der LAI-Hinweise [11]¹ ist das Oktavspektrum der WEA ($L_{WA,Okt}$) inklusive der angesetzten WEA-immanenten Unsicherheiten (σ_P und σ_R , also $L_{e,max,Okt}$) als rechtlich zulässiges Maß für die Emissionen der WEA genehmigungsrechtlich festzulegen ($L_{genehmigt,Okt} = L_{e,max,Okt}$)² (siehe Kapitel 3 im Bericht). Anhand des festgelegten Oktavspektrums $L_{genehmigt,Okt}$ kann bei einer Abnahmemessung beurteilt werden, ob das zulässige Maß an Emission als eingehalten angesehen und somit ein genehmigungskonformer Betrieb nachgewiesen werden kann.

Bei einer emissionsseitigen³ Abnahmemessung soll die folgende Ungleichung erfüllt sein. Ist sie erfüllt, ist der Nachweis für einen genehmigungskonformen Betrieb abgeschlossen:

$$L_{W,Messung,Okt} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{genehmigt,Okt}$$

4

Das gemessene Oktavspektrum einer Abnahmemessung $L_{W,Messung,Okt}$ (ggfs. inklusive der Messunsicherheit) kann das festgelegte Spektrum $L_{genehmigt,Okt}$ in einzelnen Oktaven überschreiten. Entscheidend in diesem Fall ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Vergleichswerte $L_{V,WEA,IP}$ (Teilimmissionspegel jeder WEA an jedem IO auf Basis von $L_{e,max,Okt}$) durch eine der Abnahmemessung folgende Ausbreitungsrechnung mit dem höchsten bei der Abnahmemessung gemessenen Oktavspektrum:

$$L_{r(Messung,max),IP,Okt} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{V,WEA,IP}$$

45

Die Werte für $L_{V,WEA,IP}$ können dem Anhang entnommen werden (Berechnung „Zusatzbelastung mit $L_{e,max,Okt}$ “ (bzw. $L_{r,o,Zusatzbelastung}$ für SH), Detaillierte Ergebnisse).

¹ ausführlich z. B. in Agatz [21].

² In Schleswig-Holstein ist abweichend zu den LAI-Hinweisen der reine $L_{WA,Okt}$ festzulegen, ohne o.g. WEA-Unsicherheiten [22]: $L_{genehmigt,Okt} = L_{WA,Okt}$.

³ Immissionsmessungen zum Nachweis des genehmigungskonformen Betriebs werden nach LAI Hinweisen [11] sowie LANUV [19] nicht empfohlen. Der Vollständigkeit halber gilt: bei einer Immissionsmessung sollte die folgende Ungleichung erfüllt sein: $L_{r,IO} + 1,28 \times \sigma_R \leq L_{r,o,IO}$.

⁴ Für Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein gilt laut LANUV bzw. LLUR: Das gemessene Oktavspektrum $L_{W,Messung,Okt}$ ist ohne Beaufschlagung mit der Messunsicherheit zur Nachweisführung heranzuziehen [19] [20] [22].

⁵ In SH entspricht $L_{V,WEA,IP}$ dem $L_{r,Prognose}$, also dem L_r auf Basis von $L_{WA,Okt} + 1,28 \times \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2}$.

3.2 Aufnahme des Nachtbetriebs

Für den Fall, dass eine aufschiebende Formulierung zur Aufnahme des Nachtbetriebs vorgesehen ist, ist der Nachweis zur Aufnahme durch Vorlage einer Vermessung zu führen. Diese kann auch an einer anderen WEA gleichen Typs und Betriebsmodus erfolgen.

$$L_{W,Messung,Okt} + 1,28 \times \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2} \leq L_{o,Okt}$$

Die Parameter σ_R und σ_P sind hier abhängig von der Mess- und Nachweiskonstellation (Dreifachvermessung $\rightarrow \sigma_P = s$ [Standardabweichung], Messung an derselben WEA $\rightarrow \sigma_P = 0$).

Das Oktavspektrum einer Vermessung (inklusive Unsicherheiten) kann das der Prognose zugrundeliegende Spektrum $L_{o,Okt}$ in einzelnen Oktaven überschreiten. Entscheidend in diesem Fall ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der Beurteilungspegel $L_{r,o}$ (Beurteilungspegel der Zusatzbelastung auf Basis von $L_{o,Okt}$) durch eine der Messung folgende Ausbreitungsrechnung:

$$L_{r,Messung} + 1,28 \times \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2} \leq L_{r,o}$$

Die Werte für $L_{r,o}$ können dem Anhang entnommen werden (Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung).

4 Quellenverzeichnis – theoretischer Teil

- [1] LUBW, Amt für Umweltschutz - Abt. Stadtklimatologie, Stuttgart, 2019.
- [2] WMBW, Städtebauliche Lärmfibel Online, Stuttgart: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg / Amt für Umweltschutz Stuttgart, 2019.
- [3] BImSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli.*
- [4] TA_Lärm, *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)*, (GMBI S. 503), 1998.
- [5] BauNVO, Baunutzungsverordnung, 26. Juni 1962, Letzte Änderung 13. Mai 2017.
- [6] Norm, DIN EN 61672-1:2014-07, Vols. Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2013); Deutsche Fassung EN 61672-1:2013, 2014-07.
- [7] Norm, DIN ISO 9613-2:1999-10, *Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren.*
- [8] FGW - Fördergesellschaft Windenergie e.V., Technische Richtlinien für Windenergieanlagen - Teil 1 (TR 1) – Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18 & Revision 19 - 19.11.2020.
- [9] Norm, DIN EN 61400-11:2019-05; VDE 0127-11:2019-05, Vols. Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013, 2013.
- [10] NALS im DIN und VDI, *Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen*, Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien", 2015.
- [11] LAI, *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016.*
- [12] Norm, ISO 1996-2:2017-07, *Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umgebungslärm - Teil 2: Bestimmung vom Schalldruckpegeln.*
- [13] D.-I. P. Kudella, "Verbundprojekt: Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland. Akronym/Kurzbezeichnung: TremAc," Karlsruhe, 2020.
- [14] HMWWL, *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung: Faktenpapier Windenergie und Infraschall, Bürgerforum Energieland Hessen, Mai 2015.*
- [15] LUBW, *Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen - Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Karlsruhe, Februar 2016.*
- [16] DNR, *Deutscher Naturschutzring, Dachverband des deutschen Natur- und Umweltverbände, Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (Onshore), www.dnr.de/downloads/infraschall_04-2011.pdf.*
- [17] L. LfU_Bayern, *Bayerisches Landesamt für Umwelt & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, UmweltWissen, Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?, 4. Auflage - November 2014.*
- [18] Dipl.-Ing. Detlef Piorr (LANUV NRW), Festlegung von Abnahmebedingungen für Windenergieanlagen, Entwurf, Stand: Korrektur 1, 13.02.2018.
- [19] FGW_Fördergesellschaft_Windenergie, *Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 – Stellungnahme des FGW e. V., Berlin, 27. März 2018.*
- [20] Monika Agatz, *Windenergiehandbuch - aktuelle Version.*
- [21] LLUR 718, *Umsetzung des Erlasses „Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) in Schleswig-Holstein“ vom 31.01.2018, Flintbek, 31.03.2020.*