Schallimmissionsprognose
für eine Windenergieanlagen des Typs Enercon E-138 EP3 E3 mit 4260 kW Nennleistung mit TES (Trailing Edge Serrations) bei Strüth

Auftraggeber: Bürgerwind Strüth - Kühndorf GmbH & Co. KG
Strüth 19
91522 Ansbach

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

Version 1.0 Rev. 3
Datum: 06.03.2023

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung....3
2. Normen und gesetzliche Grundlagen....3
3. Höhenmodell....6
4. Festlegung der Immissionsorte....7
5. Lage der neu geplanten Windenergieanlage....8
6. Vorbelastungen und Irrelevanz....8
7. Sicherheitsaufschläge und Unsicherheitsbetrachtung....8
8. Ergebnisse und Fazit....10
9. Anhang....12

1. Einleitung

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

Immissionen, die zu berücksichtigen sind, sind die Schallemissionen sowie die Schattenwurfemissionen der Anlagen. Die Immissionen die eingehalten werden sind die Immissionsrichtwerte (nach TA Lärm) im Genehmigungsverfahren bzw. Orientierungswerte nach DIN 18005 im Planungsrechtlichen Verfahren.

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

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

2. Normen und gesetzliche Grundlagen

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

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

Tab 1: Einstufung von Wohngebieten nach TA Lärm

Die Berechnung der durch die Windenergieanlagen verursachten Immissionen erfolgte bisher gemäß der ISO 9612-2. Da diese Norm jedoch hochgelegene Schallquellen ausschließt, hat die Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) einen Entwurf zur Neufassung der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen erarbeitet. Das hierbei erarbeitete Interimsverfahren, welches im Mai 2015 veröffentlicht wurde, wurde auf dem Stand vom 30.6.2016 (Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)) mit dem Schreiben

des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz vom 22.8.2018 in Bayern als Erkenntnisquelle eingeführt.

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

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

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

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

L_W : Oktavband Schallleistungspegel der Punktschallquelle

D_C: die Richtwirkungskorrektur, in Dezibel, die beschreibt, um wie viel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in der festgelegten Richtung von dem Pegel einer angerichteten Punktschallquelle mit einem Schallleistungspegel L_W abweicht; D_C ist gleich dem Richtwirkungsmaß D_I der Punktschallquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D_Ω das eine Schallausbreitung in Raumwinkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt; für eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktschallquelle in **DC= 0 dB.**

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

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

A_{div}; Dämpfung auf Grund der geometrischen Ausbreitung

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

$d_0 = 1$ m

A_{atm}: Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

A_{gr}: Bodendämpfung

A_{gr} = -3 dB

h_m: mittlere Höhe in Meter des Schallausbreitungsweges über den Boden

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

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

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

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

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

L_{AT}: Beurteilungspegel am Immissionsort

LATi: Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n

KTi: Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

KIi: Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i

Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit KT)

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

KT = 0 für $0 \leq KTN \leq 2$

KT = 3 für $2 < KTN \leq 4$

KT = 6 für $KTN > 4$

Die Tonhaltigkeit beträgt laut beigefügten Datenblatt maximal 1 dB im Nahbereich und wird in der vorliegenden Prognose mit KT = 0 berücksichtigt.

Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit KI)

Impulshaltige Geräusche können beispielsweise durch den Turmdurchgang des Rotorblattes entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch mehrmals pro Minute deutlich hervorgehobene Impulsgeräusche oder laut Messung ähnlich auffällige Pegeländerungen, dann ist nach der TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Dieser Zuschlag KI beträgt wie bei der Tonhaltigkeit, je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden, ihr Auftreten entspricht nicht dem Stand der Technik.

Die Impulshaltigkeit wird in der vorliegenden Prognose laut dem beigefügten Datenblatts des Herstellers mit KI = 0 berücksichtigt.

3. Höhenmodell

Die Orographie wird an Hand des SRTM – Höhenmodells der NASA dargestellt. Diese wurde über eine systematische Erfassung großer Teile der Erdoberfläche mittels Radar erfasst und weisen eine hinreichende Genauigkeit aus. Die Höhendaten werden an Hand der TK 50 stichpunktartig überprüft und sind belastbar. Da es sich bei den Daten um real existierende Oberflächen handelt, wird die Topographie wie beispielsweise Wälder mit erfasst, diese erscheinen im Modell als Ebene auf höheren Niveau. Nicht berücksichtigt zu Ungunsten der Betreibers wird hingegen beispielsweise die Dämpfungsfunktion der Wälder

4. Festlegung der Immissionsorte

Als Immissionsorte werden jeweils die nächst gelegenen und damit am stärksten belasteten Wohngebäude und freien Bauflächen (nach TA Lärm Nr. 2.3. i.V.m Anhang A. 1.3) in der jeweiligen Einstufung (reines Wohngebiet, allgemeines Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet) berücksichtigt. In die Auswahl der Immissionspunkte wurde der Markt Lehrberg sowie die Stadt Ansbach mit einbezogen. Zur Kontrolle der vollständigen Erfassung finden noch Sichtungen von Luftbildern und ggf. Ortsbesichtigungen statt, um eine vollständige Erfassung sicherzustellen. Teilweise sind den nächst gelegenen Immissionsorten direkt Wirtschafts- und Nebengebäude vorgelagert. Die daraus resultierenden Abschirmungseffekte werden zu Ungunsten des Betreibers nicht berücksichtigt. Die betrachteten Immissionsorte sowie deren Einstufung sind sind folgender Tabelle zu entnehmen:

Immissionsort ID	Immissionsort	Einstufung Nacht / Tag
A	Strüth 12	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
B	Strüth 13	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
C	Kühndorf 7	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
D	Röshof 7	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
E	Egloffswinden 13a	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
F	Buhlsbach 10	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
G	Lehrberg Buhlsbacher Str. 43	Allgemeines Wohngebiet (40 dB(A) (55 dB(A))
H	Buhlsbach Wochenendsiedlung und Baufläche	Allgemeines Wohngebiet (40 dB(A) (55 dB(A))
I	Buhlsbach 1a	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A) / 60 dBA))
J	Buhlsbach 1	Dorf- und Mischgebiet (45 dB(A))

Tab. 2 Immissionsorte und Einstufung

5. Lage der neu geplanten Windenergieanlage

Der Standort der berücksichtigten Anlage befinden sich auf folgenden Koordinaten im UTM 32:

WEA ID	Typ	NH	*Rechtswert (UTM 32)*	*Hochwert (UTM 32)*
WEA 1	Enercon E-138 EP3 E3-4.260 kW mit TES	110,2 m	612419	5466326

Tab 3 Lage der Windenergieanlage

6. Vorbelastungen und Irrelevanz

Laut 3.2.1. TA Lärm darf die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Laut 2.2 TA Lärm befinden sich Immissionsorte außerhalb des Einwirkbereichs, wenn der Beurteilungspegel 10 dB(A) unterhalb des Immissionsrichtwertes liegt.

Wie aus den Ergebnisse aus Tabelle 6 und Tabelle 7 hervorgeht, befinden sich alle Immissionsorte im Bereich der Irrelevanz:

- Strüth 12
- Strüth 14
- Kühndorf 7
- Röshof 7
- Egloffswinden 13a
- Buhlsbach 10
- Lehrberg Buhlsbacher Str. 43
- Buhlsbach Wochenendsiedlung und Baufläche
- Buhlsbach 1
- Buhlsbach 1a

Entsprechend müssen bestehende Vorbelastungen nicht berücksichtigt werden.

7. Sicherheitsaufschläge und Unsicherheitsbetrachtung

Für den geplante Anlagentyp liegen berechnete Emissionswerte vor. Hiermit wird laut den LAI Hinweisen und den Angaben des Herstellers

- die Unsicherheit der Schallvermessung Sigma R mit 0,5
- die Unsicherheit der Serienstreuung laut Vermessungsprotokoll mit Sigma P 1,2 und
- die Unsicherheit des Prognosemodells mit Sigma Prog 1 angesetzt.

Abschirmungen wurden in die Prognose nicht mit einbezogen, womit σ_{Schirm} nicht in die Berechnung mit einfließt.

Die Gesamtunsicherheit wird wie folgt ermittelt:

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

Der obere Vertrauensbereich von 90 % ergibt sich aus

Sigma Gesamt x 1,28 = Obere Vertrauensbereichsgrenze

Die in nachfolgender Tabelle in Fett dargestellten Werte für die obere Vertrauensbereichsgrenze fließen als Eingangsdaten für jeden einzelnen Wert des Oktavbands in die Prognose ein.

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ungenauigkeit Schallvermessung	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Serienstreuung WEA	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Unsicherheit Prognosemodell	1	1	1	1	1	1	1	1
Okatvbanpegel Modus NR II s 111 m NH	*83,9*	*90,3*	*94,7*	*98,0*	*99,8*	*96,4*	*88,0*	*71,6*
Sigma Gesammt	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Obere Vertrauensbereichsgrenze	**86,0**	**92,4**	**96,8**	**100,1**	**101,9**	**98,5**	**90,1**	**73,7**

Tab 4 Aufschläge auf das Oktavband zur Nachtzeit

In der Summe ergibt sich zur Nachtzeit ein Aufschlag von 104 dB(A) auf 106,1 dB(A).

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ungenauigkeit Schallvermessung	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Serienstreuung WEA	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Unsicherheit Prognosemodell	1	1	1	1	1	1	1	1
Oktavbandpegel E-138 Modus 0s (Normalbetrieb)	*87,4*	*93,1*	*96,4*	*99,7*	*101,9*	*98,3*	*90,0*	*73,0*
Sigma gesamt	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Obere Vertrauensbereichsgrenze	**89,5**	**95,2**	**98,5**	**101,8**	**104,0**	**100,4**	**92,1**	**75,1**

Tab 5 Aufschläge auf das Oktavband zur Tagzeit

In der Summe ergibt sich zur Tagzeit ein Aufschlag von 106 dB(A) auf 108,1 dB(A).

8. Ergebnisse und Fazit

In den nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Schallprognose aufgeführt.

Immissionsort ID	Immissionsort	Immissionsrichtwert (Nacht)	Beurteilungpegel Nacht	Irrelevanz gem. 3.2.1 TA Lärm	Anforderung erfüllt
A	Strüth 12	45 dB(A)	39,0 dB(A)	Ja	Ja
B	Strüth 13	45 dB(A)	38,8 dB(A)	Ja	Ja
C	Kühndorf 7	45 dB(A)	38,1 dB(A)	Ja	Ja
D	Röshof 7	45 dB(A)	29,7 dB(A)	Ja	Ja
E	Egloffswinden 13a	45 dB(A)	25,7 dB(A)	Ja	Ja
F	Buhlsbach 10	45 dB(A)	35,6 dB(A)	Ja	Ja
G	Lehrberg Buhlsbacher Str. 43	40 dB(A)	27,6 dB(A)	Ja	Ja
H	Buhlsbach Wochenendsiedlung und Baufläche	40 dB(A)	33,6 dB(A)	Ja	Ja
I	Buhlsbach 1a	45 dB(A)	30,5 dB(A)	Ja	Ja
J	Buhlsbach 1	45 dB(A)	33,5 dB(A)	Ja	Ja

Tab 6 Ergebnisse Zusatzbelastung zur Nachtzeit

Immissionsort ID	Immissionsort	Immissionsrichtwert (Tag)	Beurteilungpegel Tag	Irrelevanz gem. 3.2.1 TA Lärm	Anforderung erfüllt
A	Strüth 12	60 dB(A)	40,9 dB(A)	Ja	Ja
B	Strüth 13	60 dB(A)	40,8 dB(A)	Ja	Ja
C	Kühndorf 7	60 dB(A)	40,1 dB(A)	Ja	Ja
D	Röshof 7	60 dB(A)	31,7 dB(A)	Ja	Ja
E	Egloffswinden 13a	60 dB(A)	27,7dB(A)	Ja	Ja
F	Buhlsbach 10	60 dB(A)	37,5 dB(A)	Ja	Ja
G	Lehrberg Buhlsbacher Str. 43	55 dB(A)	29,6 dB(A)	Ja	Ja
H	Buhlsbach Wochenendsiedlung und Baufläche	55 dB(A)	35,6 dB(A)	Ja	Ja
I	Buhlsbach 1a	60 dB(A)	32,4 dB(A)	Ja	Ja
J	Buhlsbach 1	60 dB(A)	35,5 dB(A)	Ja	Ja

Tab 7 Ergebnisse Zusatzbelastung zur Tagzeit

Zu den Tagzeiten liegt die Anlage an allen Immissionsorten außerhalb des Einwirkbereichs gem. 2.2 der TA Lärm.

Zu den Nachtzeiten liegen die Immissionsorte D, E und G gemäß 2.2 TA Lärm mit 10 dB(A) unterhalb des Richtwerts außerhalb des Einwirkbereichs der Windenergieanlage.
Alle Immissionsorte liegen zusätzlich gemäß 3.2.1 TA Lärm mit 6 dB(A) unterhalb des Richtwerts im Bereich der Irrelevanz.

Somit werden unter Berücksichtigung der genannten Unsicherheiten im nächtlichen Betriebsmodus NR IIs (3.870 kW) der betrachteten Windenergieanlage die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an allen Immissionsorten eingehalten. Zu den Tagzeiten kann die Anlage im Betriebsmodus 0 s betrieben werden. Bei Beibehaltung dieses Anlagentyps ist der Betriebsmodus NR IIs zur den Nachtstunden als Nebenbestimmung in der Genehmigung festzusetzen.

Es handelt sich hierbei um eine exemplarische Prognose für den geplanten Standort zur Demonstration der Machbarkeit. Andere Windenergieanlagen und Nabenhöhen sind hiermit ebenfalls möglich soweit sie die Immissionsrichtwerte nicht überschreiten bzw. sich zumindest im Bereich der Irrelevant gem. 3.2.1 der TA Lärm befinden. Eine höhere Nabenhöhe führt zu einem geringfügig größeren Abstand zu den Immissionsorten, was zur Folge hat, dass die Schallimmissionen ebenfalls geringfügig sinken. Somit steht aus schalltechnischer Sicht einer Windenergieanlage mit größerer Nabenhöhe grundsätzlich nichts entgegen. Sofern sich im Rahmen der Planung der Anlagentyp, die Nabenhöhe oder sonstige Eingangsparameter ändern, ist das Schallschutzgutachten dahingehend anzupassen.

9. Anhang

- Wind Pro Berechnungsergebnisse vom 23.02.2023 20:03/3.4.424
- Wind Pro Berechnungsergebnisse vom 05.03.2023 14:04/3.4.424
- Technisches Datenblatt Oktavbandpegel leistungsoptimierter Schallbetriebe Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations) vom 13.10.2022 (Dokumentnummer D02438346/1.0-de)
- Technisches Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations) vom 13.10.2022 (Dokumentnummer D02438336/1.0-de)
- Enercon Beiblatt zu den Schall- und Leistungsdatenblättern – Deutschland. „Anwendbare Normen und Richtlinen“ zur Ton- und Impulshaltigkeit (Dokumentnummer D0918053-0)
- Technisches Datenblatt Oktavbandpegel Betriebsmodus 0 s Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations) vom 17.01.2023 (Dokumentnummer D1018700/4.0-de)
- Technisches Datenblatt 0 s Enercon Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations) vom 17.01.2023 (Dokumentnummer D1018685/4.0-de)

Projekt: **Strüth**

Beschreibung: E-138 EP3 E3 NR IIs

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

Berechnet:
23.02.2023 20:03/3.4.424

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

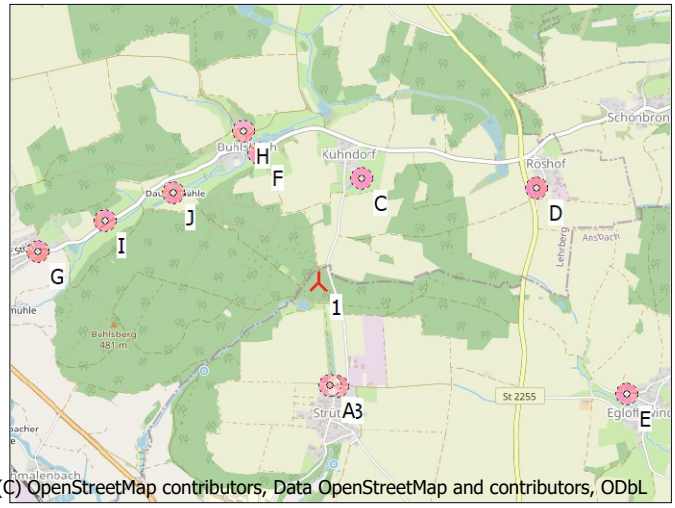
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Ak-tu-ell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durch-messer	Naben-höhe	Schallwerte Quelle	Name	Windge-schwin-digkeit	Status	LWA
			[m]					[kW]	[m]	[m]			[m/s]		[dB(A)]
1	612.419	5.466.326	482,0	ENERCON E-13...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	110,2	USER	Anwenderwert	(95%)	Anwenderwert	106,1

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe	Anforderung Schall	Beurteilungspegel Von WEA	Distanz z.Richtwert	Anforderung erfüllt? Schall
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	
A	Strüth 12	612.506	5.465.648	481,4	5,0	45,0	39,0	314	Ja
B	Strüth 13	612.557	5.465.645	479,6	5,0	45,0	38,8	325	Ja
C	Kühndorf 7	612.694	5.467.013	467,9	5,0	45,0	38,1	372	Ja
D	Röshof 7	613.851	5.466.973	473,4	5,0	45,0	29,7	1.203	Ja
E	Egloffswinden 13a	614.480	5.465.628	443,6	5,0	45,0	25,7	1.805	Ja
F	Buhlsbach 10	612.012	5.467.168	436,9	5,0	45,0	35,6	563	Ja
G	Buhlsbacher Str 43	610.557	5.466.490	425,1	5,0	40,0	27,6	1.249	Ja
H	Buhlsbach Allgemeines Wohngebiet	611.897	5.467.310	439,4	5,0	40,0	33,6	498	Ja
I	Buhlsbach 1a	610.997	5.466.698	423,9	5,0	45,0	30,5	1.098	Ja
J	Buhlsbach 1	611.446	5.466.895	425,5	5,0	45,0	33,5	756	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 1
A	684
B	695
C	740
D	1571
E	2175
F	935
G	1869
H	1114
I	1470
J	1128

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
23.02.2023 20:03/3.4.424

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Annahmen

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

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Strüth 12

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	684	692	**38,96**	106,1	0,00	67,80	2,34	-3,00	0,00	0,00	67,14

Schall-Immissionsort: B Strüth 13

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	695	703	**38,79**	106,1	0,00	67,94	2,37	-3,00	0,00	0,00	67,32

Schall-Immissionsort: C Kühndorf 7

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	740	750	**38,10**	106,1	0,00	68,50	2,50	-3,00	0,00	0,00	68,00

Schall-Immissionsort: D Röshof 7

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.571	1.575	**29,70**	106,1	0,00	74,95	4,46	-3,00	0,00	0,00	76,40

Schall-Immissionsort: E Egloffswinden 13a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	2.175	2.180	**25,69**	106,1	0,00	77,77	5,65	-3,00	0,00	0,00	80,42

Schall-Immissionsort: F Buhlsbach 10

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	935	947	**35,56**	106,1	0,00	70,53	3,02	-3,00	0,00	0,00	70,55

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
23.02.2023 20:03/3.4.424

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Schall-Immissionsort: G Buhlsbacher Str 43

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.869	1.876	**27,57**	106,1	0,00	76,47	5,07	-3,00	0,00	0,00	78,53

Schall-Immissionsort: H Buhlsbach Allgemeines Wohngebiet

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.114	1.124	**33,64**	106,1	0,00	72,01	3,45	-3,00	0,00	0,00	72,46

Schall-Immissionsort: I Buhlsbach 1a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.470	1.479	**30,46**	106,1	0,00	74,40	4,25	-3,00	0,00	0,00	75,65

Schall-Immissionsort: J Buhlsbach 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.128	1.139	**33,49**	106,1	0,00	72,13	3,48	-3,00	0,00	0,00	72,62

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
23.02.2023 20:03/3.4.424

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung

Schallberechnungs-Modell:
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Bodeneffekt:
Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0
Meteorologischer Koeffizient, C0:
0,0 dB
Art der Anforderung in der Berechnung:
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)
Schallleistungspegel in der Berechnung:
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
Einzeltöne:
Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltönen zugefügt
WEA-Katalog
Aufpunkthöhe ü.Gr.:
5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell
Unsicherheitszuschlag:
0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität
verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:
0,0 dB(A)
Oktavbanddaten verwendet
Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

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

WEA: ENERCON E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!
Schall: Anwenderwert

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

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder 63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Anwenderwert	110,2	95% der Nennleistung	106,1	Nein	86,0	92,4	96,8	100,1	101,9	98,5	90,1	73,7

Schall-Immissionsort: A Strüth 12
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: B Strüth 13
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: C Kühndorf 7
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
23.02.2023 20:03/3.4.424

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung

Schall-Immissionsort: D Röshof 7

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: E Egloffswinden 13a

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F Buhlsbach 10

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: G Buhlsbacher Str 43

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: H Buhlsbach Allgemeines Wohngebiet

Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: I Buhlsbach 1a

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: J Buhlsbach 1

Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

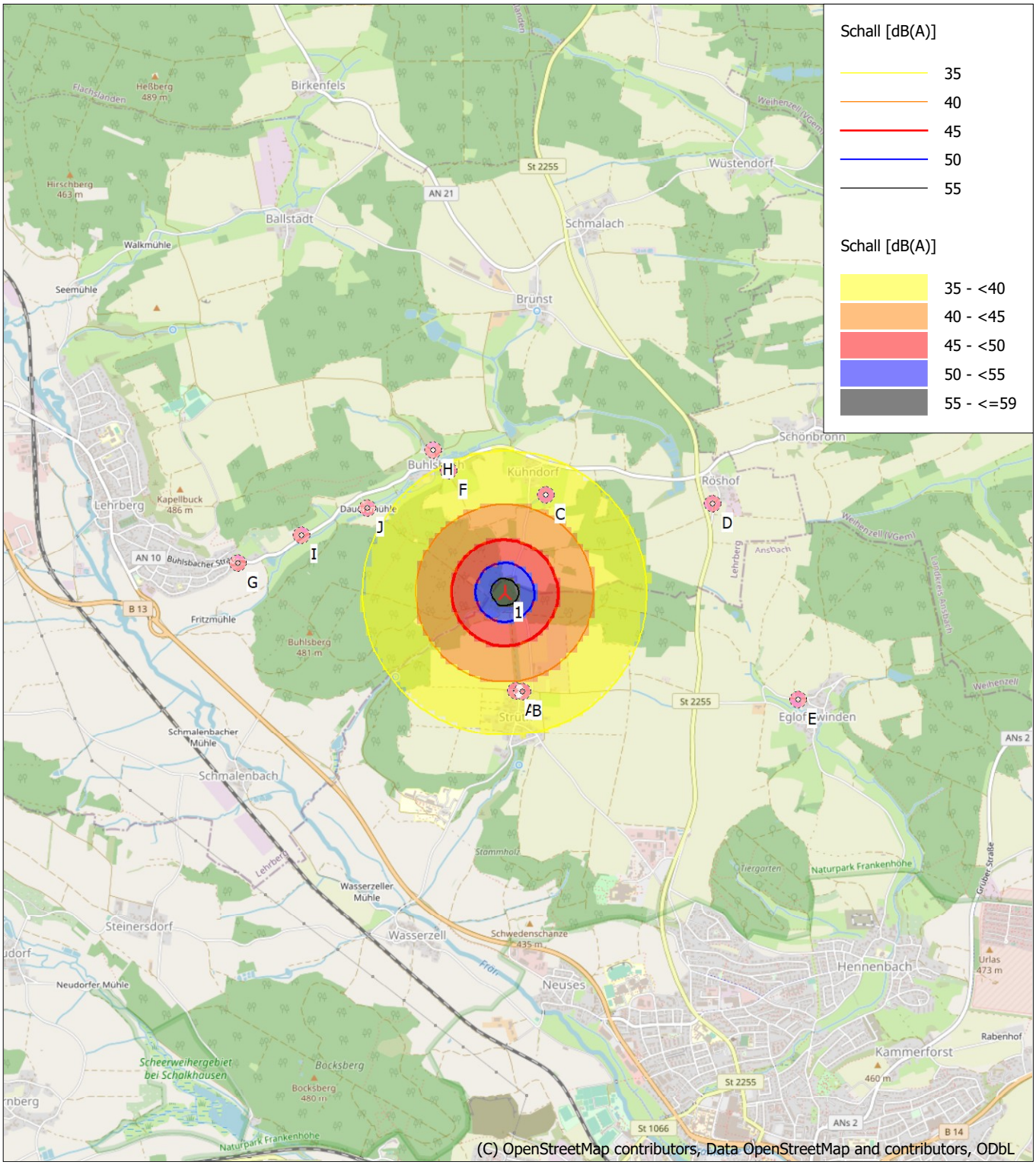
Projekt:
Strüth

Beschreibung:
E-138 EP3 E3 NR IIs

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
23.02.2023 20:03/3.4.424

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Zusatzbelastung



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 612.419 Nord: 5.466.326

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: **Strüth**

Beschreibung: E-138 EP3 E3 0s

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

Berechnet:
05.03.2023 14:04/3.4.424

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung Modus 0s

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

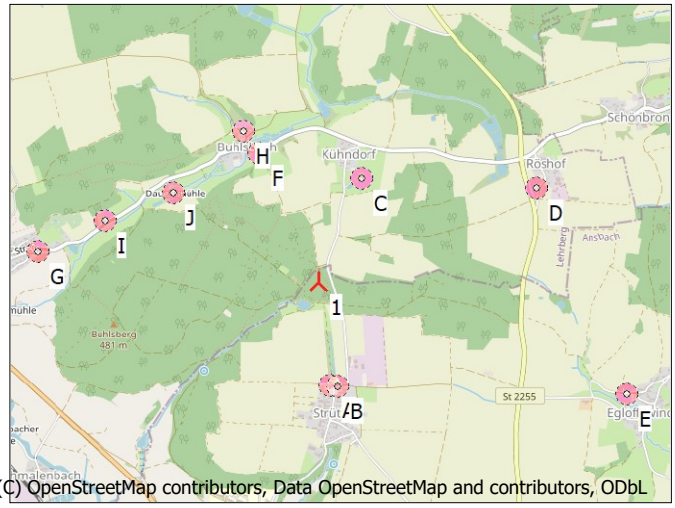
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Ak-tu-ell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durch-messer	Naben-höhe	Schallwerte Quelle	Name	Windge-schwin-digkeit	Status	LWA
			[m]					[kW]	[m]	[m]			[m/s]		[dB(A)]
1	612.419	5.466.326	482,0	ENERCON E-13...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	110,2	USER	Anwenderwert	(95%)	Anwenderwert	108,1

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe	Anforderung Schall	Beurteilungspegel Von WEA	Distanz z.Richtwert	Anforderung erfüllt? Schall
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	
A	Strüth 12	612.506	5.465.648	481,4	5,0	60,0	40,9	654	Ja
B	Strüth 13	612.557	5.465.645	479,6	5,0	60,0	40,8	665	Ja
C	Kühndorf 7	612.694	5.467.013	467,9	5,0	60,0	40,1	702	Ja
D	Röshof 7	613.851	5.466.973	473,4	5,0	60,0	31,7	1.541	Ja
E	Egloffswinden 13a	614.480	5.465.628	443,6	5,0	60,0	27,7	2.146	Ja
F	Buhlsbach 10	612.012	5.467.168	436,9	5,0	60,0	37,5	900	Ja
G	Buhlsbacher Str 43	610.557	5.466.490	425,1	5,0	55,0	29,6	1.733	Ja
H	Buhlsbach Allgemeines Wohngebiet	611.897	5.467.310	439,4	5,0	55,0	35,6	976	Ja
I	Buhlsbach 1a	610.997	5.466.698	423,9	5,0	60,0	32,4	1.434	Ja
J	Buhlsbach 1	611.446	5.466.895	425,5	5,0	60,0	35,5	1.095	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 1
A	684
B	695
C	740
D	1571
E	2175
F	935
G	1869
H	1114
I	1470
J	1128

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
05.03.2023 14:04/3.4.424

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Annahmen

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

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Strüth 12

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	684	692	**40,94**	108,1	0,00	67,80	2,33	-3,00	0,00	0,00	67,14

Schall-Immissionsort: B Strüth 13

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	695	703	**40,77**	108,1	0,00	67,94	2,37	-3,00	0,00	0,00	67,31

Schall-Immissionsort: C Kühndorf 7

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	740	750	**40,08**	108,1	0,00	68,50	2,49	-3,00	0,00	0,00	67,99

Schall-Immissionsort: D Röshof 7

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.571	1.575	**31,70**	108,1	0,00	74,95	4,43	-3,00	0,00	0,00	76,38

Schall-Immissionsort: E Egloffswinden 13a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	2.175	2.180	**27,70**	108,1	0,00	77,77	5,60	-3,00	0,00	0,00	80,37

Schall-Immissionsort: F Buhlsbach 10

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	935	947	**37,54**	108,1	0,00	70,53	3,00	-3,00	0,00	0,00	70,53

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
05.03.2023 14:04/3.4.424

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Schall-Immissionsort: G Buhlsbacher Str 43

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.869	1.876	**29,58**	108,1	0,00	76,47	5,03	-3,00	0,00	0,00	78,50

Schall-Immissionsort: H Buhlsbach Allgemeines Wohngebiet

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.114	1.124	**35,63**	108,1	0,00	72,01	3,43	-3,00	0,00	0,00	72,44

Schall-Immissionsort: I Buhlsbach 1a

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.470	1.479	**32,45**	108,1	0,00	74,40	4,23	-3,00	0,00	0,00	75,62

Schall-Immissionsort: J Buhlsbach 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	**Berechnet [dB(A)]**	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	1.128	1.139	**35,47**	108,1	0,00	72,13	3,47	-3,00	0,00	0,00	72,60

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
05.03.2023 14:04/3.4.424

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung Modus 0s

Schallberechnungs-Modell:
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Bodeneffekt:
Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0
Meteorologischer Koeffizient, C0:
0,0 dB
Art der Anforderung in der Berechnung:
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)
Schallleistungspegel in der Berechnung:
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
Einzeltöne:
Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltönen zugefügt
WEA-Katalog
Aufpunkthöhe ü.Gr.:
5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell
Unsicherheitszuschlag:
0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität
verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:
0,0 dB(A)
Oktavbanddaten verwendet
Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

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

WEA: ENERCON E-138 EP3 E3 4260 138.3 !O!
Schall: Anwenderwert

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

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder 63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Anwenderwert	110,2	95% der Nennleistung	108,1	Nein	89,5	95,2	98,5	101,8	104,0	100,4	92,1	75,1

Schall-Immissionsort: A Strüth 12
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: B Strüth 13
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: C Kühndorf 7
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
05.03.2023 14:04/3.4.424

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung Modus 0s

Schall-Immissionsort: D Röshof 7

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: E Egloffswinden 13a

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: F Buhlsbach 10

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: G Buhlsbacher Str 43

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 55,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: H Buhlsbach Allgemeines Wohngebiet

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 55,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: I Buhlsbach 1a

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: J Buhlsbach 1

Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 60,0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

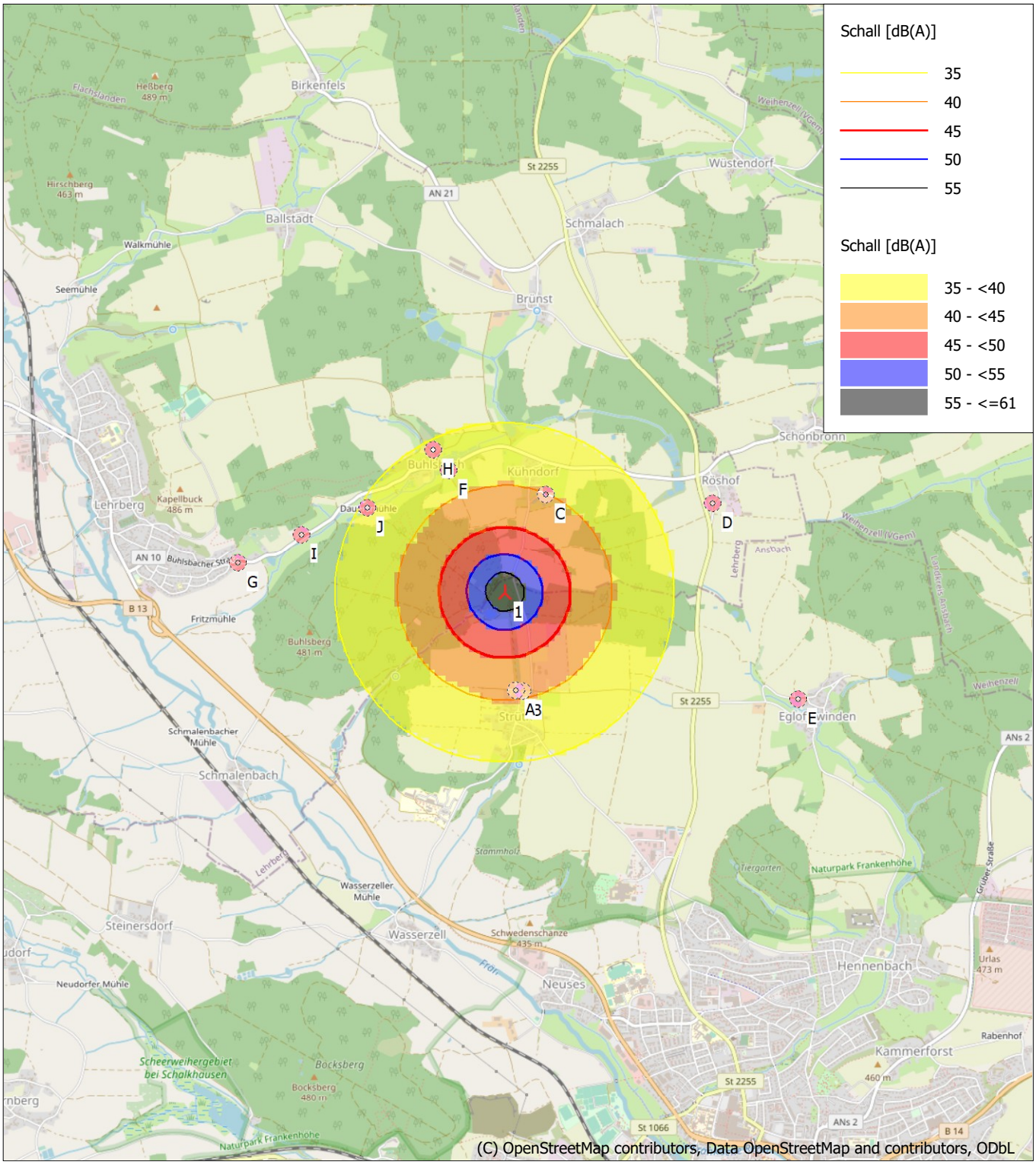
Projekt:
Strüth

Beschreibung:
E-138 EP3 E3 0s

Lizenzierter Anwender:
Manfred Ostermeier
Römerstraße 6
DE-94368 Radldorf
+49 (0) 9429 / 949 11 80
Manfred Ostermeier / manfred.ostermeier@oeko-raum-konzept.de
Berechnet:
05.03.2023 14:04/3.4.424

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Zusatzbelastung Modus 0s



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: ETRS-TMzn Pan-European Transverse Mercator (UTM)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 612.419 Nord: 5.466.326

Neue WEA Schall-Immissionsort

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

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel leistungsoptimierter Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations)

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

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	D02438346/1.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-10-13	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 Leistungsoptimierte Schallbetriebe

Inhaltsverzeichnis

1 Verfügbare Betriebsmodi 6

2 Allgemeines 7

3 Informationen zu Oktavbandpegeln 7

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands 8

4.1 Betriebsmodus NR I s 8

4.2 Betriebsmodus NR II s 9

4.3 Betriebsmodus NR III s 10

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe

Größen, Einheiten, Formeln

L_O	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)		
	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
NR I s	x	x	x
NR II s	x	-[1]	x
NR III s	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

-[1] = auf Anfrage nach standortspezifischer Prüfung verfügbar

2 Allgemeines

Dieses Dokument beinhaltet Zusatzinformationen zum Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe. Im Übrigen gelten die im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe 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 Leistungsoptimierte Schallbetriebe. 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 ±2,5 dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei ±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:

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

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

4.1 Betriebsmodus NR I s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe 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
8,5	75,8	85,3	91,5	95,6	99,0	100,8	97,3	88,7	71,3

Tab. 3: Oktavbandpegel für NH 111 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	75,8	85,2	91,4	95,5	98,9	100,9	97,4	89,2	72,9

Tab. 4: Oktavbandpegel für NH 131 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	75,9	85,3	91,5	95,5	98,8	101,0	97,2	88,6	71,2

Tab. 5: Oktavbandpegel für NH 160 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	76,1	85,5	91,6	95,6	98,8	101,1	97,0	87,8	68,7

4.2 Betriebsmodus NR II s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 6: 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	74,5	84,0	90,4	94,8	98,0	99,8	96,3	87,5	70,0

Tab. 7: Oktavbandpegel für NH 111 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	74,4	83,9	90,3	94,7	98,0	99,8	96,4	88,0	71,6

Tab. 8: Oktavbandpegel für NH 131 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
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 9: Oktavbandpegel für NH 160 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	74,8	84,2	90,5	94,8	98,0	100,0	96,1	86,7	67,6

4.3 Betriebsmodus NR III s

Folgende Oktavbandpegelwerte gelten unter Berücksichtigung der im Datenblatt Leistungsoptimierte Schallbetriebe aufgeführten Unsicherheiten.

Tab. 10: 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
9	73,9	83,2	89,3	93,4	96,5	99,6	95,5	86,6	69,2

Tab. 11: Oktavbandpegel für NH 111 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
6,5	73,8	83,2	89,1	93,1	96,2	99,8	95,5	87,1	70,8

Tab. 12: Oktavbandpegel für NH 131 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
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 13: Oktavbandpegel für NH 160 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	74,0	83,4	89,4	93,5	96,5	99,7	95,2	85,8	66,8

Technisches Datenblatt

Leistungsoptimierte Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations)

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

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	D02438336/1.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2022-10-13	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
IEC 61400-11:2012	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1 Verfügbare Betriebsmodi 6

2 Allgemeines 7
2.1 Leistungsverhalten 7
2.2 Informationen zu Schallleistungspegeln 7
2.3 Betriebsparameter 7
2.4 Standorteigenschaften 8
2.5 Turbulenzintensität 9

3 Betriebsmodus NR I s 11
3.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR I s 11
3.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR I s 14

4 Betriebsmodus NR II s 16
4.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR II s 16
4.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR II s 19

5 Betriebsmodus NR III s 21
5.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR III s 21
5.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR III s 24

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

NH	Nabenhöhe

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit
σ_P	Serienproduktstreuung
σ_R	Messunsicherheit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)		
	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
NR I s	x	x	x
NR II s	x	-[1]	x
NR III s	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

-[1] = auf Anfrage nach standortspezifischer Prüfung verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 Leistungsverhalten

Die in diesem Dokument angegebenen Leistungswerte, Leistungsbeiwerte (c_p-Werte) und Schubbeiwerte (c_t-Werte) sind prognostizierte Werte, deren Erreichen ENERCON nach dem aktuellen Entwicklungsstand dieses Windenergieanlagentyps für hinreichend wahrscheinlich hält. Das Leistungsverhalten der Windenergieanlage wird ausschließlich unter den im Dokument „Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen“ beschriebenen Bedingungen gewährleistet.

2.2 Informationen zu Schallleistungspegeln

Die Zuordnung der Schallleistungspegel (L_{WA}) zur standardisierten Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schallleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.

Aufgrund der Messunsicherheiten (σ_R) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen (σ_P) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der Schallleistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von σ_R = 0,5 dB(A) und σ_P = 1,2 dB(A). Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

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

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schallleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schallleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 Betriebsparameter

Einstellungen der Blindleistungserzeugung der Windenergieanlage sowie Steuerungen und Regelungen von Windparks haben einen Einfluss auf das Leistungsverhalten. Die in diesem Dokument angegebenen berechneten Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien gelten unter der Voraussetzung eines uneingeschränkten Betriebs.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien sowie Schallleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten und sauberen Rotorblättern berechnet. Die Berechnungen beruhen auf der Erfahrung mit Windenergieanlagen an den unterschiedlichsten Standorten.

Tab. 2: Standortbedingungen

Parameter	Wert (10-Minuten-Mittel)
Standardluftdichte	1,225 kg/m^3
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdifferenz zwischen unterem und oberem Tip	10°
maximale Schräganströmung	±2°
Terrain	gemäß IEC 61400-12-1:2017
Schnee/Eis	nein
Regen	nein

Im Übrigen gelten die Rahmenbedingungen gemäß IEC 61400-12-1:2017.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 zu entnehmen.

Tab. 3: Turbulenzintensität

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenz-intensität in %	Obere Grenze Turbulenzin-tensität in %
15,50	7,78	14,45
16,00	7,70	14,30
16,50	7,63	14,16
17,00	7,56	14,03
17,50	7,49	13,91
18,00	7,43	13,79
18,50	7,37	13,69
19,00	7,31	13,58
19,50	7,26	13,48
20,00	7,21	13,39
20,50	7,16	13,30
21,00	7,12	13,22
21,50	7,07	13,14
22,00	7,03	13,06
22,50	6,99	12,99
23,00	6,95	12,92
23,50	6,92	12,85
24,00	6,88	12,78
24,50	6,85	12,72
25,00	6,82	12,66
25,50	6,79	12,60
26,00	6,76	12,55
26,50	6,73	12,50
27,00	6,70	12,45
27,50	6,68	12,40
28,00	6,65	12,35

3 Betriebsmodus NR I s

3.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR I s

Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p- und c_t-Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR I s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	952	0,48	0,89
6,50	1210	0,48	0,88
7,00	1501	0,48	0,86
7,50	1818	0,47	0,83
8,00	2152	0,46	0,79
8,50	2489	0,44	0,75
9,00	2815	0,42	0,69
9,50	3117	0,40	0,64
10,00	3383	0,37	0,58
10,50	3604	0,34	0,53
11,00	3777	0,31	0,48
11,50	3903	0,28	0,43
12,00	3990	0,25	0,38
12,50	4046	0,23	0,34
13,00	4080	0,20	0,30
13,50	4080	0,18	0,27
14,00	4080	0,16	0,24
14,50	4080	0,15	0,21

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
15,00	4080	0,13	0,19
15,50	4080	0,12	0,17
16,00	4080	0,11	0,16
16,50	4080	0,10	0,14
17,00	4080	0,09	0,13
17,50	4080	0,08	0,12
18,00	4080	0,08	0,11
18,50	4080	0,07	0,10
19,00	4080	0,07	0,10
19,50	4080	0,06	0,09
20,00	4080	0,06	0,08
20,50	4078	0,05	0,08
21,00	4032	0,05	0,07
21,50	3960	0,04	0,07
22,00	3855	0,04	0,06
22,50	3710	0,04	0,06
23,00	3526	0,03	0,05
23,50	3304	0,03	0,05
24,00	3049	0,02	0,04
24,50	2774	0,02	0,04
25,00	2249	0,02	0,03
25,50	1950	0,01	0,02
26,00	1666	0,01	0,02
26,50	1397	0,01	0,02
27,00	1149	0,01	0,01
27,50	928	0,01	0,01
28,00	787	0,00	0,01

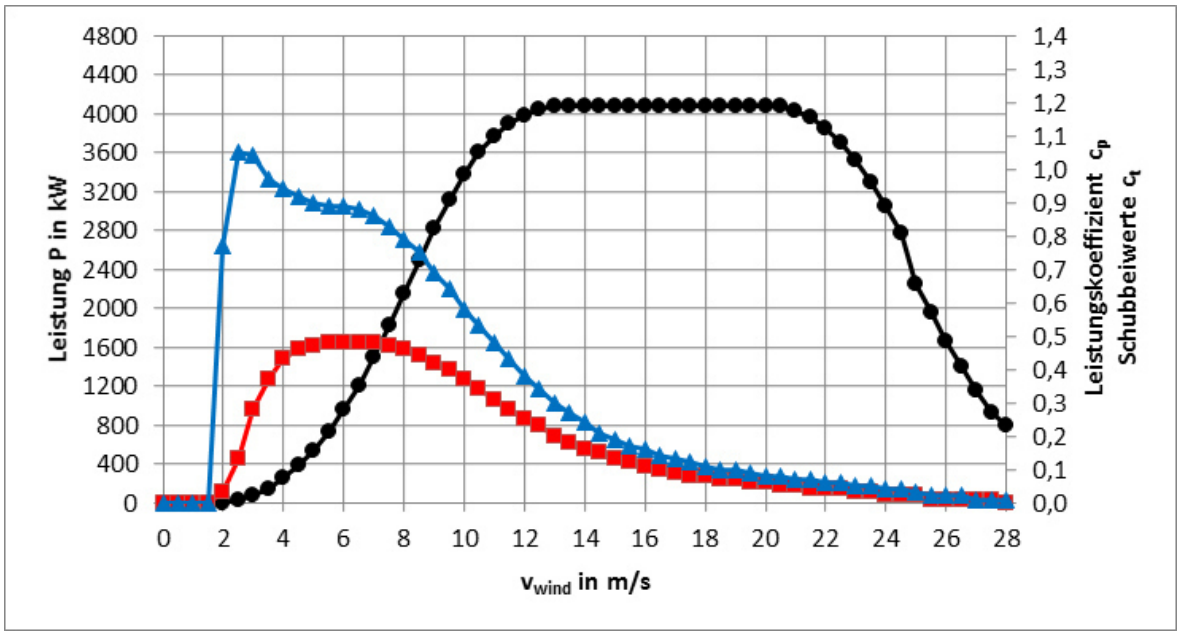


Abb. 1: Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR I s

◆—◆—◆	Leistung P in kW
▲—▲—▲	c_t-Wert
■—■—■	c_p-Wert

3.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR I s

Im Betriebsmodus NR I s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 105,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4080	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	10,6	U/min

Tab. 6: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	94,8	94,9	95,2
3,5 m/s	96,5	96,8	97,2
4 m/s	98,5	98,8	99,3
4,5 m/s	100,6	101,0	101,5
5 m/s	102,7	103,1	103,6
5,5 m/s	104,6	104,7	104,9
6 m/s	105,0	105,0	105,0
6,5 m/s	105,0	105,0	105,0
7 m/s	105,0	105,0	105,0
7,5 m/s	105,0	105,0	105,0
8 m/s	105,0	105,0	105,0
8,5 m/s	105,0	105,0	105,0
9 m/s	105,0	105,0	105,0
9,5 m/s	105,0	105,0	105,0
10 m/s	105,0	105,0	105,0
10,5 m/s	105,0	105,0	105,0
11 m/s	105,0	105,0	105,0
11,5 m/s	105,0	105,0	105,0
12 m/s	105,0	105,0	105,0

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % P_n	105,0	105,0	105,0

Tab. 7: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,6
8,5 m/s	105,0
9 m/s	105,0
9,5 m/s	105,0
10 m/s	105,0
10,5 m/s	105,0
11 m/s	105,0
11,5 m/s	105,0
12 m/s	105,0
12,5 m/s	105,0
13 m/s	105,0
13,5 m/s	105,0
14 m/s	105,0
14,5 m/s	105,0
15 m/s	105,0

4 Betriebsmodus NR II s

4.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR II s

Tab. 8: Berechnete Leistungs-, c_p- und c_t-Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR II s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	951	0,48	0,88
6,50	1205	0,48	0,87
7,00	1485	0,47	0,84
7,50	1782	0,46	0,80
8,00	2084	0,44	0,75
8,50	2379	0,42	0,69
9,00	2658	0,40	0,64
9,50	2915	0,37	0,58
10,00	3146	0,34	0,52
10,50	3346	0,32	0,47
11,00	3512	0,29	0,43
11,50	3642	0,26	0,39
12,00	3737	0,24	0,35
12,50	3804	0,21	0,31
13,00	3849	0,19	0,28
13,50	3870	0,17	0,25
14,00	3870	0,15	0,22
14,50	3870	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
15,00	3870	0,13	0,18
15,50	3870	0,11	0,16
16,00	3870	0,10	0,15
16,50	3870	0,09	0,14
17,00	3870	0,09	0,12
17,50	3870	0,08	0,11
18,00	3870	0,07	0,11
18,50	3870	0,07	0,10
19,00	3870	0,06	0,09
19,50	3870	0,06	0,08
20,00	3870	0,05	0,08
20,50	3870	0,05	0,07
21,00	3862	0,05	0,07
21,50	3813	0,04	0,06
22,00	3738	0,04	0,06
22,50	3628	0,04	0,05
23,00	3480	0,03	0,05
23,50	3294	0,03	0,05
24,00	3070	0,02	0,04
24,50	2825	0,02	0,04
25,00	2317	0,02	0,03
25,50	2015	0,01	0,02
26,00	1729	0,01	0,02
26,50	1456	0,01	0,02
27,00	1202	0,01	0,01
27,50	975	0,01	0,01
28,00	828	0,00	0,01

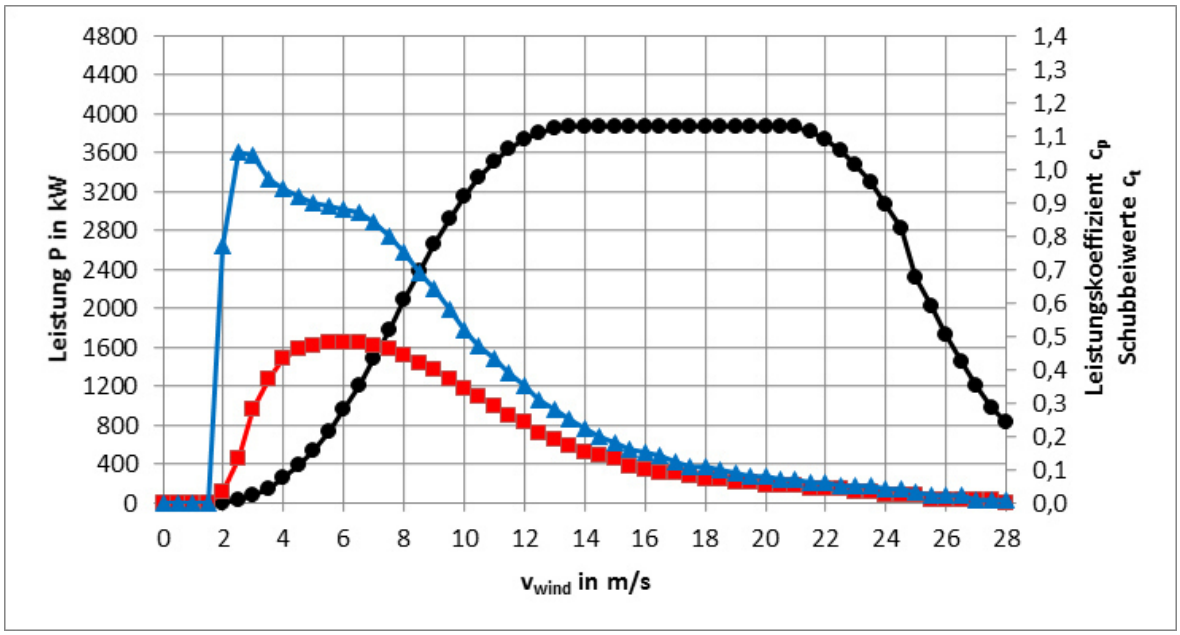


Abb. 2: Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR II s

◆—◆—◆	Leistung P in kW
▲—▲—▲	c_t-Wert
■—■—■	c_p-Wert

4.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR II s

Im Betriebsmodus NR II s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 104,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 9: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3870	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	10,1	U/min

Tab. 10: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	94,8	-	95,2
3,5 m/s	96,5	-	97,2
4 m/s	98,5	-	99,3
4,5 m/s	100,6	-	101,5
5 m/s	102,7	-	103,5
5,5 m/s	104,0	-	104,0
6 m/s	104,0	-	104,0
6,5 m/s	104,0	-	104,0
7 m/s	104,0	-	104,0
7,5 m/s	104,0	-	104,0
8 m/s	104,0	-	104,0
8,5 m/s	104,0	-	104,0
9 m/s	104,0	-	104,0
9,5 m/s	104,0	-	104,0
10 m/s	104,0	-	104,0
10,5 m/s	104,0	-	104,0
11 m/s	104,0	-	104,0
11,5 m/s	104,0	-	104,0
12 m/s	104,0	-	104,0

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % P_n	104,0	-	104,0

Tab. 11: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,0
8,5 m/s	104,0
9 m/s	104,0
9,5 m/s	104,0
10 m/s	104,0
10,5 m/s	104,0
11 m/s	104,0
11,5 m/s	104,0
12 m/s	104,0
12,5 m/s	104,0
13 m/s	104,0
13,5 m/s	104,0
14 m/s	104,0
14,5 m/s	104,0
15 m/s	104,0

5 Betriebsmodus NR III s

5.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR III s

Tab. 12: Berechnete Leistungs-, c_p- und c_t-Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR III s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	727	0,48	0,89
6,00	942	0,48	0,87
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1440	0,46	0,79
7,50	1703	0,44	0,74
8,00	1964	0,42	0,68
8,50	2215	0,39	0,62
9,00	2455	0,37	0,56
9,50	2680	0,34	0,51
10,00	2890	0,32	0,46
10,50	3080	0,29	0,42
11,00	3247	0,27	0,39
11,50	3388	0,24	0,35
12,00	3500	0,22	0,32
12,50	3583	0,20	0,29
13,00	3643	0,18	0,26
13,50	3682	0,16	0,23
14,00	3700	0,15	0,21
14,50	3700	0,13	0,19

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
15,00	3700	0,12	0,17
15,50	3700	0,11	0,16
16,00	3700	0,10	0,14
16,50	3700	0,09	0,13
17,00	3700	0,08	0,12
17,50	3700	0,08	0,11
18,00	3700	0,07	0,10
18,50	3700	0,06	0,09
19,00	3700	0,06	0,09
19,50	3700	0,05	0,08
20,00	3700	0,05	0,08
20,50	3700	0,05	0,07
21,00	3700	0,04	0,07
21,50	3685	0,04	0,06
22,00	3634	0,04	0,06
22,50	3553	0,03	0,05
23,00	3438	0,03	0,05
23,50	3286	0,03	0,04
24,00	3095	0,02	0,04
24,50	2881	0,02	0,04
25,00	2402	0,02	0,03
25,50	2105	0,01	0,03
26,00	1814	0,01	0,02
26,50	1535	0,01	0,02
27,00	1275	0,01	0,01
27,50	1039	0,01	0,01
28,00	885	0,00	0,01

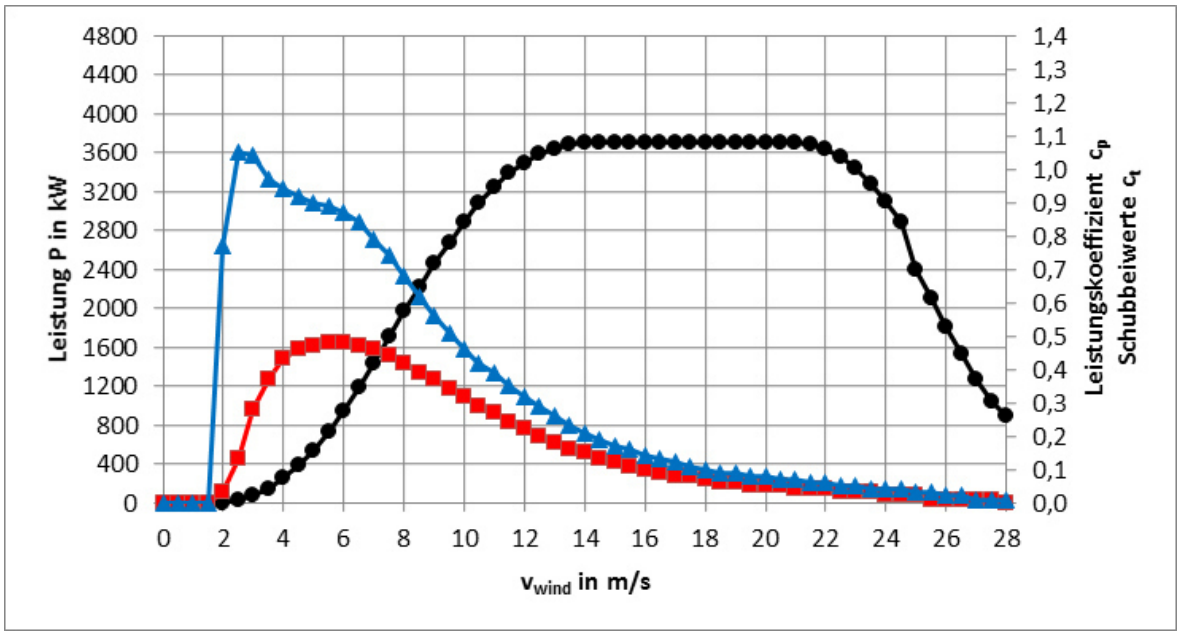


Abb. 3: Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR III s

◆—◆—◆	Leistung P in kW
▲—▲—▲	c_t-Wert
■—■—■	c_p-Wert

5.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR III s

Im Betriebsmodus NR III s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 103,2 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 13: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	3700	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	9,7	U/min

Tab. 14: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	94,8	-	95,2
3,5 m/s	96,5	-	97,2
4 m/s	98,5	-	99,3
4,5 m/s	100,6	-	101,5
5 m/s	102,4	-	102,8
5,5 m/s	102,9	-	103,1
6 m/s	103,1	-	103,2
6,5 m/s	103,2	-	103,2
7 m/s	103,2	-	103,2
7,5 m/s	103,2	-	103,2
8 m/s	103,2	-	103,2
8,5 m/s	103,2	-	103,2
9 m/s	103,2	-	103,2
9,5 m/s	103,2	-	103,2
10 m/s	103,2	-	103,2
10,5 m/s	103,2	-	103,2
11 m/s	103,2	-	103,2
11,5 m/s	103,2	-	103,2
12 m/s	103,2	-	103,2

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % P_n	103,2	-	103,2

Tab. 15: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	102,8
8 m/s	102,9
8,5 m/s	103,1
9 m/s	103,2
9,5 m/s	103,2
10 m/s	103,2
10,5 m/s	103,2
11 m/s	103,2
11,5 m/s	103,2
12 m/s	103,2
12,5 m/s	103,2
13 m/s	103,2
13,5 m/s	103,2
14 m/s	103,2
14,5 m/s	103,2
15 m/s	103,2

Anwendbare Normen und Richtlinien

Die nachfolgend aufgeführten Normen und Richtlinien finden Anwendung bei der Vermessung und Nachvermessung von Schallleistungspegeln.

Tab. 1: Anwendbare Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Titel
DIN 45645-1:1996	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
DIN 45681:2005	Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen
TR 1:2008	Technische Richtlinien für Windenergieanlagen Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte

Ton- und Impulshaltigkeit

Die Tonhaltigkeit KTN beträgt im gesamten Leistungsbereich maximal 1 dB (gilt für den Nahbereich gemäß TR 1:2008 der Fördergesellschaft Windenergie und DIN 45681:2005).

Die Impulshaltigkeit KIN beträgt im gesamten Leistungsbereich 0 dB (gilt für den Nahbereich gemäß TR 1:2008 und DIN 45645-1:1996).

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus 0 s

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations)

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

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	D1018700/4.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	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-Stahlturm
HT	Hybridturm
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlturm

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

Betriebs-modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
0 s	x	x	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 ±2,5 dB(A) und im Frequenzbereich 8000 Hz bei ±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:

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

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
11	78,1	87,4	93,1	96,4	99,7	101,9	98,3	90,0	73,0

Technisches Datenblatt

Betriebsmodus 0 s

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations)

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

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	D1018685/4.0-de
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-01-17	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
IEC 61400-11:2012	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines

Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1 Verfügbarer Betriebsmodus 6

2 Allgemeines 7
2.1 Leistungsverhalten 7
2.2 Informationen zu Schallleistungspegeln 7
2.3 Betriebsparameter 7
2.4 Standorteigenschaften 8
2.5 Turbulenzintensität 9

3 Betriebsmodus 0 s 11
3.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 0 s 11
3.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus 0 s 14

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlturm
HT	Hybridturm
NH	Nabenhöhe
ST	Stahlturm

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit
σ_P	Serienproduktstreuung
σ_R	Messunsicherheit

1 Verfügbarer Betriebsmodus

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

Tab. 1: Verfügbarer Betriebsmodus

Betriebs-modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)				
	E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 81 m	NH 99 m	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
0 s	x	x	x	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 Leistungsverhalten

Die in diesem Dokument angegebenen Leistungswerte, Leistungsbeiwerte (c_p-Werte) und Schubbeiwerte (c_t-Werte) sind prognostizierte Werte, deren Erreichen ENERCON nach dem aktuellen Entwicklungsstand dieses Windenergieanlagentyps für hinreichend wahrscheinlich hält. Das Leistungsverhalten der Windenergieanlage wird ausschließlich unter den im Dokument „Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen“ beschriebenen Bedingungen gewährleistet.

2.2 Informationen zu Schallleistungspegeln

Die Zuordnung der Schallleistungspegel (L_{WA}) zur standardisierten Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schallleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.

Aufgrund der Messunsicherheiten (σ_R) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen (σ_P) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der Schallleistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von σ_R = 0,5 dB(A) und σ_P = 1,2 dB(A). Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

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

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schallleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schallleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 Betriebsparameter

Einstellungen der Blindleistungserzeugung der Windenergieanlage sowie Steuerungen und Regelungen von Windparks haben einen Einfluss auf das Leistungsverhalten. Die in diesem Dokument angegebenen berechneten Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien gelten unter der Voraussetzung eines uneingeschränkten Betriebs.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien sowie Schallleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten und sauberen Rotorblättern berechnet. Die Berechnungen beruhen auf der Erfahrung mit Windenergieanlagen an den unterschiedlichsten Standorten.

Tab. 2: Standortbedingungen

Parameter	Wert (10-Minuten-Mittel)
Standardluftdichte	1,225 kg/m^3
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdifferenz zwischen unterem und oberem Tip	10°
maximale Schräganströmung	±2°
Terrain	gemäß IEC 61400-12-1:2017
Schnee/Eis	nein
Regen	nein

Im Übrigen gelten die Rahmenbedingungen gemäß IEC 61400-12-1:2017.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 zu entnehmen.

Tab. 3: Turbulenzintensität

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenz-intensität in %	Obere Grenze Turbulenzin-tensität in %
15,50	7,78	14,45
16,00	7,70	14,30
16,50	7,63	14,16
17,00	7,56	14,03
17,50	7,49	13,91
18,00	7,43	13,79
18,50	7,37	13,69
19,00	7,31	13,58
19,50	7,26	13,48
20,00	7,21	13,39
20,50	7,16	13,30
21,00	7,12	13,22
21,50	7,07	13,14
22,00	7,03	13,06
22,50	6,99	12,99
23,00	6,95	12,92
23,50	6,92	12,85
24,00	6,88	12,78
24,50	6,85	12,72
25,00	6,82	12,66
25,50	6,79	12,60
26,00	6,76	12,55
26,50	6,73	12,50
27,00	6,70	12,45
27,50	6,68	12,40
28,00	6,65	12,35

3 Betriebsmodus 0 s

3.1 Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 0 s

Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p- und c_t-Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 0 s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	952	0,48	0,89
6,50	1211	0,48	0,88
7,00	1506	0,48	0,86
7,50	1829	0,47	0,84
8,00	2173	0,46	0,80
8,50	2523	0,45	0,76
9,00	2865	0,43	0,71
9,50	3186	0,41	0,65
10,00	3474	0,38	0,60
10,50	3718	0,35	0,54
11,00	3913	0,32	0,49
11,50	4060	0,29	0,44
12,00	4164	0,26	0,39
12,50	4233	0,24	0,35
13,00	4260	0,21	0,31
13,50	4260	0,19	0,28
14,00	4260	0,17	0,25
14,50	4260	0,15	0,22
15,00	4260	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
15,50	4260	0,13	0,18
16,00	4260	0,11	0,17
16,50	4260	0,10	0,15
17,00	4260	0,10	0,14
17,50	4260	0,09	0,13
18,00	4260	0,08	0,12
18,50	4260	0,07	0,11
19,00	4260	0,07	0,10
19,50	4260	0,06	0,09
20,00	4260	0,06	0,09
20,50	4252	0,05	0,08
21,00	4184	0,05	0,07
21,50	4082	0,05	0,07
22,00	3943	0,04	0,06
22,50	3762	0,04	0,06
23,00	3543	0,03	0,05
23,50	3289	0,03	0,05
24,00	3008	0,02	0,04
24,50	2709	0,02	0,04
25,00	2187	0,02	0,03
25,50	1892	0,01	0,02
26,00	1613	0,01	0,02
26,50	1348	0,01	0,02
27,00	1106	0,01	0,01
27,50	889	0,01	0,01
28,00	753	0,00	0,01

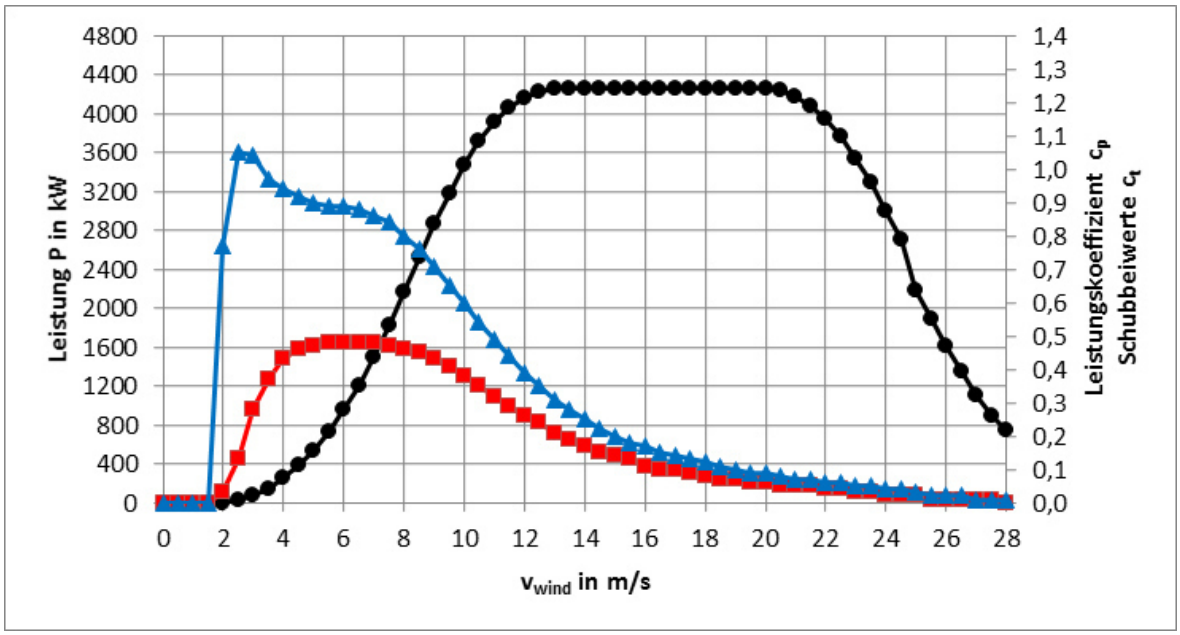


Abb. 1: Leistungs-, c_p- und c_t-Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus 0 s

◆—◆—◆	Leistung P in kW
▲—▲—▲	c_t-Wert
■—■—■	c_p-Wert

3.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus 0 s

Im Betriebsmodus 0 s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert mit optimaler Ertragsausbeute betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 106,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4260	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	11,1	U/min

Tab. 6: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,7
8,5 m/s	105,6
9 m/s	105,8
9,5 m/s	105,9
10 m/s	105,9
10,5 m/s	105,9
11 m/s	106,0
11,5 m/s	106,0
12 m/s	106,0
12,5 m/s	106,0
13 m/s	106,0
13,5 m/s	106,0

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
14 m/s	106,0
14,5 m/s	106,0
15 m/s	106,0