



**Schalltechnisches Gutachten
für die Errichtung und den Betrieb
einer Windenergieanlage
am Standort Berge**

Bericht-Nr. 5234-24-L1

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz



Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb einer Windenergieanlage am Standort Berge

Bericht Nr.: 5234-24-L1

Auftraggeber: EfB Energie für Berge GmbH & Co. KG
Fürstenauer Damm 3
49626 Berge

Auftragnehmer: IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26
26603 Aurich

Telefon: 04941 - 9558-0
E-Mail: mail@iel-gmbh.de

Bearbeiterin: Tomke Haan (M. Eng.)
(Projektbearbeiterin Schallschutz)

Prüfer: Volker Gemmel (Dipl.-Ing.(FH))
(Technischer Leiter Schallschutz)

Textteil: 21 Seiten (inkl. Deckblätter)
Anhang: siehe Anhangsverzeichnis

Datum: 03. Juli 2024



Messstelle nach § 29b BlmSchG

Auflistung der erstellten Berichte:

Berichtsnummer	Datum	Titel	Gegenstand / Inhaltliche Änderungen
5234-24-L1	03.07.2024	Schalltechnisches Gutachten	Erstgutachten

Hinweise:

Die vorliegende Ausarbeitung wurde nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik unparteiisch erstellt.

Diese Ausarbeitung (Textteil und Anhang) darf nur in ihrer Gesamtheit und nur vom Auftraggeber zu dem in der Aufgabenstellung definierten Zweck verwendet werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung dieser Ausarbeitung ist nur mit schriftlicher Zustimmung der IEL GmbH erlaubt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Örtliche Beschreibung	5
3. Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem	6
4. Aufgabenstellung	7
5. Beurteilungsgrundlagen	7
5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren	7
5.2 Meteorologie	8
5.3 Qualität der Prognose	8
5.4 Immissionsrichtwerte	9
6. Schalltechnische Daten des geplanten Anlagentyps	11
6.1 Schallleistungspegel und Frequenzspektren	11
6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit	12
6.3 Tieffrequente Geräusche / Infraschall	13
6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen	14
6.5 Körperschall	14
7. Geplante Windenergieanlage (Zusatzbelastung)	15
8. Vorbelastung	15
9. Ermittlung der maßgeblichen Immissionspunkte	16
9.1 Akustische Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlagen	16
9.2 Immissionspunkte	16
10. Rechenergebnisse und Beurteilung	17
10.1 Rechenergebnisse	17
10.2 Beurteilung	18
11. Zusammenfassung	19
Anhang	21

1. Einleitung

Am Standort Berge ist die Errichtung und der Betrieb einer Windenergieanlage (WEA 01) vom Anlagentyp ENERCON E-175 EP5 mit einer Nabenhöhe von 162 m und einer Nennleistung von 6.000 kW geplant.

Als genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG)¹⁾ sind Windenergieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn zur Vorsorge Maßnahmen getroffen werden, die dem Stand der Technik entsprechen.

Dieses Gutachten dient dem Lärmschutznachweis im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz. Für die maßgeblichen Immissionspunkte werden die Beurteilungspegel rechnerisch ermittelt und den dort geltenden Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

2. Örtliche Beschreibung

Der Standort der geplanten Windenergieanlage befindet sich in der niedersächsischen Gemeinde Berge, Samtgemeinde Fürstenau (Landkreis Osnabrück)

Der geplante Standort befindet sich östlich der Landesstraße L102, zwischen den Gemeinden Berge (nördlich) und Bippen (südlich).

Nordöstlich, in einer Entfernung von > 3.500 m, befinden sich drei Windenergieanlagen (WEA) in Betrieb. Auf Grund der großen Entfernung zu den hier maßgeblichen Immissionsbereichen können diese WEA bei der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung unberücksichtigt bleiben.

Südlich der Gemeinde Berge, westlich der Landesstraße L102 und nordwestlich der geplanten WEA 01, befindet sich das Gewerbegebiet „Gewerbepark Friedrich-Segler-Straße“. Diese Gewerbeflächen fließen als schalltechnische Vorbelastung in die nachfolgenden Berechnungen mit ein.

Das Untersuchungsgebiet (Standort WEA und Wohnbebauung) liegt auf einem Höhenniveau von ca. 50 m bis 60 m ü. N.N. Die geringfügigen Höhenunterschiede sind vernachlässigbar, so dass bei den schalltechnischen Berechnungen von ebenem Gelände ausgegangen wird.

In der nachfolgenden Karte ist das Untersuchungsgebiet dargestellt.

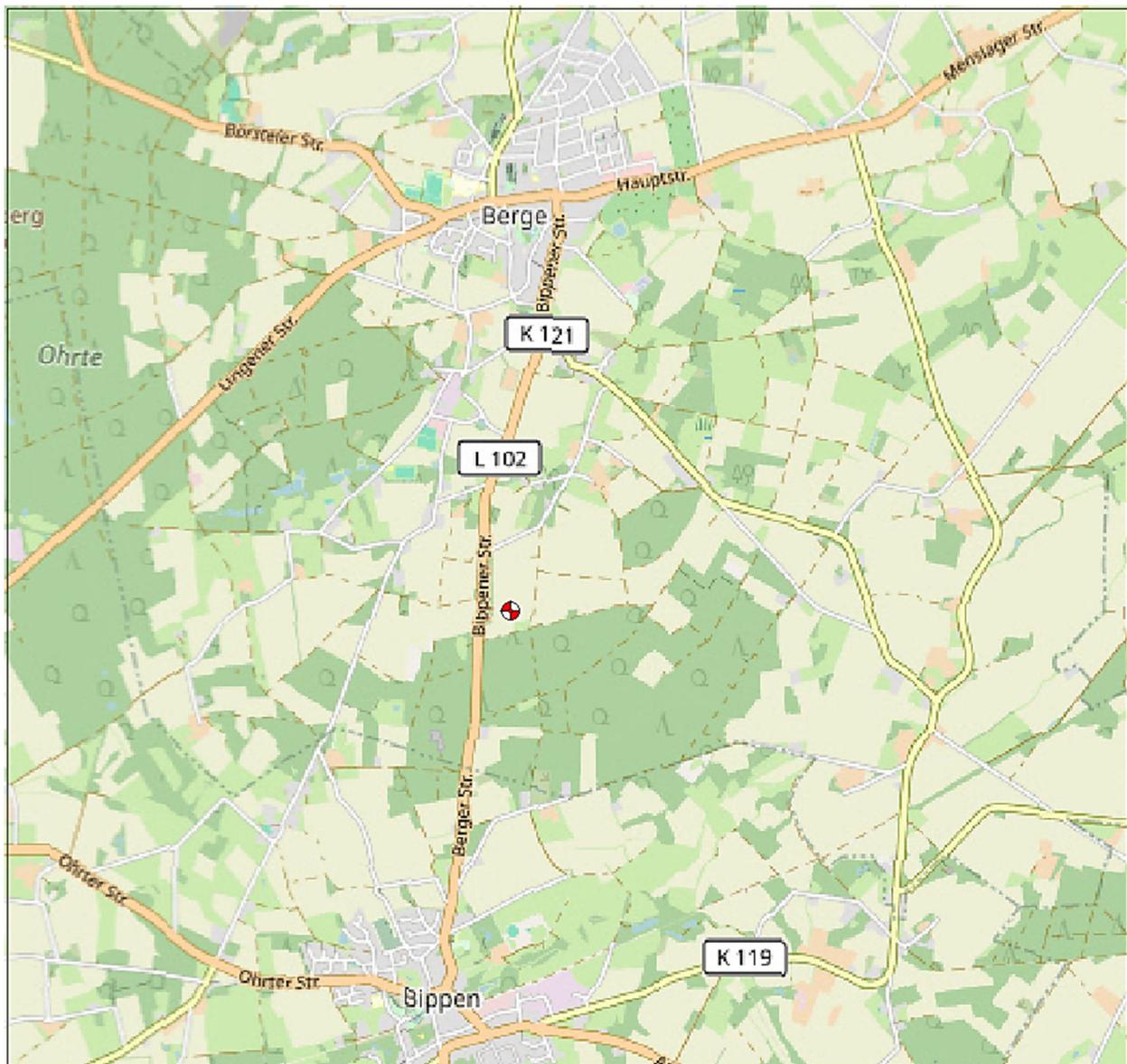


Bild 1: Übersichtskarte (rot: geplante WEA)

3. Kartenmaterial und Koordinaten-Bezugssystem

Die Koordinaten der geplanten Windenergieanlage wurden vom Auftraggeber im Koordinatensystem UTM ETRS89, Zone 32 zur Verfügung gestellt.

Die Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte wurden über das vorliegende Kartenmaterial ermittelt. Eine detaillierte Beschreibung sowie die Auflistung der Koordinaten der untersuchten Immissionspunkte ist dem Abschnitt 9.2 zu entnehmen. Als Kartenmaterial dienen Digitale Topographische Karten (DTK10).

Das verwendete Kartenmaterial wurde dem Onlineservice onmaps (geoGLIS GmbH & Co. KG) entnommen. Die Basis der onmaps-Karte sind ATKIS©-Daten sowie Gebäudeumringe aus dem deutschen Liegenschaftskataster (ALKIS).

4. Aufgabenstellung

Die geplante Windenergieanlage soll zu allen Tag- und Nachtzeiten betrieben werden. Als Beurteilungssituation gilt für den Betrieb von Windenergieanlagen daher i. d. R. die lauteste Stunde der Nacht, da hier die niedrigsten Richtwerte gelten.

Die geplante Windenergieanlage (WEA 01) wird der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2^{3.)}, zugeordnet.

Als schalltechnische Vorbelastung werden die Gewerbeflächen des Gewerbegebietes „Gewerbepark Friedrich-Segler-Straße“ (vgl. Abschnitt 8) berücksichtigt.

Gemäß TA-Lärm Nr. 3.2.1, Abs. 6^{3.)} ist die Bestimmung der Vorbelastung in der Regel nach Nr. A.1.2 des Anhangs zur TA-Lärm durchzuführen. Die Nr. A.1.2 des Anhangs der TA-Lärm legt fest, dass die Vorbelastung nach Nr. A.3 zu ermitteln ist (Immissionsmessung an dem maßgeblichen Immissionsort). Unter bestimmten Bedingungen sind Ersatzmessungen nach Nr. A.3.4 zulässig. Möglichkeiten für Ersatzmessungen sind Rundummessungen und Schallleistungsmessungen mit anschließender Schallausbreitungsrechnung. Zur Ermittlung der Vorbelastung wird bei diesem Projekt auf die schalltechnischen Festsetzungen des Bebauungsplanes zurückgegriffen. Diese schalltechnischen Daten sind ausreichend belastbar um die Vorbelastung hinreichend zu berücksichtigen.

Ziel dieses Gutachtens ist es, die aus Sicht des Lärmschutzes resultierenden Umwelt-einwirkungen aus dem Betrieb der Windenergieanlagen zu berechnen und hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher Kriterien zu beurteilen.

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die schalltechnischen Berechnungen werden gemäß Nr. A2 der TA-Lärm nach der DIN ISO 9613-2^{4.)} durchgeführt. Bis Ende 2017 erfolgten schalltechnische Berechnungen für Windenergieanlagen frequenzunabhängig als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung. Die Bodendämpfung A_{gr} wurde dabei gemäß DIN ISO 9613-2, Nr. 7.3.2 „Alternatives Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel“ berechnet.

In den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen^{13.)} vom 30.06.2016 wurden die Anforderungen der TA-Lärm an die Durchführung von Immissionsprognosen für Windenergieanlagen durch eine vorläufige Anpassung des Prognosemodells beschrieben.

Auf der 134. Sitzung der LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) am 05./06.09.2017 wurde beschlossen, dass die LAI-Hinweise vom 30.06.2016 zur Anwendung kommen sollen.

In Niedersachsen wurden diese Hinweise zum 01.03.2019 eingeführt.

In den LAI-Hinweisen werden mehrere Themen behandelt. Bzgl. der Schallimmissionsprognose wird auf die „Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“^{14.)}, veröffentlicht vom NALS (DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik), verwiesen.

Gegenüber dem bisherigen „Alternativen Verfahren“ gemäß Nr. 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 gibt es im Wesentlichen die folgenden Unterschiede:

- Die Schallausbreitungsrechnung erfolgt frequenzselektiv in Oktavbandbreite (63 Hz bis 8 kHz)
- Es erfolgt keine meteorologische Korrektur ($C_{met} = 0 \text{ dB}$)
- Die Dämpfung des Bodeneffektes wird mit $A_{gr} = -3 \text{ dB}$ berücksichtigt
- Die Richtwirkungskorrektur wird mit $D_c = 0 \text{ dB}$ berücksichtigt.

Ein weiterer Themenschwerpunkt der „LAI-Hinweise“ befasst sich mit den Anforderungen an die Qualität der Prognose (siehe auch nachfolgenden Abschnitt 5.3).

Für die vorliegenden schalltechnischen Berechnungen und die anschließende Beurteilung werden diese „LAI-Hinweise“ herangezogen.

Für die als Vorbelastung berücksichtigten Gewerbeblächen werden die Vorgaben der DIN 45691 „Geräuschkontingentierung“ berücksichtigt

Die Berechnungen werden mit dem Programmsystem IMMI[©] (Version 2023 [541] vom 27.06.2023) durchgeführt, welches die Anwendung der erforderlichen Berechnungsmethoden ermöglicht.

5.2 Meteorologie

Für die Berechnungen werden folgende meteorologische Parameter berücksichtigt:

Temperatur	T	=	10° C
Relative Luftfeuchte	F	=	70 %

Für die Windenergieanlage erfolgen die Berechnungen gemäß den LAI-Empfehlungen ohne eine meteorologische Korrektur C_{met} .

5.3 Qualität der Prognose

Gemäß TA-Lärm, Nr. A.2.6, muss eine Schallimmissionsprognose Aussagen zur Qualität der Prognose enthalten. Bei Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen sind gemäß den LAI-Hinweisen folgende Unsicherheitsfaktoren zu berücksichtigen:

σ_{prog} - Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnung

Für die Unsicherheit des Prognosemodells wird σ_{prog} mit 1 dB berücksichtigt.

σ_P - Serienstreuung der Windenergieanlagen

Bei Vorlage von mindestens drei Messberichten kann für σ_P die Standardabweichung s aus dem zusammenfassenden Bericht entnommen werden. Liegt keine Mehrfachvermessung vor, ist die Serienstreuung σ_P mit 1,2 dB zu berücksichtigen.

σ_R - Ungenauigkeit der Schallemissionsvermessung

Bei FGW-konform vermessenen Windenergieanlagen kann die Unsicherheit der Schallemissionsvermessung mit $\sigma_R = 0,5$ dB berücksichtigt werden.

Die Gesamtunsicherheit der Schallimmissionsprognose berechnet sich wie folgt:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{prog}^2 + \sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (1)$$

Hieraus ergibt sich die obere 90 %ige Vertrauensbereichsgrenze L_o :

$$L_o = L_m + z_1 \quad (2)$$

mit

$$z_1 = 1,28 * \sigma_{ges} \quad (3)$$

Wird für Berechnungen die Herstellerangabe verwendet, so soll diese gemäß den LAI-Hinweisen die Serienstreuung σ_P und die Unsicherheit der Abnahmemessung σ_R beinhalten. Für die Schallimmissionsprognose muss dann keine Unsicherheit für die Serienstreuung und die Schallemissionsvermessung berücksichtigt werden.

Die Sicherstellung der Nicht-Überschreitung ist dann gegeben, wenn unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze die Immissionsrichtwerte nicht überschritten werden. Die Regelungen gemäß TA-Lärm, Nr. 3.2.1, können weiterhin angewendet werden.

5.4 Immissionsrichtwerte

Die maßgeblichen Immissionspunkte gemäß TA-Lärm Nr. 2.3 liegen nach A.1.3 bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes.

Gemäß TA-Lärm sind für die schalltechnische Beurteilung außerhalb von Gebäuden folgende Immissionsrichtwerte heranzuziehen:

Nutzung	Immissionsrichtwerte [dB(A)]	
	Tag (06.00 - 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 - 06.00 Uhr)
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Urbane Gebiete (MU)	63	45
Kern- (MK), Dorf- (MD) und Mischgebiete (MI)	60	45
Allgemeine Wohngebiete (WA) und Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Reine Wohngebiete (WR)	50	35

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte

Während der Beurteilungszeit „Tag“ ist der Beurteilungspegel auf einen Zeitraum von 16 Stunden zu beziehen, während der Beurteilungszeit „Nacht“ auf eine Stunde. Der Beurteilungspegel L_r ist der aus dem Schallimmissionspegel L_s des zu beurteilenden Geräusches und gegebenenfalls aus Zuschlägen für Ton- und Informationshaltigkeit und für Impulshaltigkeit gebildete Wert zur Kennzeichnung der mittleren Geräuschbelastung während der Beurteilungszeit. Zusätzlich müssen für Immissionsorte, die bezüglich der Schutzbedürftigkeit als „Kleinsiedlungsgebiet (WS)“, „Allgemeines Wohngebiet (WA)“ bzw. „Reines Wohngebiet (WR)“ oder „Kurgebiet“ eingestuft werden, Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Werktag: 06.00 - 07.00 Uhr und 20.00 - 22.00 Uhr; Sonn- und Feiertage: 06.00 - 09.00 Uhr, 13.00 - 15.00 Uhr und 20.00 - 22.00 Uhr) vorgenommen werden (TA-Lärm Nr. 6.5).

Gemäß TA-Lärm dürfen kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte am Tag um nicht mehr als 30 dB und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB überschreiten.

Die zulässigen Immissionsrichtwerte für die Wohnbebauung dürfen durch die Gesamtbelastung nicht überschritten werden. Diese setzt sich aus der Vor- und der Zusatzbelastung zusammen. Die Vorbelastung ist die Belastung eines Ortes mit Geräuschimmissionen von Anlagen für die die TA-Lärm gilt, allerdings ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage hervorgerufen wird.

6. Schalltechnische Daten des geplanten Anlagentyps

6.1 Schallleistungspegel und Frequenzspektren

Für den geplanten Anlagentyp E-175 EP5 liegen derzeit noch keine schalltechnischen Vermessungen vor. Nachfolgend wird der vom Hersteller prognostizierte Schallleistungspegel für den in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Betriebsmodus dargestellt.

Betriebsmodus	Nennleistung [kW]	Herstellerangabe L _{wA} [dB(A)]
OM-0-0	6.000	106,5

Tabelle 2: Verwendete schalltechnische Daten / E-175 EP5

Für den Betriebsmodus wird das Frequenzspektrum aus Tabelle 3 zugrunde gelegt. Das A-bewertete Oktavbandspektrum wurde der Herstellerangabe entnommen (siehe Anhang).

Betriebsmodus	Schallleistungspegel L _{wA,okt.} [dB(A)] bei Oktavband-Mittenfrequenz [Hz]							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
OM-0-0	86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2

Tabelle 3: Frequenzabhängige Schallleistungspegel L_{wA,okt.} / E-175 EP5
(ohne Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich)

Hinweis 1:

Aus programmtechnischen Gründen sind bei den frequenzabhängigen Berechnungsergebnissen im Anhang bei den Schallemissionswerten und Schallimmissionswerten die linearen Oktavbandspektren (inkl. Zuschlag z₁) dargestellt.

Grundlage der Berechnungen sind die Herstellerangaben. Da diese die Serienstreuung σ_P und die Unsicherheit der Abnahmemessung σ_R noch nicht beinhalten, werden diese für die Ermittlung des Zuschlages zur Bestimmung des Schallleistungspegels L_{wA,90} berücksichtigt (vgl. Abschnitt 5.3).

Sollen in einer Genehmigung der Schallleistungspegel L_{e,max} und das zugehörige Oktavspektrum festgeschrieben werden, muss gemäß den LAI-Empfehlungen auf die Angaben aus Tabelle 2 (letzte Spalte) und Tabelle 3 noch der Zuschlag z₂ addiert werden. Dieser beinhaltet keine Unsicherheit des Prognosemodells und berechnet sich wie folgt:

$$z_2 = 1,28 * \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (4)$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Parameter und Zuschläge zusammengefasst.

Betriebsmodus	L _{wA} [dB(A)]	σ_{prog} [dB]	σ_P [dB]	σ_R [dB]	σ_{ges} [dB]	z ₁ [dB]	L _{wA,90} [dB(A)]	z ₂ [dB]	L _{e, max} [dB(A)]
OM-0-0	106,5	1,0	1,2	0,5	1,6	2,1	108,6	1,7	108,2

Tabelle 4: Schallleistungspegel L_{wA}, L_{wA,90}, L_{e, max} / E-175 EP5

Daraus ergibt sich als Festsetzung im Genehmigungsbescheid folgendes maximal zulässiges Frequenzspektrum:

Betriebsmodus	Schallleistungspegel $L_{e,max,okt.}$ [dB(A)] bei Oktavband-Mittenfrequenz [Hz]							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
OM-0-0	88,6	94,3	98,9	102,4	103,1	101,5	94,3	77,9

Tabelle 5: Maximal zulässige frequenzabhängige Schallleistungspegel / E-175 EP5 (inkl. Zuschlag z_2)

Hinweis 2:

Das Oktavbandspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann von dem in der Prognose zugrundeliegenden Spektrum im Allgemeinen abweichen. Um bei einer Abweichung die immissionsschutzrechtliche Unbedenklichkeit nachzuweisen sollte mit dem messtechnisch ermittelten Oktavspektrum eine erneute Schallausbreitungsberechnung gemäß Interimsverfahren durchgeführt werden. Das genaue Vorgehen hierzu wird in Abschnitt 5.2 der LAI-Hinweise ausführlich beschrieben.

6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit

Gemäß den LAI-Hinweisen ist die windkrafttypische Geräuschcharakteristik i.d.R. weder als ton- noch als impulshaltig einzustufen. Dies ist auch damit begründet, dass seit vielen Jahren durch die Hersteller keine Typvermessungsberichte mit einem $K_{TN} > 1$ dB vorgelegt wurden.

Im Nahbereich ermittelte Tonhaltigkeiten von ≤ 2 dB können gemäß den LAI-Hinweisen unberücksichtigt bleiben. Für WEA-Typen, bei denen in Messberichten gemäß FGW-Richtlinie¹¹⁾ ein K_{TN} von 2 dB im Nahbereich ermittelt wurde, empfehlen die LAI-Hinweise eine Abnahmemessung am maßgeblichen Immissionsort.

Aus der aktuellen Rechtsprechung geht hervor, dass eine tonhaltige Geräuschimmissionssituation genehmigungsfähig ist, solange auch unter Berücksichtigung eines Tonzuschlages gemäß TA-Lärm die zulässigen Immissionsrichtwerte nicht überschritten werden.

Die vorliegende Herstellerangabe für den geplanten Anlagentyp enthält keine Aussagen zur Tonhaltigkeit.

Darüber hinaus liegen auch keine Erkenntnisse über eine generelle Impulshaltigkeit der Windenergieanlagen des Herstellers vor.

Für die weitere Bearbeitung wird vorausgesetzt, dass die Geräuschimmissionen des geplanten Anlagentyps keine immissionsrelevante Ton- und Impulshaltigkeit aufweisen.

Bei dem Betrieb von WEA treten keine informationshaltigen Geräusche auf, so dass eine besondere Berücksichtigung nicht notwendig ist.

6.3 Tieffrequente Geräusche / Infraschall

Gemäß TA-Lärm Nr. 7.3 muss in einem immissionsschutzrechtlichen Verfahren auch die Frage geklärt werden, inwieweit von der zu beurteilenden Anlage schädliche Umwelteinwirkungen im tieffrequenten Bereich ausgehen. Hierbei ist der Frequenzbereich ≤ 90 Hz zu untersuchen (vergl. DIN 45680^{5.)}). Allgemein kann gesagt werden, dass Windenergieanlagen keine Geräusche im tieffrequenten Bereich hervorrufen, die hinsichtlich möglicher schädlicher Umwelteinwirkungen gesondert zu prüfen wären.

Ein Spezialfall im tieffrequenten Bereich stellt der „Infraschall“ dar. Hierbei handelt es sich um den nicht hörbaren Frequenzbereich ≤ 20 Hz. Die von modernen Windenergieanlagen hervorgerufenen Schallpegel im Infraschallbereich liegen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Auch neuere Empfehlungen zur Beurteilung von Infraschalleinwirkungen der Größenordnung, wie sie in der Nachbarschaft von Windenergieanlagen bislang nachgewiesen wurden, gehen davon aus, dass sie ursächlich nicht zu Störungen, erheblichen Belästigungen oder Geräuschbeeinträchtigungen führen^{30.) bis 35.)}.

In^{35.)} wird der messtechnische Nachweis geführt, dass der von Windenergieanlagen mit einer Leistung von 1.800 kW bis 3.200 kW bewirkte Infraschallpegel auch im Nahbereich der Windenergieanlagen (Abstände bis zu 300 m) deutlich unterhalb der menschlichen Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle liegt. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass sich bereits ab einer Entfernung von 700 m der Infraschallpegel durch das Einschalten der Windenergieanlagen nicht wesentlich erhöht.

In der öffentlichen Diskussion wird immer noch das Thema „Infraschall in Verbindung mit Windenergieanlagen“ diskutiert. Dabei wird von einigen Diskussionsteilnehmern insbesondere auf die unkalkulierbaren Gesundheitsgefahren durch den von Windenergieanlagen verursachten Infraschall hingewiesen und ausgeführt, dass diese durch Studien bewiesen seien. Für eine negative Auswirkung von Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle konnten bislang jedoch keine wissenschaftlich gesicherten Erkenntnisse gefunden werden. Zu diesem Thema wurde im September 2020 vom Umweltbundesamt die Laborstudie „Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen“^{43.)} veröffentlicht. Für diese Studie wurden die Testpersonen verschiedenen Infraschallgeräuschen im Frequenzbereich zwischen 3 Hz und 18 Hz ausgesetzt. Die Schalldruckpegel lagen dabei unterhalb, im Bereich oder knapp oberhalb der Wahrnehmungsschwelle. Damit wurden die Testpersonen deutlich höheren Schalldruckpegeln ausgesetzt, als es in der Nachbarschaft von Windenergieanlagen möglich ist. Während und nach der Beschallung der Testpersonen wurden verschiedene physiologische Parameter gemessen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass es keinen Zusammenhang zwischen Infraschallgeräuschen um oder unter der Wahrnehmungsschwelle und akuten körperlichen Reaktionen gibt. Als weiteres Ergebnis kann festgehalten werden, dass nicht wahrnehmbare Infraschallimmissionen nicht als belästigend wahrgenommen wurden.

6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Spitzenpegel von Windenergieanlagen können u. U. durch kurzzeitig auftretende Vorgänge beim Gieren (Betrieb der Windnachführung) oder Bremsen (z. B. wegen Überdrehzahl) auftreten. Sie dürfen gem. TA-Lärm Nr. 6.1 in der Nacht die Richtwerte um nicht mehr als 20 dB überschreiten. Üblicherweise sind bei Windenergieanlagen keine Spitzenpegel zu erwarten, die zu einer Überschreitung dieser Vorgabe führen.

6.5 Körperschall

In der TA-Lärm Nr. 6.2 sind Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden definiert. Diese werden für die schalltechnische Beurteilung bei Geräuschübertragungen innerhalb von Gebäuden oder bei Körperschallübertragungen herangezogen.

In Bezug auf die Windenergieanlagen scheidet eine Beurteilung auf Grund einer Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden aus.

Eine mögliche Körperschallübertragung könnte von einer Windenergieanlage über den Erdboden zu einem Wohngebäude erfolgen und innerhalb des Wohngebäudes von den Raumbegrenzungswänden als Luftschatll abgestrahlt werden. Eine solche Körperschallübertragung ist maßgeblich von der Einleitung der Körperschallenergie vom Turm über das WEA-Fundament in das Erdreich und von der Beschaffenheit des Erdbodens zwischen Windenergieanlage und Wohngebäude abhängig.

Es liegen derzeit keine Hinweise darüber vor, dass eine solche Körperschallübertragung von Windenergieanlagen zu Wohngebäuden stattfindet und zu einer Überschreitung der in Nr. 6.2 der TA-Lärm definierten Immissionsrichtwerte führen kann.

Hinweis 3:

Um die Luftschatlemission einer Windenergieanlage weitestgehend zu reduzieren und damit auch die Schallabstrahlung des Turmes auf Grund von Körperschallanregung zu minimieren, werden bereits heute umfangreiche konstruktive körperschallisolierte Maßnahmen an einer Windenergieanlage durchgeführt. Damit wird auch eine Körperschallübertragung vom Turm über das WEA-Fundament in das Erdreich deutlich reduziert.

7. Geplante Windenergieanlage (Zusatzbelastung)

Am Standort Berge soll eine Windenergieanlage des Herstellers ENERCON realisiert werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die Daten und Standortkoordinaten der geplanten Windenergieanlage zusammengefasst.

Windenergieanlage	Naben- höhe [m]	Rotordurch- messer [m]	UTM ETRS89, Zone 32	
			Rechtswert	Hochwert
WEA 01 E-175 EP5	162	175	414.985	5.828.616

Tabelle 6: Daten und Standortkoordinaten der geplanten Windenergieanlage (Zusatzbelastung)

Für die schalltechnischen Berechnungen wird für die Tages- und Nachtzeit für die geplante Windenergieanlage der uneingeschränkte Betrieb berücksichtigt. Der für die Berechnungen berücksichtigte Betriebsmodus und der verwendete Schallleistungspegel $L_{WA,90}$ ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Das für den Betriebsmodus berücksichtigte Frequenzspektrum ist in der Tabelle 3 sowie im Datensatz des Anhangs aufgeführt.

Windenergieanlage	Tag (06.00 - 22.00 Uhr)			Nacht (22.00 - 06.00 Uhr)		
	Betriebs- mode	Leistung [kW]	$L_{WA,90}^*$ [dB(A)]	Betriebs- mode	Leistung [kW]	$L_{WA,90}^*$ [dB(A)]
WEA 01 E-175 EP5	OM-0-0	6.000	108,6	OM-0-0	6.000	108,6

Tabelle 7: Betriebsmodi und Schallleistungspegel der geplanten Windenergieanlage (Zusatzbelastung)

* Schallleistungspegel inkl. Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich (vgl. Abschnitt 6.1).

8. Vorbelastung

Als schalltechnische Vorbelastung ist im vorliegenden Fall das Gewerbegebiet „Gewerbepark Friedrich-Segler-Straße“ zu berücksichtigen.

Im Bebauungsplan Nr. 18 „Gewerbepark Friedrich-Segler-Straße“ wurden zur Begrenzung der Schallemission sogenannte Schallemissionskontingente gemäß DIN 45691 „Geräuschkontingentierung“ festgesetzt. Die in diesem Bebauungsplan festgesetzten richtungsabhängigen Zusatzkontingente werden ebenfalls berücksichtigt. Diese richtungsabhängigen Zusatzkontingente erlauben in drei definierten Richtungssektoren eine deutlich höhere Schallemission.

Die berücksichtigten Emissionskontingente können dem Datensatz im Anhang entnommen werden.

9. Ermittlung der maßgeblichen Immissionspunkte

9.1 Akustische Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlagen

Gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 sind die Flächen dem akustischen Einwirkungsbereich zuzuordnen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert (IRW) liegt. Das zusätzliche Kriterium der Geräuschspitzen muss im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt werden.

Im Anhang sind die Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage für WR-Gebiete (Reine Wohngebiete), WA-Gebiete (Allgemeine Wohngebiete) und MI/MG-Gebiete (Misch-Dorfgebiete) dargestellt.

Die Lage der Immissionspunkte wurde im Rahmen der Standortaufnahme am Juni 2024 durch Mitarbeiter der IEL GmbH geprüft. Bei der Standortaufnahme konnte festgestellt werden, dass keine Gebäudeanordnungen gegeben sind, die zu möglichen Pegelerhöhenden Schallreflexionen führen.

Bei den schalltechnischen Berechnungen werden die sich innerhalb des Einwirkungsbereiches der geplanten Windenergieanlage befindenden nächstgelegenen repräsentativen Nutzungen berücksichtigt.

9.2 Immissionspunkte

Die untersuchten Immissionspunkte befinden sich rund um den geplanten Standort im Außenbereich, sowie am südlichen Ortsrand von Berge bzw. am nördlichen Ortsrand von Bipp. Die Schutzbedürftigkeiten der einzelnen Immissionsorte wurden anhand von rechtskräftigen Bebauungsplänen, Flächennutzungsplänen sowie der tatsächlichen Nutzung ermittelt.

Die für die schalltechnische Beurteilung für die Tageszeit (06.00 - 22.00 Uhr) bzw. die Nachtzeit (22.00 - 06.00 Uhr) jeweils zulässigen Immissionsrichtwerte sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Weiterhin sind die jeweiligen Schutzbedürftigkeiten, Bezeichnungen der Immissionspunkte und die dazugehörigen Koordinaten aufgelistet.

Bezeichnung	UTM ETRS89 Zone 32		Höhe über Grund [m]	B-Plan Nr.	Schutz- bedürfиг- keit	IRW [dB(A)] Tag / Nacht
	Rechts- wert	Hoch- wert				
IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	415.188	5.829.199	5	Außenbereich	MI/MD	60/45
IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	414.718	5.829.133	5	Außenbereich	MI/MD	60/45
IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	414.407	5.828.804	5	Außenbereich	MI/MD	60/45
IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	414.817	5.827.969	5	Außenbereich	MI/MD	60/45
IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	414.620	5.826.990	5	B-Plan Nr. 8 „Am Wickersberg“	WR	50/35
IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	414.967	5.830.341	7,5	„Ortsmitte“	WA	55/40

Tabelle 8: Immissionspunkte

10. Rechenergebnisse und Beurteilung

Gemäß TA-Lärm muss zur schalltechnischen Beurteilung die Gesamtbelaustung an dem jeweiligen Immissionspunkt ermittelt werden (Abschnitt 2.4 der TA-Lärm). Sie setzt sich aus der Vorbelastung (hier: „Gewerbepark Friedrich-Segler-Straße“) und der Zusatzbelastung (hier: eine geplante WEA) zusammen.

10.1 Rechenergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle werden die Beurteilungspegel für die Nachtzeit für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelaustung aufgelistet.

Immissionspunkt	IRW - Nacht [dB(A)]	Vor- belastung [dB(A)]	Zusatz- belastung [dB(A)]	Gesamt- belastung [dB(A)]
IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	45	36,7	42,2	43,2
IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	45	39,7	42,7	44,5
IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	45	35,3	42,3	43,1
IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	45	29,3	41,4	41,6
IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	35	25,4	31,3	32,3
IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	40	34,3	30,9	36,0

Tabelle 9: Berechnungsergebnisse / Nacht

In der nachfolgenden Tabelle werden die Beurteilungspegel (gerundet gemäß DIN 1333) der Gesamtbelaustung für alle Immissionspunkte gebildet und den zulässigen Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

Immissionspunkt	IRW Nacht [dB(A)]	Gesamt- belastung [dB(A)]	Gesamt- belastung (gerundet) [dB(A)]	Reserve zum IRW [dB]
IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	45	43,2	43	2
IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	45	44,5	45	0
IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	45	43,1	43	2
IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	45	41,6	42	3
IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	35	32,3	32	3
IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	40	36,0	36	4

Tabelle 10: Bildung der Beurteilungspegel / Nacht

10.2 Beurteilung

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass der jeweils zulässige Immissionsrichtwert für die Nachtzeit durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an fünf Immissionspunkten (IP 01 und IP 03 bis IP 06) um mindestens 2 dB unterschritten wird.

An einem Immissionspunkt (IP 02) wird der Immissionsrichtwert ausgeschöpft.

Während der Tageszeit (Sonntag) liegen die Beurteilungspegel der Zusatzbelastung an allen Immissionspunkten um mindestens 15 dB unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert (vgl. Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse im Anhang).

Aus Sicht des Schallimmissionsschutzes bestehen unserer Auffassung nach unter den dargestellten Bedingungen keine Bedenken gegen die Errichtung und den uneingeschränkten Betrieb der geplanten Windenergieanlage während der Tages- und Nachtzeit.

Anmerkung:

Die dargestellten Ergebnisse und Beurteilungen gelten nur für die hier betrachteten Konfigurationen. Sollten sich Änderungen hinsichtlich der zu berücksichtigenden Vorbelastung bzw. den zu beurteilenden Immissionspunkten ergeben, sind die ermittelten Ergebnisse nicht mehr gültig und es sind neue Berechnungen notwendig.

11. Zusammenfassung

Am Standort Berge ist die Errichtung und der Betrieb einer Windenergieanlage (WEA 01) vom Anlagentyp ENERCON E-175 EP5 mit einer Nabenhöhe von 162 m und einer Nennleistung von 6.000 kW geplant.

Als schalltechnische Vorbelastung wurden die Gewerbeflächen des Gewerbegebietes „Gewerbepark Friedrich-Segler-Straße“ berücksichtigt.

Für die geplante Windenergieanlage wurde für die Tages- und Nachtzeit der uneingeschränkte Betrieb berücksichtigt. Der für die Berechnungen verwendeten Betriebsmodus ist in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengefasst:

Windenergieanlage	Tag (06.00 - 22.00 Uhr)			Nacht (22.00 - 06.00 Uhr)		
	Betriebs- mode	Leistung [kW]	$L_{WA,90}^*$ [dB(A)]	Betriebs- mode	Leistung [kW]	$L_{WA,90}^*$ [dB(A)]
WEA 01 E-175 EP5	OM-0-0	6.000	108,6	OM-0-0	6.000	108,6

Tabelle 11: Betriebsmodi und Schallleistungspegel der geplanten WEA

* Schallleistungspegel inkl. Zuschlag für den oberen Vertrauensbereich (vgl. Abschnitt 6.1).

Alle weiteren für die hier zu beurteilende Windenergieanlage relevanten Daten sind den Abschnitten 6 und 7 zu entnehmen.

Unter Berücksichtigung des o.g. Betriebsmodus wurde für insgesamt sechs Immissionspunkte die durch die geplante Windenergieanlage bewirkte Zusatzbelastung prognostiziert. Mit der ebenfalls rechnerisch ermittelten Vorbelastung wurde die Gesamtbelastung bestimmt.

Wie die Berechnungsergebnisse im Abschnitt 10.1 zeigen, wird der jeweils zulässige Immissionsrichtwert durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an fünf Immissionspunkten um mindestens 2 dB unterschritten und an einem Immissionspunkt ausgeschöpft.

Während der Tageszeit (Sonntag) liegen die Beurteilungspegel der Zusatzbelastung an allen Immissionspunkten um mindestens 15 dB (gerundet) unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert. Damit liegen diese gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 außerhalb des akustischen Einwirkungsbereiches der geplanten Windenergieanlage.

Aus Sicht des Schallimissionsschutzes bestehen unserer Auffassung nach unter den dargestellten Bedingungen keine Bedenken gegen die Errichtung und den uneingeschränkten Betrieb der geplanten Windenergieanlage während der Tages- und Nachtzeit.

Alle Berechnungsergebnisse und Beurteilungen gelten nur für die gewählte Konfiguration. Dieses Gutachten (Textteil und Anhang) darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden.

Aurich, 03.07.2024

Bericht verfasst durch



Tomke Haan (M. Eng.)
(Projektbearbeiterin Schallschutz)

Geprüft und freigegeben durch



Volker Gemmel (Dipl.-Ing.(FH))
(Technischer Leiter Schallschutz)

Anhang

Übersichtskarten und Schallimmissionsraster

- Darstellung der akustischen Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlage (1 Seite / DIN A3)
- Übersichtskarte: WEA, Gewerbeblächen und Immissionspunkte (1 Seite)
- Schallimmissionsraster / Zusatzbelastung (1 Seite)

Datensatz (3 Seiten)

Berechnungsergebnisse

- Zusammenfassung (2 Seiten)
- Gesamtbelastung (3 Seiten)
- Zusatzbelastung - frequenzabhängige Darstellung (2 Seiten)

Legende zu den Berechnungsergebnissen (1 Seite)

Schalltechnische Daten E-175 EP5

- Herstellerangabe, Betriebsmodus OM-0-0, Dokument-Nr. D02772017/2.0-de vom 29.06.2023 (14 Seiten)
- Herstellerangabe, Oktavbandpegel Betriebsmodus OM-0-0, Dokument-Nr. D02772025/2.0-de vom 21.06.2023 (8 Seiten)

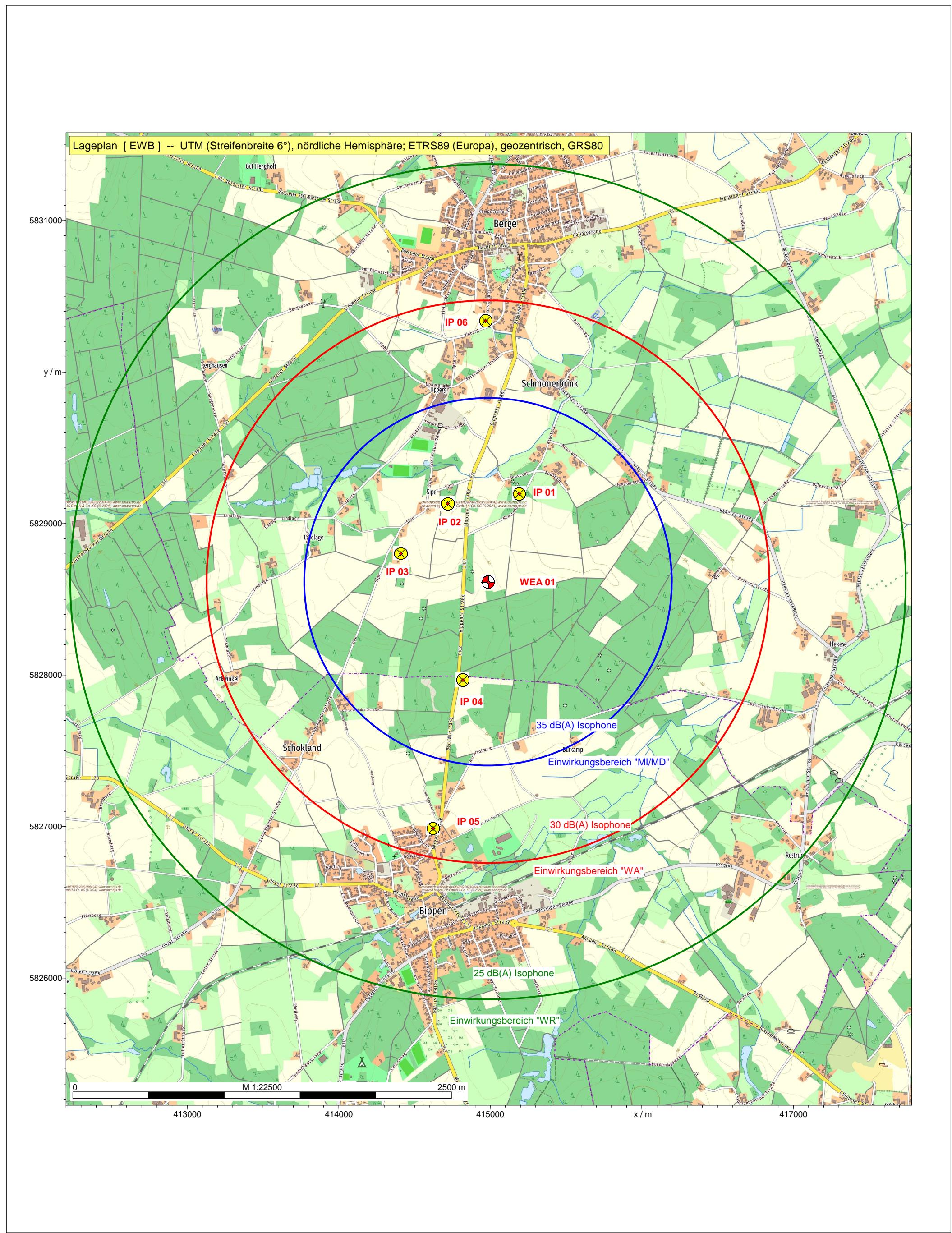
Literaturverzeichnis (3 Seiten)



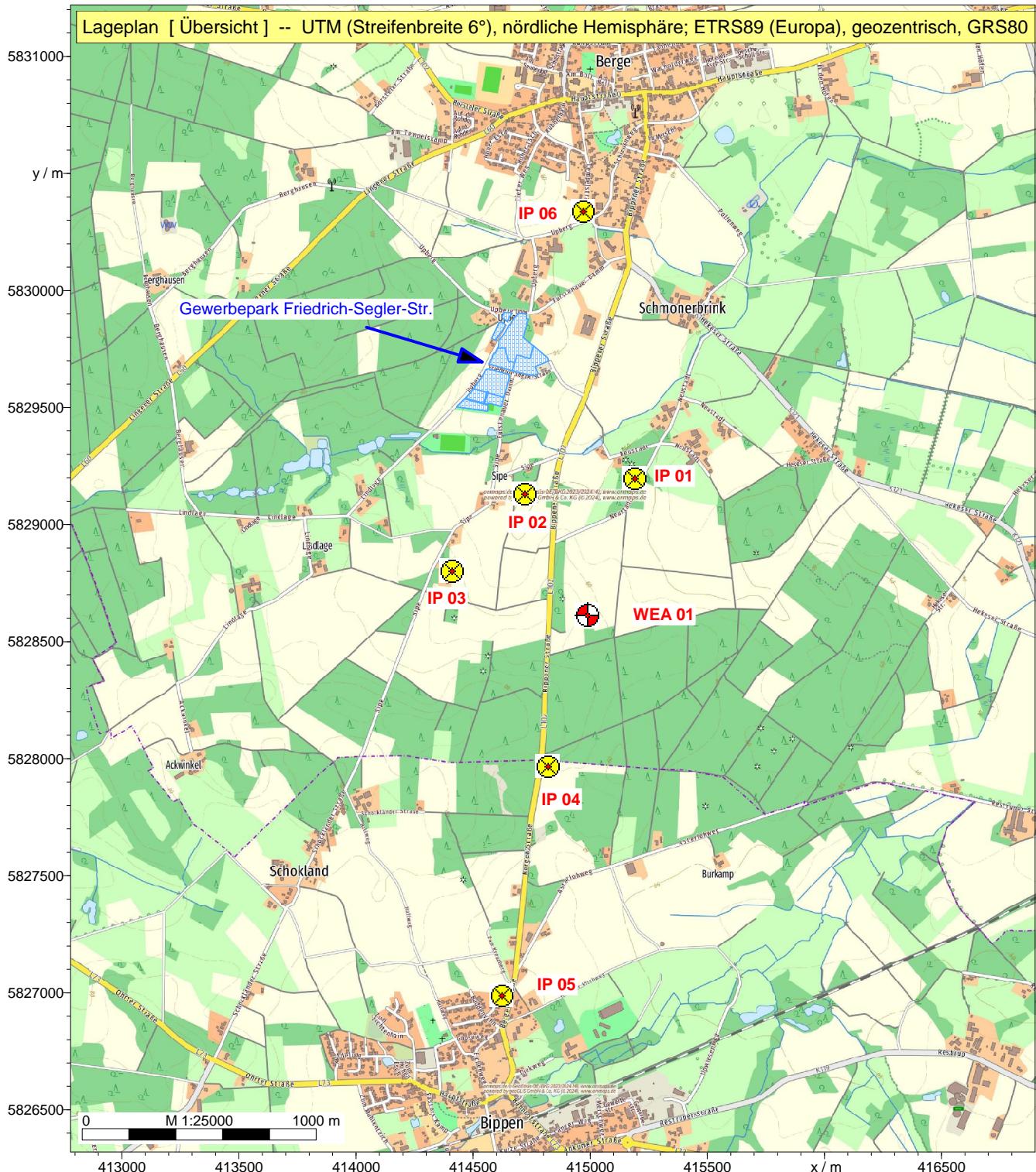
**Übersichtskarten
und
Schallimmissionsraster**

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

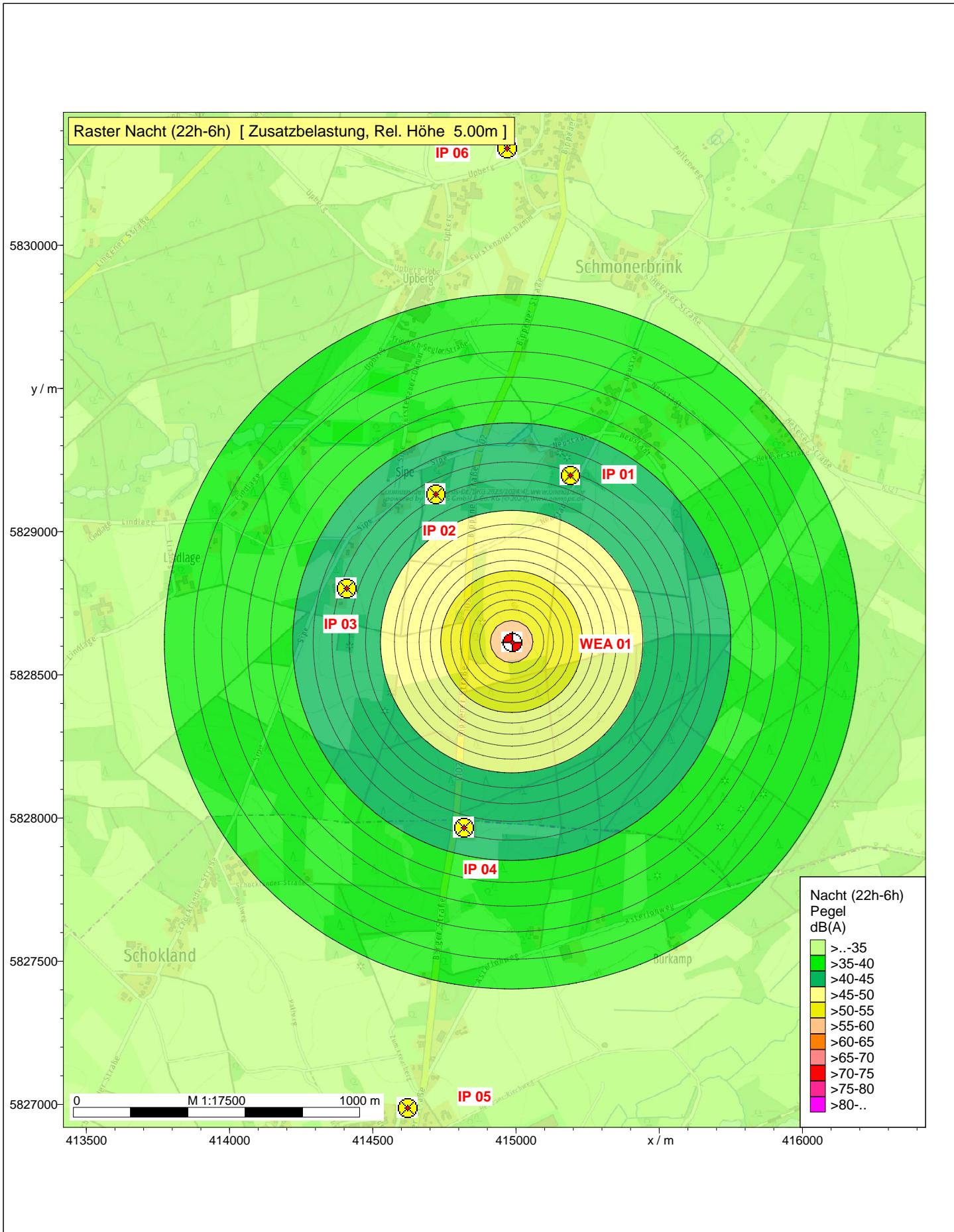
Standort: Berge
 Übersichtskarte: Darstellung der akustischen Einwirkungsbereiche
 der geplanten Windenergieanlage

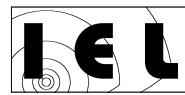


Standort: Berge
Übersichtskarte: geplante Windenergieanlage, Gewerbeflächen und Immissionspunkte



Standort: Berge
Schallimmissionsraster / Zusatzbelastung





Datensatz

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Projekt Eigenschaften									
Prognosetyp:	Lärm								
Prognoseart:	Lärm (nationale Normen)								
Beurteilung nach:	TA Lärm (2017)								

Emissionsspektren (Interne Datenbank)															
Name		Σ dB(A)	Typ		16 Hz	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
E-175 EP5_OM-0-0		106,5	A	dB(A)			86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2	

Beurteilungszeiträume										
T1	Werktag (6h-22h)									
T2	Sonntag (6h-22h)									
T3	Nacht (22h-6h)									

Immissionspunkt (6)										Übersicht		
	Bezeichnung	Gruppe	Richtwerte /dB(A)			Nutzung	T1	T2	T3			
			Geometrie: x /m			y /m				z(abs) /m		
											z(rel) /m	
IPkt001	IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	IP 01 bis IP 05	Richtwerte /dB(A)			Kern/Dorf/Misch	60,00	60,00	45,00			
	Geometrie		Nr	x/m		y/m				z(abs) /m		! z(rel) /m
				Geometrie:	415188,00	5829199,00				5,00		5,00
IPkt002	IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	IP 01 bis IP 05	Richtwerte /dB(A)			Kern/Dorf/Misch	60,00	60,00	45,00			
	Geometrie		Nr	x/m		y/m				z(abs) /m		! z(rel) /m
				Geometrie:	414718,00	5829133,00				5,00		5,00
IPkt003	IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	IP 01 bis IP 05	Richtwerte /dB(A)			Kern/Dorf/Misch	60,00	60,00	45,00			
	Geometrie		Nr	x/m		y/m				z(abs) /m		! z(rel) /m
				Geometrie:	414407,00	5828804,00				5,00		5,00
IPkt004	IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	IP 01 bis IP 05	Richtwerte /dB(A)			Kern/Dorf/Misch	60,00	60,00	45,00			
	Geometrie		Nr	x/m		y/m				z(abs) /m		! z(rel) /m
				Geometrie:	414817,00	5827969,00				5,00		5,00
IPkt005	IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	IP 01 bis IP 05	Richtwerte /dB(A)			Reines Wohngebiet	50,00	50,00	35,00			
	Geometrie		Nr	x/m		y/m				z(abs) /m		! z(rel) /m
				Geometrie:	414620,00	5826990,00				5,00		5,00
IPkt006	IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	IP 06	Richtwerte /dB(A)			Alig. Wohngebiet	55,00	55,00	40,00			
	Geometrie		Nr	x/m		y/m				z(abs) /m		! z(rel) /m
				Geometrie:	414967,00	5830341,00				7,50		7,50

Windenergieanlage (1)												Übersicht		
WEAI001	Bezeichnung	WEA 01 E-175 EP 5	Wirkradius /m									99999,00		
	Gruppe	WEA Planung	Lw (Tag) /dB(A)									108,59		
	Knotenzahl	1	Lw (Nacht) /dB(A)									108,59		
	Länge /m	---	Lw (Ruhe) /dB(A)									108,59		
	Länge /m (2D)	---	D0									0,00		
	Fläche /m²	---	Berechnungsgrundlage									ISO 9613-2 / Interimsverfahren		
			Hohe Quelle									Ja		
			Emission ist									Schallleistungspegel (Lw)		
	Emiss.-Variante		Summe	16 Hz	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Tag	Emission	Referenz: E-175 EP5_OM-0-0												
Tag	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
	Lw /dB (A)	108,6	-	-	89,0	94,7	99,3	102,8	103,5	101,9	94,7	78,3		
Nacht	Emission	Referenz: E-175 EP5_OM-0-0												
Nacht	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
	Lw /dB (A)	108,6	-	-	89,0	94,7	99,3	102,8	103,5	101,9	94,7	78,3		
Ruhe	Emission	Referenz: E-175 EP5_OM-0-0												
Ruhe	Zuschlag /dB (A)		2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
	Lw /dB (A)	108,6	-	-	89,0	94,7	99,3	102,8	103,5	101,9	94,7	78,3		
Beurteilungsvorschrift	Spitzenpegel	Impuls-Zuschlag	Ton-Zuschlag	Info.-Zuschlag									Extra-Zuschlag	
TA Lärm (2017)			0,0	0,0									0,0	
Geometrie		Nr		x/m		y/m							! z(rel) /m	
		Geometrie:	414985,00		5828616,00								162,00	162,00

Flächen-SQ/DIN 45691 (27)							Übersicht	
FLGK010	Bezeichnung	GEe6 (1)*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	6	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	239,00		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	239,00	Tag	73,00	-	-	108,16	73,00	
Fläche /m ²	3277,80	Nacht	58,00	-	-	93,16	58,00	
		Ruhe	73,00	-	-	108,16	73,00	
FLGK011	Bezeichnung	GEe6 (2)*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	7	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	234,56		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	234,56	Tag	73,00	-	-	107,68	73,00	
Fläche /m ²	2935,26	Nacht	58,00	-	-	92,68	58,00	
		Ruhe	73,00	-	-	107,68	73,00	
FLGK012	Bezeichnung	GEe6 (3)*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	5	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	310,97		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	310,97	Tag	73,00	-	-	108,78	73,00	
Fläche /m ²	3787,03	Nacht	58,00	-	-	93,78	58,00	
		Ruhe	73,00	-	-	108,78	73,00	
FLGK013	Bezeichnung	GEe5*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	12	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	441,01		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	441,01	Tag	75,00	-	-	115,60	75,00	
Fläche /m ²	11472,12	Nacht	60,00	-	-	100,60	60,00	
		Ruhe	75,00	-	-	115,60	75,00	
FLGK014	Bezeichnung	GEe4*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	13	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	347,14		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	347,14	Tag	69,00	-	-	106,68	69,00	
Fläche /m ²	5865,44	Nacht	54,00	-	-	91,68	54,00	
		Ruhe	69,00	-	-	106,68	69,00	
FLGK015	Bezeichnung	GEe3*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	11	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	485,15		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	485,15	Tag	73,00	-	-	112,90	73,00	
Fläche /m ²	9782,21	Nacht	58,00	-	-	97,90	58,00	
		Ruhe	73,00	-	-	112,90	73,00	
FLGK016	Bezeichnung	GEe2*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	25	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	648,13		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	648,13	Tag	69,00	-	-	111,44	69,00	
Fläche /m ²	17521,62	Nacht	54,00	-	-	96,44	54,00	
		Ruhe	69,00	-	-	111,44	69,00	
FLGK017	Bezeichnung	GEe1 (1)*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	8	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	202,81		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	202,81	Tag	70,00	-	-	102,56	70,00	
Fläche /m ²	1804,91	Nacht	55,00	-	-	87,56	55,00	
		Ruhe	70,00	-	-	102,56	70,00	
FLGK018	Bezeichnung	GEe1 (2)*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor D		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	5	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	123,59		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
Länge /m (2D)	123,59	Tag	70,00	-	-	99,58	70,00	
Fläche /m ²	908,10	Nacht	55,00	-	-	84,58	55,00	
		Ruhe	70,00	-	-	99,58	70,00	
FLGK019	Bezeichnung	GEe6 (1)*	Wirkradius /m				99999,00	
Gruppe	Gewerbe Sektor B		Emission ist				flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)	
Knotenzahl	6	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"	
Länge /m	239,00		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	

	Länge /m (2D)	239,00	Tag	71,00	-	-	106,16	71,00
	Fläche /m ²	3277,80	Nacht	56,00	-	-	91,16	56,00
			Ruhe	71,00	-	-	106,16	71,00
FLGK020	Bezeichnung	GEe6 (2)*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	7	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	234,56		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	234,56	Tag	71,00	-	-	105,68	71,00
	Fläche /m ²	2935,26	Nacht	56,00	-	-	90,68	56,00
			Ruhe	71,00	-	-	105,68	71,00
FLGK021	Bezeichnung	GEe6 (3)*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	5	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	310,97		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	310,97	Tag	71,00	-	-	106,78	71,00
	Fläche /m ²	3787,03	Nacht	56,00	-	-	91,78	56,00
			Ruhe	71,00	-	-	106,78	71,00
FLGK022	Bezeichnung	GEe5*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	12	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	441,01		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	441,01	Tag	73,00	-	-	113,60	73,00
	Fläche /m ²	11472,12	Nacht	58,00	-	-	98,60	58,00
			Ruhe	73,00	-	-	113,60	73,00
FLGK023	Bezeichnung	GEe4*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	13	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	347,14		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	347,14	Tag	67,00	-	-	104,68	67,00
	Fläche /m ²	5865,44	Nacht	52,00	-	-	89,68	52,00
			Ruhe	67,00	-	-	104,68	67,00
FLGK024	Bezeichnung	GEe3*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	11	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	485,15		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	485,15	Tag	71,00	-	-	110,90	71,00
	Fläche /m ²	9782,21	Nacht	56,00	-	-	95,90	56,00
			Ruhe	71,00	-	-	110,90	71,00
FLGK025	Bezeichnung	GEe2*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	25	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	648,13		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	648,13	Tag	67,00	-	-	109,44	67,00
	Fläche /m ²	17521,62	Nacht	52,00	-	-	94,44	52,00
			Ruhe	67,00	-	-	109,44	67,00
FLGK026	Bezeichnung	GEe1 (1)*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	8	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	202,81		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	202,81	Tag	68,00	-	-	100,56	68,00
	Fläche /m ²	1804,91	Nacht	53,00	-	-	85,56	53,00
			Ruhe	68,00	-	-	100,56	68,00
FLGK027	Bezeichnung	GEe1 (2)*	Wirkradius /m			99999,00		
	Gruppe	Gewerbe Sektor B	Emission ist			flächenbez. SL-Pegel (Lw/m ²)		
	Knotenzahl	5	Emi.Variant	Emission	Dämmung	Zuschlag	Lw	Lw"
	Länge /m	123,59		dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
	Länge /m (2D)	123,59	Tag	68,00	-	-	97,58	68,00
	Fläche /m ²	908,10	Nacht	53,00	-	-	82,58	53,00
			Ruhe	68,00	-	-	97,58	68,00



Berechnungsergebnisse

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Vorbelastung

Kurze Liste		Punktberechnung						
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)						
Vorbelastung IP 01 bis IP 05		Einstellung: Referenzeinstellung						
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	
IPkt001	IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	60,0	51,7	60,0	51,7	45,0	36,7	
IPkt002	IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	60,0	54,7	60,0	54,7	45,0	39,7	
IPkt003	IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	60,0	50,3	60,0	50,3	45,0	35,3	
IPkt004	IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	60,0	44,3	60,0	44,3	45,0	29,3	
IPkt005	IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	50,0	40,4	50,0	40,4	35,0	25,4	

Kurze Liste		Punktberechnung						
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)						
Vorbelastung IP 06		Einstellung: Referenzeinstellung						
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	
IPkt006	IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	55,0	49,3	55,0	49,3	40,0	34,3	

Zusatzbelastung

Kurze Liste		Punktberechnung						
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)						
Zusatzbelastung		Einstellung: Referenzeinstellung						
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	
IPkt001	IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	60,0	42,2	60,0	42,2	45,0	42,2	
IPkt002	IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	60,0	42,7	60,0	42,7	45,0	42,7	
IPkt003	IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	60,0	42,3	60,0	42,3	45,0	42,3	
IPkt004	IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	60,0	41,4	60,0	41,4	45,0	41,4	
IPkt005	IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	50,0	33,2	50,0	34,9	35,0	31,3	
IPkt006	IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	55,0	32,8	55,0	34,5	40,0	30,9	

Gesamtbelastung

Kurze Liste		Punktberechnung						
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)						
Gesamtbelastung IP 01 bis IP 05		Einstellung: Referenzeinstellung						
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	
IPkt001	IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	60,0	52,1	60,0	52,1	45,0	43,2	
IPkt002	IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	60,0	54,9	60,0	54,9	45,0	44,5	
IPkt003	IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	60,0	50,9	60,0	50,9	45,0	43,1	
IPkt004	IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	60,0	46,1	60,0	46,1	45,0	41,6	
IPkt005	IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	50,0	41,2	50,0	41,5	35,0	32,3	

Kurze Liste		Punktberechnung						
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)						
Gesamtbelastung IP 06		Einstellung: Referenzeinstellung						
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		IRW	L r,A	IRW	L r,A	IRW	L r,A	
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	
IPkt006	IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	55,0	49,4	55,0	49,5	40,0	36,0	

Einzelergebnisse Gesamtbelastung:

Hinweis zu den Tabellen:

$L_{r,i}$: Einzelbeitrag der Schallquelle
 L_r : fortlaufende energetische Summe

Mittlere Liste »		Punktberechnung							
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)							
IPkt001 »	IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	Gesamtbelastung IP 01 bis IP 05			Einstellung: Referenzeinstellung				
		$x = 415188,00 \text{ m}$	$y = 5829199,00 \text{ m}$	$z = 5,00 \text{ m}$					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)			
		$L_{r,i,A}$	$L_{r,A}$	$L_{r,i,A}$	$L_{r,A}$	$L_{r,i,A}$	$L_{r,A}$		
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		
WEAI001 »	WEA 01 E-175 EP 5	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2		
FLGK010 »	GEe6 (1)*	39,6	44,1	39,6	44,1	24,6	42,2		
FLGK011 »	GEe6 (2)*	40,0	45,5	40,0	45,5	25,0	42,3		
FLGK012 »	GEe6 (3)*	40,2	46,6	40,2	46,6	25,2	42,4		
FLGK013 »	GEe5*	47,4	50,0	47,4	50,0	32,4	42,8		
FLGK014 »	GEe4*	38,1	50,3	38,1	50,3	23,1	42,9		
FLGK015 »	GEe3*	45,4	51,5	45,4	51,5	30,4	43,1		
FLGK016 »	GEe2*	42,7	52,1	42,7	52,1	27,7	43,2		
FLGK017 »	GEe1 (1)*	32,9	52,1	32,9	52,1	17,9	43,2		
FLGK018 »	GEe1 (2)*	29,7	52,1	29,7	52,1	14,7	43,2		
		Summe		52,1		52,1		43,2	

IPkt002 »	IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	Gesamtbelastung IP 01 bis IP 05			Einstellung: Referenzeinstellung				
		$x = 414718,00 \text{ m}$	$y = 5829133,00 \text{ m}$	$z = 5,00 \text{ m}$					
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)			
		$L_{r,i,A}$	$L_{r,A}$	$L_{r,i,A}$	$L_{r,A}$	$L_{r,i,A}$	$L_{r,A}$		
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		
WEAI001 »	WEA 01 E-175 EP 5	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7		
FLGK010 »	GEe6 (1)*	43,8	46,3	43,8	46,3	28,8	42,9		
FLGK011 »	GEe6 (2)*	44,2	48,4	44,2	48,4	29,2	43,1		
FLGK012 »	GEe6 (3)*	45,0	50,0	45,0	50,0	30,0	43,3		
FLGK013 »	GEe5*	50,8	53,4	50,8	53,4	35,8	44,0		
FLGK014 »	GEe4*	40,4	53,6	40,4	53,6	25,4	44,1		
FLGK015 »	GEe3*	47,0	54,5	47,0	54,5	32,0	44,3		
FLGK016 »	GEe2*	44,1	54,9	44,1	54,9	29,1	44,5		
FLGK017 »	GEe1 (1)*	34,6	54,9	34,6	54,9	19,6	44,5		
FLGK018 »	GEe1 (2)*	30,9	54,9	30,9	54,9	15,9	44,5		
		Summe		54,9		54,9		44,5	

IPkt003 »	IP 03, Sipe 7, 49626 Berge	Gesamtbelastung IP 01 bis IP 05		Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 414407,00 m	y = 5828804,00 m	z = 5,00 m			
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 01 E-175 EP 5	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3
FLGK010 »	GEe6 (1)*	39,6	44,2	39,6	44,2	24,6	42,4
FLGK011 »	GEe6 (2)*	39,1	45,4	39,1	45,4	24,1	42,5
FLGK012 »	GEe6 (3)*	40,7	46,7	40,7	46,7	25,7	42,5
FLGK013 »	GEe5*	46,3	49,5	46,3	49,5	31,3	42,9
FLGK014 »	GEe4*	36,4	49,7	36,4	49,7	21,4	42,9
FLGK015 »	GEe3*	42,4	50,4	42,4	50,4	27,4	43,0
FLGK016 »	GEe2*	40,2	50,8	40,2	50,8	25,2	43,1
FLGK017 »	GEe1 (1)*	31,2	50,9	31,2	50,9	16,2	43,1
FLGK018 »	GEe1 (2)*	27,7	50,9	27,7	50,9	12,7	43,1
	Summe		50,9		50,9		43,1

IPkt004 »	IP 04, Berger Str. 18, 49626 Bippen	Gesamtbelastung IP 01 bis IP 05		Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 414817,00 m	y = 5827969,00 m	z = 5,00 m			
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 01 E-175 EP 5	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4
FLGK010 »	GEe6 (1)*	33,0	42,0	33,0	42,0	18,0	41,4
FLGK011 »	GEe6 (2)*	32,7	42,4	32,7	42,4	17,7	41,4
FLGK012 »	GEe6 (3)*	33,9	43,0	33,9	43,0	18,9	41,4
FLGK013 »	GEe5*	40,2	44,8	40,2	44,8	25,2	41,5
FLGK014 »	GEe4*	30,8	45,0	30,8	45,0	15,8	41,5
FLGK015 »	GEe3*	37,2	45,7	37,2	45,7	22,2	41,6
FLGK016 »	GEe2*	35,2	46,1	35,2	46,1	20,2	41,6
FLGK017 »	GEe1 (1)*	26,1	46,1	26,1	46,1	11,1	41,6
FLGK018 »	GEe1 (2)*	22,9	46,1	22,9	46,1	7,9	41,6
	Summe		46,1		46,1		41,6

IPkt005 »	IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen	Gesamtbelastung IP 01 bis IP 05		Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 414620,00 m	y = 5826990,00 m	z = 5,00 m			
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
		L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A	L r,i,A	L r,A
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001 »	WEA 01 E-175 EP 5	33,2	33,2	34,9	34,9	31,3	31,3
FLGK010 »	GEe6 (1)*	29,0	34,6	29,0	35,9	14,0	31,4
FLGK011 »	GEe6 (2)*	28,6	35,6	28,6	36,6	13,6	31,5
FLGK012 »	GEe6 (3)*	29,7	36,6	29,7	37,5	14,7	31,5
FLGK013 »	GEe5*	36,2	39,4	36,2	39,9	21,2	31,9
FLGK014 »	GEe4*	27,0	39,7	27,0	40,1	12,0	32,0
FLGK015 »	GEe3*	33,3	40,6	33,3	40,9	18,3	32,2
FLGK016 »	GEe2*	31,5	41,1	31,5	41,4	16,5	32,3
FLGK017 »	GEe1 (1)*	22,5	41,1	22,5	41,5	7,5	32,3
FLGK018 »	GEe1 (2)*	19,3	41,2	19,3	41,5	4,3	32,3
	Summe		41,2		41,5		32,3

Mittlere Liste »		Punktberechnung						
Immissionsberechnung		Beurteilung nach TA Lärm (2017)						
IPkt006 »	IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge	Gesamtbelastung IP 06			Einstellung: Referenzeinstellung			
		x = 414967,00 m		y = 5830341,00 m		z = 7,50 m		
		Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)		
		L _{r,i,A}	L _{r,A}	L _{r,i,A}	L _{r,A}	L _{r,i,A}	L _{r,A}	
		/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	
WEAI001 »	WEA 01 E-175 EP 5	32,8	32,8	34,5	34,5	30,9	30,9	
FLGK019 »	GEe6 (1)*	36,0	37,7	36,0	38,3	21,0	31,3	
FLGK020 »	GEe6 (2)*	35,7	39,8	35,7	40,2	20,7	31,7	
FLGK021 »	GEe6 (3)*	36,2	41,4	36,2	41,7	21,2	32,0	
FLGK022 »	GEe5*	44,2	46,1	44,2	46,1	29,2	33,9	
FLGK023 »	GEe4*	36,5	46,5	36,5	46,6	21,5	34,1	
FLGK024 »	GEe3*	43,2	48,2	43,2	48,2	28,2	35,1	
FLGK025 »	GEe2*	42,7	49,2	42,7	49,3	27,7	35,8	
FLGK026 »	GEe1 (1)*	33,7	49,4	33,7	49,4	18,7	35,9	
FLGK027 »	GEe1 (2)*	31,7	49,4	31,7	49,5	16,7	36,0	
Summe			49,4		49,5		36,0	

Lange Liste - alle Details	Punktberechnung
Immissionsberechnung	Beurteilung nach TA Lärm (2017)
Zusatzbelastung	Einstellung: Referenzeinstellung

	IPkt	IPkt: Bezeichnung	IPkt: IP_x	IPkt: IP_y	IPkt: IP_z	Lr(IP)
-	-	-	/m	/m	/m	/dB
1	IPkt001	IP 01, Neustadt 11, 49626 Berge	415188,0	5829199,0	5,0	42,2

Quelle	Bezeichnung	RO	Abstand	Freq	Lw,i	DC	DI	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Ddg	Abar	Cmet	Lr,i	Lr(IP)
-	-	-	/m	/Hz	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	16		0,0	0,0	67,1	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	32		0,0	0,0	67,1	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	63	115,2	0,0	0,0	67,1	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,0	51,0
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	125	110,8	0,0	0,0	67,1	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,5	46,5
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	250	107,9	0,0	0,0	67,1	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	43,2
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	500	106,0	0,0	0,0	67,1	1,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,7	40,7
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	1000	103,5	0,0	0,0	67,1	2,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	37,1
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	2000	100,7	0,0	0,0	67,1	6,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,5	30,5
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	4000	93,7	0,0	0,0	67,1	20,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	8,7
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	637,0	8000	79,4	0,0	0,0	67,1	74,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-59,1	-59,1

	IPkt	IPkt: Bezeichnung	IPkt: IP_x	IPkt: IP_y	IPkt: IP_z	Lr(IP)
-	-	-	/m	/m	/m	/dB
2	IPkt002	IP 02, Sipe 3, 49626 Berge	414718.0	5829133.0	5.0	42.7

	IPkt	IPkt: Bezeichnung	IPkt: IP_x	IPkt: IP_y	IPkt: IP_z	Lr(IP)
-	-	-	/m	/m	/m	/dB
3	IPkt003	IP_03_Sine_7_49626_Berge	414407.0	5828804.0	5.0	42.3

WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	16		0,0	0,0	67,0	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	32		0,0	0,0	67,0	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	63	115,2	0,0	0,0	67,0	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,2	51,2	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	125	110,8	0,0	0,0	67,0	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	46,6	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	250	107,9	0,0	0,0	67,0	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,3	43,3	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	500	106,0	0,0	0,0	67,0	1,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,8	40,8	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	1000	103,5	0,0	0,0	67,0	2,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2	37,2	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	2000	100,7	0,0	0,0	67,0	6,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,7	30,7	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	4000	93,7	0,0	0,0	67,0	20,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	9,2	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	627,8	8000	79,4	0,0	0,0	67,0	73,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-57,9	-57,9	

	IPkt	IPkt: Bezeichnung	IPkt: IP_x	IPkt: IP_y	IPkt: IP_z	Lr(IP)
-	-	-	/m	/m	/m	/dB
4	IPkt004	IP 04_Berger Str. 18_49626 Bingen	414817.0	5827969.0	5.0	11.4

WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	16		0,0	0,0	67,7	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	32		0,0	0,0	67,7	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	63	115,2	0,0	0,0	67,7	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,4	50,4	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	125	110,8	0,0	0,0	67,7	0,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,8	45,8	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	250	107,9	0,0	0,0	67,7	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,4	42,4	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	500	106,0	0,0	0,0	67,7	1,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,9	39,9	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	1000	103,5	0,0	0,0	67,7	2,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	36,3	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	2000	100,7	0,0	0,0	67,7	6,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	29,3	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	4000	93,7	0,0	0,0	67,7	22,5	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	6,5	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	686,6	8000	79,4	0,0	0,0	67,7	80,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-65,6	-65,6	

	IPkt	IPkt: Bezeichnung			IPkt: IP_x			IPkt: IP_y			IPkt: IP_z			Lr(IP)
-	-	-			/m			/m			/m			/dB
5	IPkt005	IP 05, Wickersboll 10, 49626 Bippen			414620,0			5826990,0			5,0			33,2

WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	16	0,0	0,0	75,5	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	32	0,0	0,0	75,5	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	63	117,1	0,0	0,0	75,5	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,5
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	125	112,7	0,0	0,0	75,5	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,6
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	250	109,8	0,0	0,0	75,5	1,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,6
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	500	107,9	0,0	0,0	75,5	3,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	32,2
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	1000	105,4	0,0	0,0	75,5	6,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	26,8
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	2000	102,6	0,0	0,0	75,5	16,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	14,0
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	4000	95,6	0,0	0,0	75,5	54,9	-3,0	0,0	0,0	0,0	-31,7
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1673,8	8000	81,3	0,0	0,0	75,5	195,6	-3,0	0,0	0,0	0,0	-186,8

	IPkt	IPkt: Bezeichnung			IPkt: IP_x			IPkt: IP_y			IPkt: IP_z			Lr(IP)
-	-	-			/m			/m			/m			/dB
6	IPkt006	IP 06, Tempelstraße 28, 49626 Berge			414967,0			5830341,0			7,5			32,8

WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	16	0,0	0,0	75,8	0,0	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	32	0,0	0,0	75,8	0,1	-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	63	117,1	0,0	0,0	75,8	0,2	-3,0	0,0	0,0	0,0	44,1
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	125	112,7	0,0	0,0	75,8	0,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	39,2
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	250	109,8	0,0	0,0	75,8	1,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	35,3
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	500	107,9	0,0	0,0	75,8	3,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	31,8
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	1000	105,4	0,0	0,0	75,8	6,3	-3,0	0,0	0,0	0,0	26,3
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	2000	102,6	0,0	0,0	75,8	16,7	-3,0	0,0	0,0	0,0	13,1
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	4000	95,6	0,0	0,0	75,8	56,8	-3,0	0,0	0,0	0,0	-33,9
WEAI001	WEA 01 E-175 EP 5	0	1732,0	8000	81,3	0,0	0,0	75,8	202,4	-3,0	0,0	0,0	0,0	-193,9



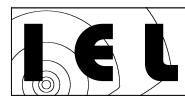
**Legende zu den
Berechnungsergebnissen**

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Legende zu den Berechnungsergebnissen

Lange Liste - Legende			
Gemeinsame Felder			
1	Nr.	-	Laufende Nummer der Daten-Zeile (ohne Überschriften usw.)
2	IPkt	-	Aus Typ und Elementnummer automatisch erzeugter Name des Immissionspunktes
3	IPkt:	-	Vom Anwender vergebene Bezeichnung des Immissionspunktes
4	IPkt: IP_x	/m	x-Koordinate des Immissionspunktes
5	IPkt: IP_y	/m	y-Koordinate des Immissionspunktes
6	IPkt: IP_z	/m	z-Koordinate des Immissionspunktes
7	Quelle	-	Aus Typ und Elementnummer automatisch erzeugter Name der Quelle
8	Bezeichnung	-	Vom Anwender vergebene Bezeichnung der Schallquelle
9	Ab.	-	Nummer des Elementabschnitts (Linienabschnitt oder Teildreieck)
10	Tlg.	-	Nummer des Teilstückes/Teildreiecks, das infolge von Abstandskriterium oder Projektion entstanden ist
11	QP_x	/m	x-Koordinate der(virtuellen) Punktquelle
12	QP_y	/m	y-Koordinate der(virtuellen) Punktquelle
13	QP_z	/m	z-Koordinate der(virtuellen) Punktquelle
14	Länge	/m	Länge des Teilstücks der Quelle
15	Fläche	/m ²	Fläche des Teilstücks der Quelle
16	RO	-	Reflexionsordnung: 0= Direktschall, 1= 1. Reflexion, 2= 2. und höhere Reflexionen
17	RAb	-	Nummer des Elementabschnitts des Reflektors
18	Reflektor	-	Aus Typ und Elementnummer automatisch erzeugter Name des reflektierenden Elements
19	Abstand	/m	Abstand des Immissionspunktes zur (virtuellen) Punktquelle
20	Frq	/Hz	Frequenz der Emission
21	s_Senkr.	/m	senkr. Abstand des Immissionspunktes zu einer Linienquelle in der xy-Ebene
22	Lw,i	/dB(A)	A-bewerteter Emissionswert für die Teilquelle in dB
23	L_Korr	/dB	Korrektur wg. Teilstücklänge bzw. Teilfläche
201	Lr,i	/dB(A)	A-bewerteter beurteilter Immissionswert für die Teilquelle
202	Lr(Ab)	/dB(A)	A-bewerteter beurteilter Immissionswert für den Abschnitt der Quelle
203	Lr(SQ)	/dB(A)	A-bewerteter beurteilter Immissionswert für die Quelle
204	Lr(EK)	/dB(A)	A-bewerteter beurteilter Immissionswert für alle Quellen der Elementklasse
205	Lr(IP)	/dB(A)	A-bewerteter beurteilter Immissionswert am Immissionsort

DIN/ISO 9613-2, Okt.1999. Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren			
LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet			
101	AM	/dB	Gesamtes Ausbreitungsmaß = Differenz zwischen Emission und Immission
102	DC	/dB	Raumwinkelmaß+Richtwirkungsmaß+Bodenreflexion (frq.-unabh. Berechnung)
			Dc = D0 + DI + Domega
103	DI	/dB	Richtwirkungsmaß
104	Adiv	/dB	Abstandsmaß
105	Aatm	/dB	Luftabsorptionsmaß
106	Agr	/dB	Bodendämpfungsmaß in dB
107	Afol	/dB	Bewuchsdämpfungsmaß
108	Ahous	/dB	Bebauungsdämpfungsmaß
109	Ddg	/dB	Summe von Bewuchs- und Bebauungsdämpfungsmaß
110	Abar	/dB	Einfügungsdämpfungsmaß eines Schallschirms
111	Cmet	/dB	Meteorologische Korrektur



**Schalltechnische Daten
ENERCON E-175 EP5**

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Technisches Datenblatt

Betriebsmodus OM-0-0

ENERCON Windenergieanlage E-175 EP5 / 6000 kW

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	D02772017/2.0-de		
Vermerk	Originaldokument		

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-06-29	de	DA	WRD Wobben Research and Development GmbH / Documentation Department

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	Verfügbarkeit 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 OM-0-0	11
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus OM-0-0	11
3.2	Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus OM-0-0	14

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

NH Nabenhöhe

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA} Schallleistungspegel

v_H Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

σ_P Serienproduktstreuung

σ_R Messunsicherheit

1 Verfügbarkeit Betriebsmodus

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

Tab. 1: Verfügbarkeit Betriebsmodus

Betriebsmo- dus	Turmvariante bzw. Nabenhöhe (NH)		
	E-175 EP5-ST-112- FB-C-01	E-175 EP5-HST-132- FB-C-01	E-175 EP5-HT-162-ES- C-01
NH 112 m	NH 132 m	NH 162 m	
OM-0-0	x	x	x

x = 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 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 $\sigma_R = 0,5$ dB(A) und $\sigma_P = 1,2$ dB(A). Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

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

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 Turbulenzintensität 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

3 Betriebsmodus OM-0-0

3.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus OM-0-0

 Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-175 EP5 / 6000 kW Betriebsmodus OM-0-0

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	0	0,00	0,00
2,50	57	0,25	0,68
3,00	147	0,37	0,82
3,50	272	0,43	0,84
4,00	438	0,47	0,84
4,50	650	0,48	0,83
5,00	901	0,49	0,83
5,50	1205	0,49	0,82
6,00	1565	0,49	0,82
6,50	1986	0,49	0,82
7,00	2465	0,49	0,81
7,50	2992	0,48	0,79
8,00	3545	0,47	0,77
8,50	4093	0,45	0,73
9,00	4600	0,43	0,68
9,50	5032	0,40	0,62
10,00	5375	0,37	0,56
10,50	5624	0,33	0,49
11,00	5794	0,30	0,43
11,50	5901	0,26	0,38
12,00	5964	0,23	0,33
12,50	5999	0,21	0,29
13,00	6000	0,19	0,26
13,50	6000	0,17	0,23
14,00	6000	0,15	0,20
14,50	6000	0,13	0,18
15,00	6000	0,12	0,16

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
15,50	6000	0,11	0,15
16,00	6000	0,10	0,13
16,50	6000	0,09	0,12
17,00	6000	0,08	0,11
17,50	6000	0,08	0,10
18,00	6000	0,07	0,09
18,50	6000	0,06	0,09
19,00	6000	0,06	0,08
19,50	5992	0,06	0,07
20,00	5939	0,05	0,07
20,50	5853	0,05	0,06
21,00	5721	0,04	0,06
21,50	5534	0,04	0,05
22,00	5278	0,03	0,05
22,50	4951	0,03	0,04
23,00	4549	0,03	0,04
23,50	4080	0,02	0,03
24,00	3163	0,02	0,02
24,50	2548	0,01	0,02
25,00	2070	0,01	0,01

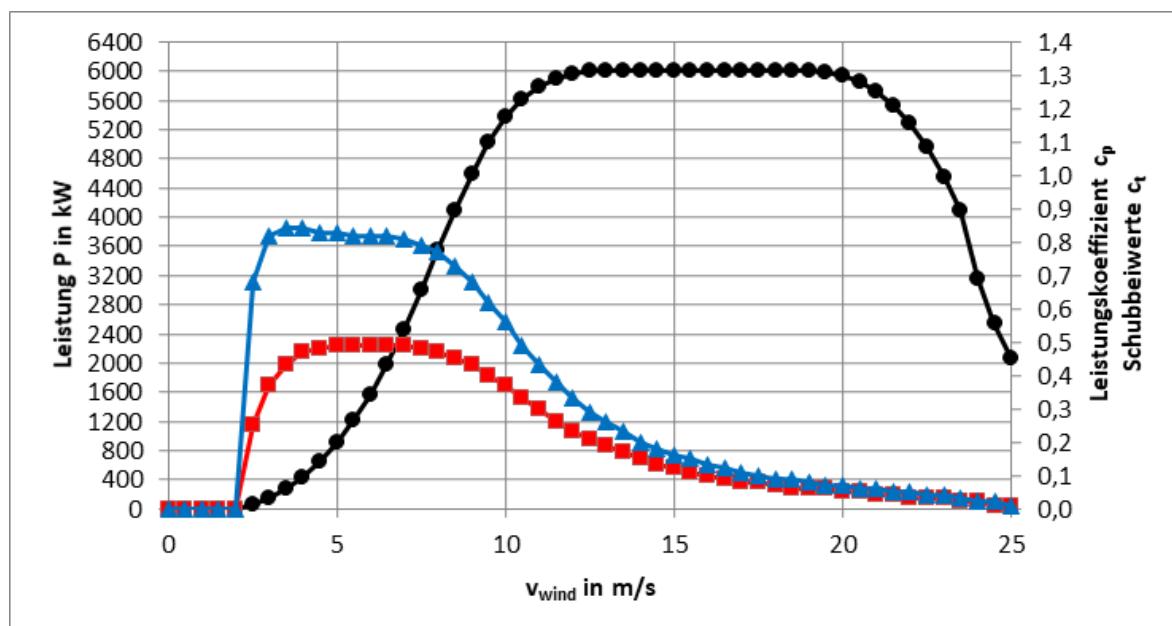


Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-175 EP5 / 6000 kW Betriebsmodus OM-0-0

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

3.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus OM-0-0

Im Betriebsmodus OM-0-0 wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert mit optimaler Ertragsausbeute betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 106,5 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)	6000	kW
Nennwindgeschwindigkeit	12,5	m/s

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

v _H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	93,9
5,5 m/s	96,2
6 m/s	98,3
6,5 m/s	100,2
7 m/s	102,1
7,5 m/s	103,8
8 m/s	105,3
8,5 m/s	106,5
9 m/s	106,5
9,5 m/s	106,5
10 m/s	106,5
10,5 m/s	106,5
11 m/s	106,5
11,5 m/s	106,5
12 m/s	106,5
12,5 m/s	106,5
13 m/s	106,5
13,5 m/s	106,5
14 m/s	106,5
14,5 m/s	106,5
15 m/s	106,5

Technisches Datenblatt

Oktavbandpegel Betriebsmodus OM-0-0

ENERCON Windenergieanlage E-175 EP5 / 6000 kW

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	D02772025/2.0-de		
Vermerk	Originaldokument		

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2023-06-21	de	DA	WRD Wobben Research and Development GmbH / Documentation Department

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 Betriebsmodus

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbarkeit Betriebsmodus	6
2	Allgemeines	7
3	Informationen zu Oktavbandpegeln	7
4	Oktavbandpegel des lautesten Zustands	8

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

EIO	Ersatzimmissionsort
IO	Immissionsort
NH	Nabenhöhe

Größen, Einheiten, Formeln

L_o	Oktavbandpegel
L_T	Terzbandpegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

1 Verfügbarkeit Betriebsmodus

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

Tab. 1: Verfügbarkeit Betriebsmodus

Betriebsmodus	Turmvariante bzw. Nabenhöhe (NH)		
	E-175 EP5-ST-112-FB-C-01	E-175 EP5-HST-132-FB-C-01	E-175 EP5-HT-162-ES-C-01
NH 112 m	NH 132 m	NH 162 m	
OM-0-0	x	x	x

x = verfügbar

2 Allgemeines

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

3 Informationen zu Oktavbandpegeln

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

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

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

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

4 Oktavbandpegel des lautesten Zustands

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

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

v_H in m/s	Oktavbandmittelfrequenz in Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2



Literaturverzeichnis

Ingenieurbüro für Energietechnik und Lärmschutz

Literaturverzeichnis

- 1.) BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge; Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG
- 2.) 4. BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen)
- 3.) TA-Lärm Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, TA Lärm vom 01.06.2017)
- 4.) DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Oktober 1999
- 5.) DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- 6.) DIN 45681 Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Einzeltonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen, März 2005
- 7.) DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren, September 2013
- 8.) IEC TS 61400-14 Wind turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, März 2005
- 9.) DIN 18005 Schallschutz in Städtebau, Juli 2023
- 10.) DIN 1333 Zahlenangaben, 1992-02
- 11.) FGW Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), 01.03.2021
- 12.) AKGerWEA Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen 109. Sitzung des LAI am 08. / 09. März 2005
- 13.) Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, LAI Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Stand 30.06.2016
- 14.) Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- 15.) Niedersachsen Einführung der „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) (Windenergieerlass, Stand 21.01.2019)
- 16.) NRW Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen vom 08.05.2018)
- 17.) MLUL Brandenburg Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und die Nachweismessung von Windkraftanlagen (WKA), 16.01.2019
- 18.) Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie, Sachsen-Anhalt Schreiben „Geräuschprognose bei Windkraftanlagen, 23.11.2017“

19.)	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz	Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.06.2016 in Rheinland-Pfalz, 23.07.2018
20.)	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, RLP	MERKBLATT* für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG, Juli 2016
21.)	Baden-Württemberg	Windenergieerlass Baden-Württemberg, Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur und des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft, 09. Mai 2012
22.)	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	Verfahrenshandbuch zum Vollzug des BImSchG, Durchführung von Genehmigungsverfahren bei Windenergieanlagen (17.02.2017)
23.)	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz Anleitung zur Erstellung der Antragsunterlagen für Windenergieanlagen Stand: Mai 2015
24.)	Gemeinsame Bekanntmachung div. Bayerischer Staatsministerien	Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass – BayWEE) (19.07.2016)
25.)	Niedersächsisches Umweltministerium	Hinweise zur Beurteilung von Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren vom 19.05.2005
26.)	J. Kötter, Dr. Kühner	TA-Lärm '98: Erläuterungen/Kommentare in: Immissionsschutz 2 (2000) S54-63
27.)	B. Vogelsang	TA-Lärm oder wer muss eigentlich wem wie was sicher nachweisen? in: DAGA 2002, Bochum S. 298-299
28.)	Monika Agatz	„Windenergie-Handbuch“, 19. Ausgabe, März 2023
29.)	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	Schallausbreitungsuntersuchungen an Windenergieanlagen Stand: 13.03.2015
30.)	Umweltbundesamt	Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen, November 2016
31.)	Umweltbundesamt	Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall Fachgebiet I 3.4 Lärmminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen, Juni 2014
32.)	Bayrisches Landesamt für Umwelt	Windkraftanlagen - beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Neufassung: März 2012 / 4. aktualisierte Auflage: November 2014
33.)	KÖTTER Consulting Engineers	Vortrag von Andrea Bauerhoff, Umweltbundesamt „Infraschall von Windenergieanlagen“, 8. Rheiner Windenergie-Forum, 11. / 12. März 2015

- 34.) HA Hessen
Agentur GmbH
Faktenpapier Windenergie und Infraschall
Bürgerforum Energieland Hessen
Stand: Mai 2015
- 35.) LUBW Landesanstalt für
Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-
Württemberg
Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und
und anderen Quellen
Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013 - 2015
Stand: Februar 2016
- 36.) Landesumweltamt NRW
Empfehlungen zur Bestimmung der meteorologischen Dämpfung c_{met} gemäß
DIN ISO 9613-2, 26.09.2012
- 37.) Wolfgang Probst,
Ulrich Donner
Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose
in: Zeitschrift für Lärmekämpfung / Heft 3 (2002)
- 38.) Ministerium für Umwelt,
Landwirtschaft, Natur-
und Verbrauchsschutz des
Landes Nordrhein-
Westfalen
Immissionsschutz; Einführung der neuen LAI-Hinweise zum
Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen vom 29.11.2017
- 39.) Ministerium für
Landwirtschaft und
Umwelt Mecklenburg-
Vorpommern
Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei
Windkraftanlagen (WKA) vom 30.06.2016 in Mecklenburg-Vorpommern vom
10.01.2018
- 40.) Struktur- und
Genehmigungsdirektion
Nord, Rheinland-Pfalz
Merkblatt für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich
immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an
die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-
Immissionsschutzgesetz - BImSchG mit Anlagen A und B vom November
2019
- 41.) Ministerium für
Energiewende,
Landwirtschaft, Umwelt,
Natur und Digitalisierung,
Schleswig-Holstein
Einführung der aktuellen LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei
Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein vom 31.01.2018
- 42.) Ministerium für Umwelt,
Klima und Energie-
wirtschaft Baden-
Württemberg
Einführung der LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei
Windkraftanlagen in Baden-Württemberg vom 22.12.2017
- 43.) Umweltbundesamt
Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen, Abschlussbericht,
Texte 163 / 2020 vom September 2020