

## 2.4 Qualität der Prognose

Die der Prognose zu Grunde gelegten Eingangsdaten sind Schätzungen im Sinne der Statistik. Es ist daher eine Unsicherheitsbetrachtung durchzuführen, bzw. die Qualität der Prognose darzustellen.

Nach den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen [2] ist bei einer Schallimmissionsprognose auf die Nichtüberschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm [1] abzustellen. Die Unsicherheit der Schallimmissionsprognose setzt sich aus der Unsicherheit der Emissionsdaten (Unsicherheit der Typvermessung  $\sigma_R$  und Unsicherheit der Serienstreuung  $\sigma_P$ ) sowie der Unsicherheit des Prognosemodells  $\sigma_{Prog}$  zusammen. Eine Nichtüberschreitung des jeweiligen Immissionsrichtwerts am Immissionsort ist dann gegeben, wenn die unter Berücksichtigung der Gesamtunsicherheit (Unsicherheit der Emissionsdaten und Unsicherheit des Prognosemodells) bestimmte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den jeweiligen Immissionsrichtwert unterschreitet.

Für die Gesamtstandardabweichung gilt nach [2]:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2} \quad \text{Formel 2-12}$$

Die Unsicherheit des Prognosemodells wird nach [2] mit

$$\sigma_{Prog} = 1 \text{ dB} \quad \text{Formel 2-13}$$

berücksichtigt.

Für die Unsicherheit der Typvermessung wird der Wert einer normkonform nach FGW-Richtlinie TR1 [5] durchgeführten Vermessung verwendet:

$$\sigma_R = 0,5 \text{ dB} \quad \text{Formel 2-14}$$

Für die Serienstreuung wird für nicht vermessene oder nur einfach vermessene Betriebsmodi eines WEA Typs ein Wert von

$$\sigma_P = 1,2 \text{ dB} \quad \text{Formel 2-15}$$

angenommen.

Mit Hilfe der Gesamtunsicherheit nach Formel 2-12 kann die obere Vertrauensbereichsgrenze (Vertrauensniveau 90%) der prognostizierten Immission wie folgt berechnet werden:

$$L_{WA,max} = \bar{L}_w + 1,28 * \sigma_{ges}$$

Formel 2-16

Hierin ist

- $L_{WA,max}$  der Schallleistungspegel inklusive oberer Vertrauensbereichsgrenze,
- $\bar{L}_w$  der mittlere Schallleistungspegel (Herstellerangabe, Messwert, etc.),
- $\sigma_{ges}$  die Gesamtunsicherheit nach Formel 2-12

Die Unsicherheit der Emissionsdaten der Bestandsanlagen ist in gleicher Weise zu berücksichtigen, wie sie im Rahmen der Genehmigung der Bestandsanlagen angewandt wurde.

Nach den aktuellen LAI-Hinweisen [2] ist in der Genehmigung der maximal zulässige Emissionspegel festzuschreiben. Die in der Prognose angesetzten Unsicherheiten für die Typvermessung und die Serienstreuung sind dabei als Toleranzbereich zu berücksichtigen. Nach [2] ist dafür das 90%ige Vertrauensniveau des Schallleistungspegels festzuschreiben.

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

Formel 2-17

Hierin ist

- $L_{e,max}$  der maximal zulässige Schallleistungspegel,
- $\bar{L}_w$  der mittlere Schallleistungspegel,
- $\sigma_R$  die Messunsicherheit (vgl. Kap. 5),
- $\sigma_P$  die Serienstreuung (vgl. Kap. 5) und
- $z$  die Standardnormalvariable ( $z = 1,28$ )

Eine Emissionsmessung gemäß FGW Richtlinie TR1 [5] zur messtechnischen Ermittlung der akustischen Emissionen und der Oktavbänder der WEA in den geplanten Betriebsmodi ist dann zu empfehlen, wenn keine Messberichte für diese vorliegen und/oder Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten rechnerisch ausgeschöpft werden, beziehungsweise bereits durch bestehende Anlagen unzulässig überschritten werden.

## 2.5 Immissionsrichtwerte für maßgebliche Immissionsorte

Maßgeblicher Immissionsort nach Absatz 2.3 der TA Lärm [1] ist der nach Anhang A1.3 [1] zu ermittelnde Ort im Einwirkungsbereich der Anlage, an dem eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. Es ist derjenige Ort, für den die Geräuschermittlung nach [1] vorgenommen wird.

Maßgebliche Immissionsorte liegen dann im Einwirkungsbereich von Industrie- und Gewerbeanlagen wenn der Beurteilungspegel am Immissionsort weniger als 10 dB unterhalb des für den Immissionsort geltenden Richtwerts liegt oder Geräuschspitzen vorliegen,

die den für deren Beurteilung maßgebenden Immissionsort erreichen. Dabei ist zu unterscheiden, welcher Richtwert für den jeweiligen Immissionsort Anwendung findet. Darüber hinaus gilt zu dem Richtwert am Tag ein in der Regel um 15 dB geringerer Richtwert für die Nacht am gleichen Immissionsort.

Zur Spezifizierung der Immissionsrichtwerte sei hier auf die Tabelle 1 in diesem Kapitel verwiesen.

Immissionsort	Richtwert Tag 06:00-22:00	Richtwert Nacht 22:00-06:00
	dB(A)	dB(A)
Industriegebiete	70	70
Gewerbegebiete	65	50
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	60	45
Allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
Reine Wohngebiete	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Tabelle 1: Beträge der Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel von Immissionsorten außerhalb von Gebäuden

Einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

## 2.6 Tieffrequente Geräusche und Infraschall

Tieffrequente Geräusche sind Geräusche mit vorherrschenden Geräuschanteilen im Frequenzbereich unter 90 Hz. Infraschall wird der Bereich des Schalls unter einer Frequenz von 20 Hz genannt und gilt somit als ein Teil der tieffrequenten Geräusche. Generell gilt, dass je niedriger eine Frequenz ist, der Schalldruck umso höher sein muss, um die Hörbarkeits-, bzw. die Wahrnehmbarkeitsschwelle zu erreichen.

Für Geräusche durchschnittlicher spektraler Zusammensetzung, A-bewertet, stellt die Einhaltung der Außen-Immissionsrichtwerte in der Regel einen ausreichenden Schutz der Wohnnutzung im Innern der Gebäude dar. Für tieffrequente Geräusche gilt dies nicht. Die nicht bekannte Schalldämmung der Außenwände und Fenster sowie ein mögliches Auftreten von Resonanzeffekten im Innern lassen einen Rückschluss nicht mit ausreichender Sicherheit zu. In Anhang A.1.5 der TA Lärm [1] werden Hinweise gegeben, durch welche Schallquellen und über welche Übertragungswege es zu tieffrequenten Geräuschimmissionen kommen kann. Hinweise zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche enthält die DIN 45680 [9]. Diese Norm ergänzt bestehende Mess- und Bewertungsverfahren für Geräusche und dient der Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen zum Schutz vor erheblichen Belästigungen.

Infraschall ist ein alltäglicher Bestandteil unserer Umwelt und wird von einer großen Anzahl von Schallquellen, wie z. B. auch vom Wind selbst oder von Heizungs- und Klimaanlagen sowie von Straßen- und Schienenverkehr erzeugt. WEA erzeugen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Geräusche im gesamten Frequenzbereich, u. U. also ebenso im tieffrequenten Frequenzbereich, hervorgerufen durch Verwirbelungen oder Wirbelablösungen. Sie sind vergleichbar mit denen anderer technischer Anlagen. Aktuelle Untersuchungen und die Ergebnisse eines groß angelegten Messprojektes besagen jedoch, dass die von WEA erzeugten Schalldruckpegel im Infraschallbereich selbst im Nahfeld unterhalb der Wahrnehmungsgrenzen des Menschen liegen und somit schädliche Wirkungen hieraus nicht zu erwarten sind [10]. Eine weitere Betrachtung diesbezüglich erfolgt daher nicht.

## 3 Standort- und Projektbeschreibung

### 3.1 Standortbeschreibung

Zur Begutachtung der örtlichen Gegebenheiten wurde am 28.05.2021 eine Standortbesichtigung durchgeführt.

Zweck der obligatorischen Standortbesichtigung ist es, die Immissionsorte auf Plausibilität zu prüfen und, mit Hilfe digitalen Kartenmaterial auf Basis amtlicher ATKIS-Daten mit Gebäudeumringen, zu verifizieren. Gegebenenfalls werden, in den Karten unberücksichtigte, weitere Gebäude als maßgebliche Immissionsorte, hinsichtlich Lage und Nutzungsart, identifiziert und für die Ermittlung aufgenommen. Zudem werden sowohl die Standorte der zu beurteilenden WEA besichtigt und für die Bearbeitung dokumentiert.

Der Standort der geplanten WEA befindet sich circa 1,6 km östlich der Ortschaft Firrel und circa 900 m nördlich von Schwerinsdorf in der Samtgemeinde Hesel im Landkreis Leer in Niedersachsen. Circa 2 km westlich der Windparkfläche liegen die Ortsteile Kleioldendorf und Großoldendorf der Gemeinde Uplengen, ebenfalls im Landkreis Leer gelegen.

Die Umgebung ist geprägt von ebenen Grünflächen und Ackerland. Teilweise befinden sich lockere Baumreihen entlang der Wirtschaftswege mit Baumhöhen von selten über 10 m. Der Baumbestand ist durchweg geprägt von Laubbäumen. Östlich der Windparkfläche befinden sich kleinteilige Felder mit ausgewachsenen Wallhecken, deren Baumhöhen bei circa 12 – 16 m liegen. Richtung Holle Sand, einem Naturschutzgebiet in circa 1,5 km Entfernung nordöstlich der Windparkfläche, befinden sich größere Waldstücke mit Baumhöhen über 25 m. Nördlich und nordwestlich in Richtung der Ortschaft Firrel befinden sich noch weitere, kleinere Waldstücke mit Baumhöhen von kleiner 20 m. Richtung Westen und Süden ist das Gelände offener mit nur noch wenig Baumbestand.

Landwirtschaftliche Hofstellen und Wohnhäuser befinden sich vornehmlich in Streusiedlungen oder kleinen Ortschaften. Typisch für die Gegend sind Gärten um die Wohngebäude angelegt und zum Teil sind die Grundstücke mit Baumbestand eingewachsen.

### 3.2 Lageplan



Abbildung 1: Lageplan der geplanten Windenergieanlagen am Standort Uplengen.

### 3.3 Schallquellen

Gemäß TA Lärm Kapitel 1 [1] sind bei der Geräuschprognose alle Schallquellen, die in den Anwendungsbereich dieser Technischen Anleitung fallen, zu berücksichtigen.

Die Genauigkeit der Immissionsprognose hängt wesentlich von der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten ab. Als Eingangsdaten der Berechnung können nach der TA Lärm Kapitel A.2.2 [1] Messwerte, Erfahrungswerte oder Herstellerangaben verwendet werden. Sie sollen jedoch nach einem Messverfahren der Genauigkeitsklasse 2 oder 1 nach DIN 45635-1 [12] bestimmt worden sein.

Im Folgenden wird der geplante WEA-Typ näher beschrieben.

WEA	Typ	Koordinaten (ETRS89, Zone 32)		Nabenhöhe m	Rotordurchmesser m
		x-Wert	y-Wert		
WEA 1	SG6.0-155-6600	412 919	5 908 930	122,5	155,0
WEA 2	SG6.0-155-6600	412 648	5 909 219	122,5	155,0
WEA 3	SG6.0-155-6600	412 951	5 909 742	122,5	155,0
Bestand 1	Enercon E-66 18.70	409 933	5 908 460	65,0	70,0
Bestand 2	Enercon E-66 18.70	410 301	5 908 558	65,0	70,0
Bestand 3	Enercon E-66 18.70	410 544	5 908 803	65,0	70,0
Bestand 4	Enercon E-66 18.70	410 989	5 908 815	65,0	70,0
Bestand 5	Enercon E-66 18.70	411 285	5 909 128	65,0	70,0

Tabelle 2: Auflistung der geplanten und zu beurteilenden WEA mit Angabe von Typ und Standortkoordinaten.

Die Siemens Gamesa SG 6.0-155-6600 ist ein drehzahlvariabler Horizontalachsenkonverter mit drei Rotorblättern im Luvbetrieb und einer Nennleistung von 6.600 kW. Der Rotordurchmesser beträgt 155,0 m. Für die Nabenhöhe sind für diesen WEA Typ verschiedene Höhen verfügbar – hier wird mit einer Nabenhöhe von 122,5 m geplant. Die Drehzahlvariation und damit die Leistungsabgabe im Teillastbereich ist windgeschwindigkeitsabhängig. Im Vollastbereich wird die Leistungsabgabe bis zum Erreichen der Sturmabschaltung über die Verstellung der Pitchwinkel nahezu konstant gehalten. Da der Rotor die Hauptgeräuschquelle einer WEA darstellt (siehe auch Kap. 2.3), ist somit auch von einem mit steigender Drehzahl zunehmenden Schalleistungspegel bis zum Erreichen des Maximums auszugehen. Darüber hinaus steigt der Schalleistungspegel bei einer drehzahlvariablen WEA nicht weiter. Der Hersteller der WEA gibt in [13] Oktavbandschalleistungspegel für mehrere Betriebsmodi (Standardbetriebsmodus und geräuschreduzierte Betriebsmodi) an.

**Für die Berechnungen wird für jeden gewählten Betriebsmodus der WEA unabhängig von der standardisierten Windgeschwindigkeit jeweils das Oktavband des**

**maximalen Emissionswertes (max. Summenschalleistungspegel) als Eingangswert gesetzt.**

Für den Betrieb der WEA im Tageszeitraum von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr als auch für den Betrieb im Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr des Folgetages mit den deutlich niedrigeren Immissionsrichtwerten ist der leistungsoptimierte Modus AM 0 [13] vorgesehen, um an den maßgeblichen Immissionsorten keine unzulässigen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu erhalten.

Die folgende Tabelle 3 zeigt die in den Berechnungen als Eingangswerte gesetzten Oktavbandschalleistungspegel, sowohl mit als auch ohne Angabe der Unsicherheiten sowie mit Angabe der oberen Vertrauensbereichsgrenze.

Parameter		SG6.0-155-6600			E-66 18.70		
		leistungsoptimiert			leistungsoptimiert		
Nennleistung in kW		6.600			1.800		
Rotornenndrehzahl (-bereich) in min <sup>-1</sup>		--			--		
Betrieb 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr (Tag)		WEA 1, WEA 2 u. WEA 3			alle im Bestand		
Betrieb 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr (Nacht)		WEA 1, WEA 2 u. WEA 3			alle im Bestand		
<b>Summenschalleistungspegel in dB(A)</b>		<b>105,0</b>			<b>104,0</b>		
Unsicherheiten:							
Garantie/Messung <sup>2)</sup>		0,5 dB			--		
Serienstreuung <sup>3)</sup>		1,2 dB			--		
Gesamt WEA <sup>4)</sup>		1,7 dB			--		
Prognose <sup>5)</sup>		1,0 dB			--		
<b>Oberer Vertrauensbereich <sup>6)</sup></b>		<b>2,1 dB</b>			<b>1,5 dB</b>		
Tonhaltigkeitszuschlag $K_{TN}$ in dB		0			0		
Impulshaltigkeitszuschlag $K_{IN}$ in dB		0			0		
		$L_{WA,i}$	$L_{e,max,i}$	$L_{WA,max,i}$	$L_{WA,i}$	$L_{e,max,i}$	$L_{WA,max,i}$
$f$ in Hz		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
63		83,6	85,3	85,7	-	-	85,2
125		91,1	92,8	93,2	-	-	92,4
250		97	98,7	99,1	-	-	95,7
500		98,5	100,2	100,6	-	-	99,2
1000		99,6	101,3	101,7	-	-	99,4
2000		98,4	100,1	100,5	-	-	96,3
4000		92,7	94,4	94,8	-	-	89,7
8000		76,9	78,6	79,0	-	-	78,2
Summenpegel $L_{WA}$ , $L_{e,max}$ , $L_{WA,max}$ in dB(A)		105,0	106,7	107,1	-	-	104,5
Referenz Messbericht/Garantie		[13]					

Tabelle 3: Zusammenfassung der für die Berechnung wichtigsten Parameter der bestehenden und der geplanten WEA in den verwendeten Betriebsmodi.

<sup>1)</sup> Der Summenschalleistungspegel  $L_{WA}$  folgt aus der energetischen Addition der einzelnen Oktavbandschalleistungspegel  $L_{WA,i}$  des Messberichtes bzw. der Herstellerangabe/Garantie.

- 2) Unsicherheit für den Emissionswert aus Messung der einzelnen WEA. Gemäß Kapitel 3 der LAI Hinweise [2] kann hier für FGW TR1-konform vermessene Anlagen [5] ein Wert von 0,5 dB angenommen werden. Für nicht FGW TR1-konform vermessene Anlagen ist hier ein Wert von 3 dB anzunehmen.
- 3) Unsicherheit, um die Streuung des Schalleistungspegels aus Toleranzen in der Produktion abzubilden. Gemäß Kapitel 3 der LAI Hinweise [2] kann hier für mehrfach vermessene WEA im Sinne von Anhang C der FGW TR1 [5] die Standardabweichung aus dieser Ermittlung angenommen werden. Für nicht mehrfach vermessene WEA ist hier ersatzweise ein Wert von 1,2 dB anzunehmen.
- 4) Gesamtunsicherheit des Emissionswertes der einzelnen WEA, bestehend aus der Unsicherheit des Emissionswertes <sup>(2)</sup> und der Serienstreuung <sup>(3)</sup>, multipliziert mit 1,28 für die obere Vertrauensbereichsgrenze für ein einseitiges Vertrauensniveau von 90%. Aufgeschlagen auf den Schalleistungspegel ergibt sich hieraus der maximal zulässige und zu genehmigende Emissionswert der einzelnen WEA. Dieser ist bei eventuell angesetzten Nachvermessungen einzuhalten.
- 5) Unsicherheit des Prognosemodells. Gemäß Kapitel 3 der LAI Hinweise [2] kann hier ein Wert von 1,0 dB angenommen werden.
- 6) Der obere Vertrauensbereich der prognostizierten Immissionen folgt aus der Addition der Einzelunsicherheiten als Gesamtunsicherheit multipliziert mit 1,28 für ein einseitiges Vertrauensniveau von 90%.

### 3.4 Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlagen

Die TA Lärm gibt in Kapitel 2.2 [1] vor welche Fläche durch den Einwirkungsbereich der geplanten WEA bedeckt wird. Es ist die Fläche innerhalb derer der für diese Fläche gültige Immissionsrichtwert durch Geräusche der geplanten WEA um weniger als 10 dB(A) unterschritten wird. In Bezug auf größere Windparks kann ein Einwirkungsbereich von 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert als nicht ausreichend angesehen werden. Hierfür kann der Einwirkungsbereich bis zum Erreichen einer physikalischen Irrelevanz auf 15 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert erweitert werden.

Für Kern-, Dorf- und Mischgebiete ( in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen häufig M oder MD bezeichnet) mit einem nächtlichen Immissionsrichtwert von 45 dB(A) ist es die 35 dB(A) Isophone, im Bild unten (Dunkelblau). Für den erweiterten Einwirkungsbereich vergrößert sich die Fläche bis zur 30 dB(A) Isophone (Dunkelgrün).

Für allgemeine Wohngebiete (WA) mit einem nächtlichen Immissionsrichtwert von 40 dB(A) ist es die 30 dB(A) Isophone, im Bild unten (Dunkelgrün). Für den erweiterten Einwirkungsbereich ist die 25 dB(A) Isophone (Lila) maßgebend.

Durch die Berechnung der Geräuschbelastung der geplanten WEA im offenen Betrieb und ohne Berücksichtigung von Unsicherheiten wird ermittelt, wie groß der Einwirkungsbereich der zu beurteilenden WEA ist.

### 3.5 Immissionsorte

Die Auswahl der Immissionsorte definiert sich durch den Einwirkungsbereich der WEA entsprechend den Anforderungen von Kapitel 2.3 der TA Lärm [1]. Durch die Erkenntnisse der Standortbesichtigung begründen sich die Einstufungen der ermittelten Immissionsorte entsprechend den Vorgaben der TA Lärm [1]. Die Koordinaten der Immissionspunkte entstammen digitalen Kartenmaterial, welches auf dem amtlichen topogra-

phisch-kartographischen Informationssystem (ATKIS) basiert. Die Auflistung der Koordinaten ist umseitig in Tabelle 4 zu finden.

IO	Adresse / Beschreibung	Koordinaten (ETRS89, Zone 33)		Höhe ü. NN	Richtwert Tag/Nacht
		x-Wert	y-Wert	m	m
I001	Hollesandstr. 4, 26835 Hesel-Firrel	412 423	5 910 276	7	60/45
I002	Domänenweg 3, 26835 Hesel-Firrel	413 571	5 910 279	9	60/45
I003	Achterbargsweg 5, 26670 Uplengen	413 560	5 909 672	11	60/45
I004	Firreler Weg 6, 26670 Uplengen	413 592	5 909 066	8	60/45
I005	Kleinoldendorfer Str. 38, 26670 Uplengen	413 597	5 908 516	7	60/45
I006	Keinoldendorfer Str. 48, 26670 Uplengen	413 291	5 908 425	6	60/45
I007	Kleinoldendorfer Str. 119, 26835 Hesel-Schwerinsdorf	412 687	5 908 216	7	60/45
I008	Kleinoldendorfer Str. 123, 26835 Hesel-Schwerinsdorf	412 865	5 908 259	7	60/45
I009	Oldendorfer Str. 109, 26835 Hesel-Schwerinsdorf	412 465	5 908 194	7	60/45
I010	Oldendorfer Str. 113, 26835 Hesel-Schwerinsdorf	412 541	5 908 201	7	60/45
I011	Oldendorfer Str. 95a, 26835 Hesel-Schwerinsdorf	412 022	5 908 138	7	60/45
I012	Moorweg 7, 26835 H.-Schwerinsdorf	411 789	5 908 583	7	60/45
I013	Lerchenweg 1, 26835 Hesel-Firrel	411 485	5 909 597	6	60/45
I014	Firreler Str. 48, 26835 Hesel-Firrel	411 809	5 910 422	8	60/45
I015	Nordender Str. 10, 26835 Hesel-Firrel	411 084	5 909 878	6	55/40

Tabelle 4: Maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft der Windenergieanlagen.

Die gelisteten Immissionsorte liegen zumeist am Rand der Ortschaften und Siedlungsgebiete auf der dem Windpark zugewandten Seite. Die Häuser sind landschaftstypisch mehrheitlich eineinhalb- bis zweigeschossig mit Satteldach ausgeführt. Zum Teil sind die Gärten mit Bäumen und Büschen eingewachsen.

Eine Fotodokumentation mit Kartendarstellung findet sich in Anhang A.

### 3.6 Berechnungsannahmen

Die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen setzt in der Regel eine Berechnung der Geräuschimmissionen der geplanten und zu beurteilenden WEA sowie die Bestimmung der Vorbelastung durch Geräusche durch den Betrieb der bestehenden Anlagen und der Gesamtbelastung durch Geräusche durch den Betrieb aller Anlagen voraus. Die Bestimmung der Vorbelastung kann entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der geplanten und zu beurteilenden WEA als irrelevant im Sinne von Nummer 3.2.1. Abs. 2 der TA Lärm [1] sind. Das ist hiernach der Fall, wenn die von der zu beurteilenden WEA ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Sowohl für den Tagzeitraum von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr als auch für den Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr des Folgetages mit den deutlich niedrigeren Immissionsrichtwerten der maßgeblichen Immissionsorte kann für die geplanten und zu beurteilenden WEA der Betrieb in deren Standard- bzw. leistungsoptimierten Modus vorgesehen werden. Die Betriebsarten und die zugehörigen maximalen Schallleistungspegel sind in Kapitel 0 beschrieben.

Für die Berechnungen wird das Programm WindPRO von EMD DK in der derzeit aktuellen Version 3.4 verwendet.

## 4 Ergebnisse

Dargestellt sind die Ergebnisse der Berechnung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten für den Betrieb der geplanten und zu beurteilenden WEA in deren leistungsoptimierten bzw. Standardbetriebsmodus mit den in Kapitel 0, Tabelle 3, angegebenen maximalen Schalleistungspegeln nebst Unsicherheiten. Die Beurteilung erfolgt gemäß den Immissionsrichtwerten nach Kap. 6.1 der TA Lärm [1] für den Tagzeitraum von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr und für den Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr des Folgetages.

IO	IRW Tag/ Nacht	Bestehende WEA (VB)			Geplante WEA (ZB)			Best. u. gepl. WEA (GB)		
		$L_{r,90}$ ber. <sup>1)</sup>	$L_{r,90}$ ger. <sup>3)</sup>	IRW- $L_{r,90}$ <sup>2)</sup> ger. <sup>3)</sup>	$L_{r,90}$ ber. <sup>1)</sup>	$L_{r,90}$ ger. <sup>3)</sup>	IRW- $L_{r,90}$ <sup>2)</sup> ger. <sup>3)</sup>	$L_{r,90}$ ber. <sup>1)</sup>	$L_{r,90}$ ger. <sup>3)</sup>	IRW- $L_{r,90}$ <sup>2)</sup> ger. <sup>3)</sup>
		dB(A)	dB(A)	dB	dB(A)	dB(A)	dB	dB(A)	dB(A)	dB
I001	60/45	31,7	32	13	40,8	41	4	41,3	41	4
I002	60/45	26,8	27	18	39,5	39	6	39,7	40	5
I003	60/45	27,9	28	17	42,9	43	2	43,0	43	2
I004	60/45	28,2	28	17	42,5	43	2	42,7	43	2
I005	60/45	28,1	28	17	40,2	40	5	40,5	40	5
I006	60/45	29,4	29	16	42,2	42	3	42,4	42	3
I007	60/45	32,3	32	13	40,9	41	4	41,5	41	4
I008	60/45	31,4	31	14	41,7	42	3	42,1	42	3
I009	60/45	33,6	34	11	39,8	40	5	40,8	41	4
I010	60/45	33,2	33	12	40,2	40	5	41,0	41	4
I011	60/45	36,2	36	9	37,1	37	8	39,7	40	5
I012	60/45	40,3	40	5	38,2	38	7	42,4	42	3
I013	60/45	42,2	42	3	36,7	37	8	43,3	43	2
I014	60/45	33,3	33	12	35,9	36	9	37,8	38	7
I015	55/40	39,5	39	1	33,3	33	7	40,4	40	0

Tabelle 5: Ergebnisse der voraussichtlichen Belastung durch Geräusche an den maßgeblichen Immissionsorten durch den Betrieb der geplanten WEA im Standardbetriebsmodus sowohl zum Tageszeitraum von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr als auch für den Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr des Folgetages. Für alle Immissionsorte wird eine Aufpunkthöhe von 5 m angenommen.

- 1) Berechnete Ergebnisse der voraussichtlichen Geräuschbelastung durch die geplanten WEA im Standardbetriebsmodus für den Tag- und dem Nachtzeitraum.
- 2) Abstand zwischen berechnetem Beurteilungspegel (Betrieb der geplanten und zu beurteilenden WEA im Standardbetriebsmodus, siehe Kapitel 0, Tabelle 3) und dem Immissionsrichtwert am jeweiligen Immissionsort zum Nachtzeitraum mit den zu denen am Tagzeitraum deutlich niedrigeren Immissionsrichtwerten (vergl. Spalte IRW).
- 2) Mathematische Rundung gemäß Kapitel 4.5.1 in DIN 1333 [14].

Die Ergebnisse der Berechnung der voraussichtlichen Geräuschimmissionen durch den Betrieb der geplanten und zu beurteilenden WEA im Standardbetriebsmodus (siehe Ka-

pitel 3.3, Tabelle 3) zeigen, dass die berechneten Beurteilungspegel an allen Immissionsorten den jeweiligen Immissionsrichtwert sowohl für den Tagzeitraum als auch für den Nachtzeitraum mit den deutlich niedrigeren Immissionsrichtwerten um mindestens 2 dB(A) unterschritten. Unter Berücksichtigung der bestehenden Anlagen am Standort (siehe Kapitel 3.3) wird lediglich an einem Immissionsort (IO15) der Immissionsrichtwert aufgrund der Vorbelastung durch die bestehenden Anlagen mit lediglich 1 dB(A) Richtwertunterschreitung erreicht, jedoch nicht überschritten. An den weiteren Immissionsorten wird der Immissionsrichtwert immer noch im mindestens 2 dB(A) unterschritten.

Einzelne Geräuschspitzen, die den Immissionsrichtwert am Tage um 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten, sind bei WEA im bestimmungsgemäßen Betrieb erfahrungsgemäß nicht zu erwarten.

Die detaillierten Berechnungsergebnisse und die graphische Darstellung der Schallausbreitung in Form der berechneten Isophonen (Linien gleicher Schallbelastung) sind im Anhang zu finden.

## 5 Schlussbetrachtung

Die ENOVA Energieanlagen GmbH in D-26831 Bunderhee plant am Standort Uplengen im Landkreis Leer im Bundesland Niedersachsen die Errichtung von drei Windenergieanlagen vom Typ Siemens Gamesa SG 6.0-155-6600.

Hierfür ist im Rahmen des Genehmigungsverfahrens auf Grundlage der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) [1] zu prüfen, ob dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche genügend berücksichtigt wurde.

Eingangsdaten dieser Schallimmissionsprognose sind die Angaben des Auftraggebers zu Typ und Standortkoordinaten der geplanten und zu beurteilenden WEA. Angaben zum Oktavbandschalleistungspegel beruhen auf Herstellerangaben und vervollständigen die Eingangsdaten. Als Kartengrundlage für die Koordinatendefinition der Immissionsorte dienten auf ATKIS basierende topografische Karten sowie Gebäudeumringe aus dem deutschen Liegenschaftskataster (ALKIS) in elektronischer Form und digitalisierte Höhenlinien.

Sowohl die Standorte der geplanten WEA als auch das nähere Umfeld mit den Immissionsorten sind bei einer Standortbegehung besichtigt worden.

Die rechnerische Ermittlung der durch den Anlagenbetrieb verursachten Schallimmissionen an den maßgeblichen Immissionsorten wurde gemäß der Vorgaben in [2] nach dem sogenannten Interimsverfahren [4] durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass unter den hier getroffenen Annahmen durch den Betrieb der geplanten und zu beurteilenden WEA im Standard- bzw. im leistungsoptimierten Betriebsmodus die Immissionsrichtwerte gemäß Kapitel 6 der TA Lärm [1] an allen maßgeblichen Immissionsorten sowohl zum Tageszeitraum von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr als auch zum Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr eingehalten werden. Unter Beachtung der getroffenen Annahmen ist die Genehmigungsfähigkeit der geplanten WEA in Bezug auf Geräuschimmissionen gegeben.

Die Annahmen der Geräuschemissionen der geplanten und zu beurteilenden WEA beruhen auf Herstellerangaben. Zwecks Sicherstellung des Immissionsschutzes durch Absicherung der Eingangsdaten wird empfohlen, nach Inbetriebnahme der WEA an diesen die spezifischen Emissionswerte, wie Schalleistungspegel und mögliche Ton- oder Impulshaltigkeiten durch Messungen gemäß aktueller FGW TR1 [5] zu verifizieren.

## 6 Referenzen

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm),“ 1998.
- [2] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zum Schallschutz bei Windkraftanlagen (WKA) (überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016), 2016.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999.
- [4] NALS, „Dokumentation zur Schallausbreitung - Interimsverfahren für Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1,“ 2015.
- [5] Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien e.V., „Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18,“ 2008.
- [6] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 45641 Mittelung von Schallpegeln, 1990.
- [7] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN EN 61672-1:2014-07, Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2013); Deutsche Fassung EN 61672-1:2013,“ 2014.
- [8] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 45645-1 Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, 1996.
- [9] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft,“ 1997.
- [10] Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über die Ergebnisse des Messprojektes 2013-2015,“ 2016.
- [11] IEC International Electrotechnical Comissions, „Technical specification IEC 61400-14, Declaration of apparant sound power level and tonality values, First Ed. 2005-03,“ 2005.
- [12] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN 45635-1:1994-04, Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren; Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen,“ 1984.
- [13] Schallemission SG 6.0-155, LK Rev. 0 AM0-N8, Dokument D2340474/003, Siemens Gamesa, 24.02.2020
- [14] DIN 1333 Zahlenangaben, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, 1992

## 7 Anhang

### A Fotodokumentation der Immissionsorte

Dargestellt sind hier die maßgeblichen Immissionsorte in fotodokumentarischer Form sowie deren Lage im digitalen Kartenmaterial. Um einen Eindruck der Gegebenheiten vor Ort zu bekommen, sind die Bilder, soweit möglich, aus Richtung der emittierenden WEA aufgenommen. Die Positionen der Immissionsorte basieren auf georeferenzierten Daten.

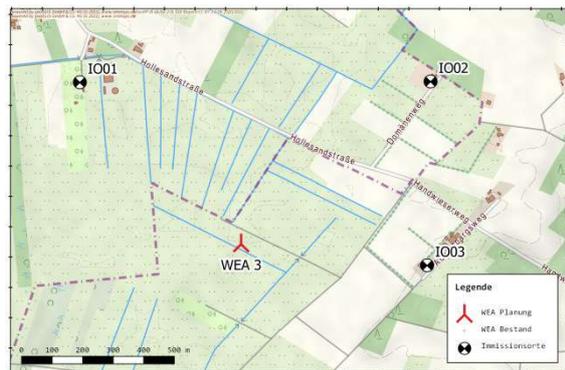


Abbildung 2: Immissionsort 01

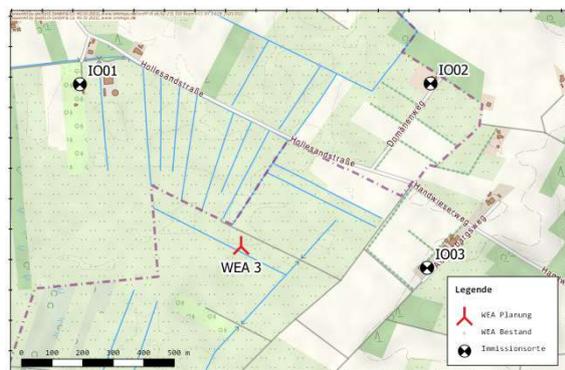


Abbildung 3: Immissionsort 02

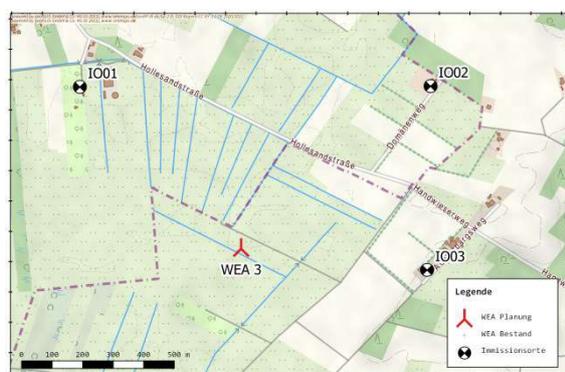


Abbildung 4: Immissionsort 03



Abbildung 5: Immissionsort 04

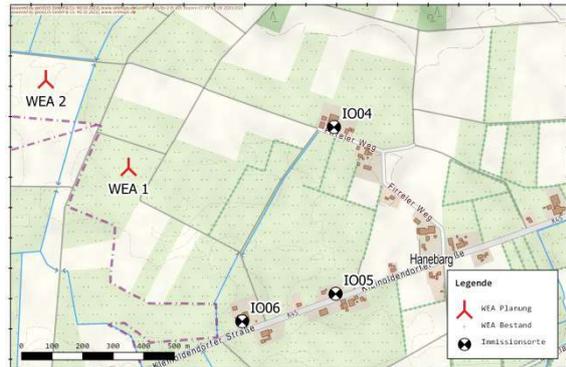


Abbildung 6: Immissionsort 05

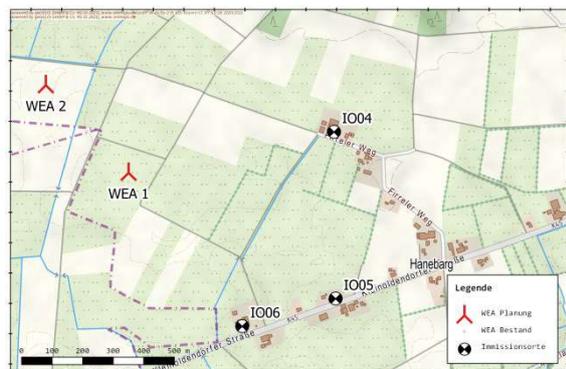


Abbildung 7: Immissionsort 06

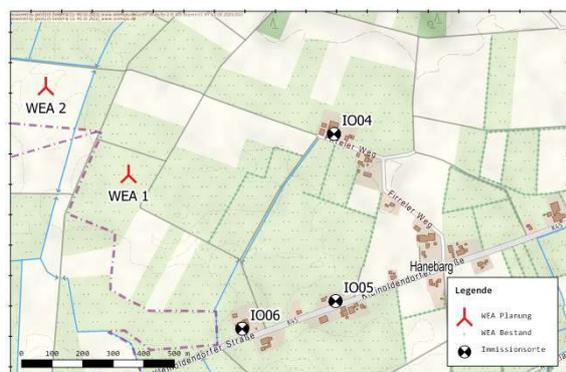


Abbildung 8: Immissionsort 07

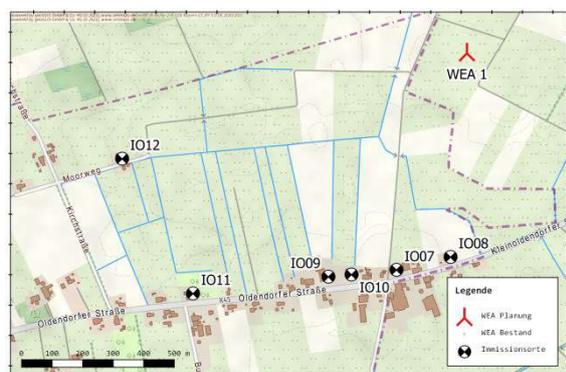




Abbildung 9: Immissionsort 08

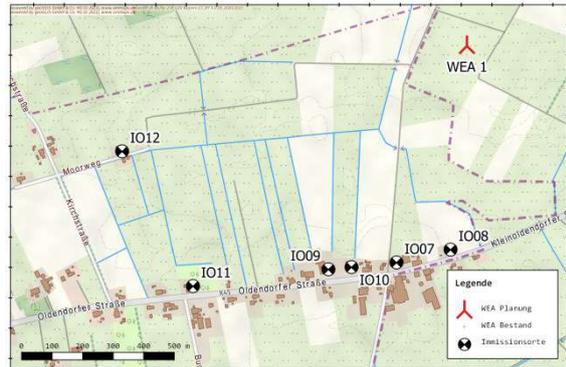


Abbildung 10: Immissionsort 09

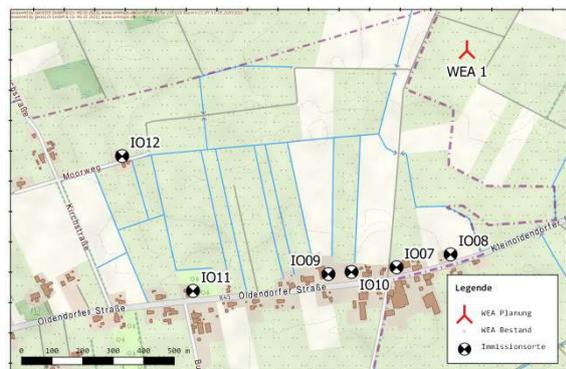


Abbildung 11: Immissionsort 10

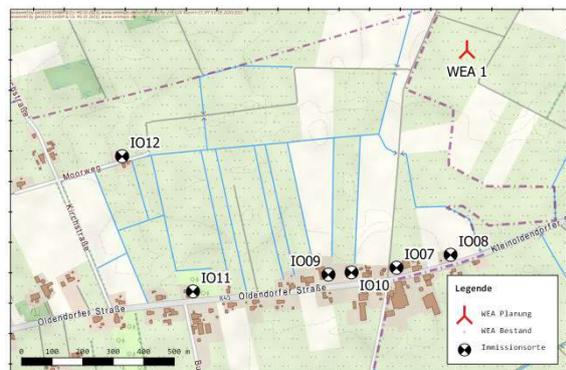


Abbildung 12: Immissionsort 11

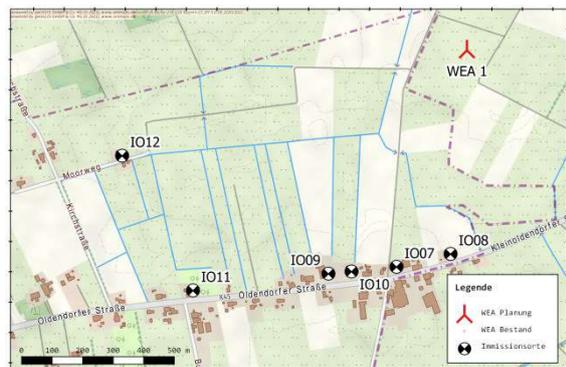




Abbildung 13: Immissionsort 12

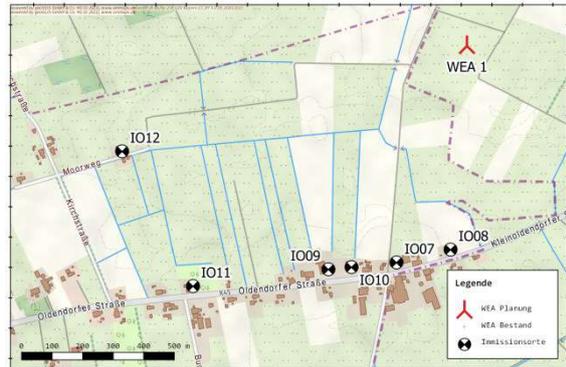


Abbildung 14: Immissionsort 13

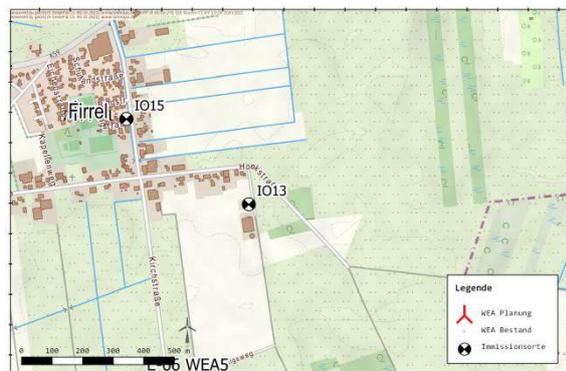


Abbildung 15: Immissionsort 14

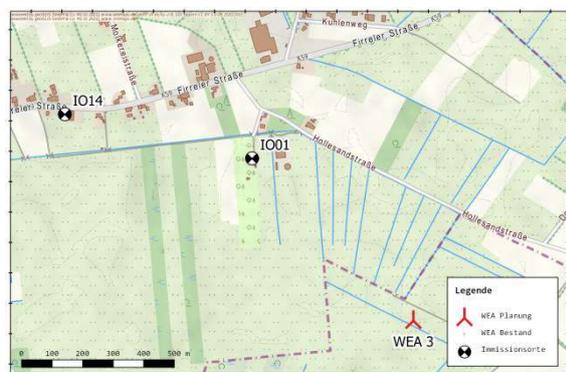
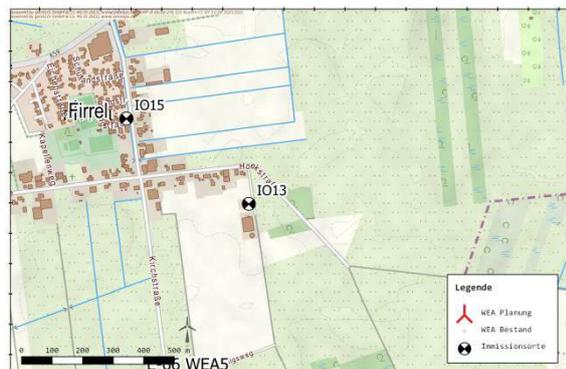


Abbildung 16: Immissionsort 15



## B Detailergebnis – Bestehende WEA

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
 3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5  
 m Nabenhöhe  
 Schallausbreitung  
 Periodischer Schattenwurf  
 Einwirkungsbereich der geplanten WEA

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
 Oldenburger Str. 65  
 DE-26316 Varel  
 +49 (0)4451 9515 0  
 Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
 Berechnet:  
 04.07.2021 21:46/3.4.415

### DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse

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

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

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

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: I O01 Hollesandstraße 4, Firrel - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	3 082	3 082	<b>20.17</b>	104.48	0.00	80.78	6.53	-3.00	0.00	0.00	84.31
E-66 WEA 2	2 730	2 731	<b>21.74</b>	104.48	0.00	79.73	6.02	-3.00	0.00	0.00	82.74
E-66 WEA 3	2 387	2 388	<b>23.44</b>	104.48	0.00	78.56	5.49	-3.00	0.00	0.00	81.05
E-66 WEA 4	2 047	2 048	<b>25.33</b>	104.48	0.00	77.23	4.92	-3.00	0.00	0.00	79.15
E-66 WEA 5	1 616	1 618	<b>28.15</b>	104.48	0.00	75.18	4.15	-3.00	0.00	0.00	76.33
Summe			<b>31.67</b>								

#### Schall-Immissionsort: I O02 Domänenweg 3, Firrel - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	4 068	4 068	<b>16.47</b>	104.48	0.00	83.19	7.83	-3.00	0.00	0.00	88.02
E-66 WEA 2	3 695	3 696	<b>17.77</b>	104.48	0.00	82.35	7.36	-3.00	0.00	0.00	86.72
E-66 WEA 3	3 368	3 368	<b>19.00</b>	104.48	0.00	81.55	6.93	-3.00	0.00	0.00	85.48
E-66 WEA 4	2 968	2 969	<b>20.66</b>	104.48	0.00	80.45	6.37	-3.00	0.00	0.00	83.82
E-66 WEA 5	2 560	2 560	<b>22.56</b>	104.48	0.00	79.17	5.76	-3.00	0.00	0.00	81.92
Summe			<b>26.82</b>								

#### Schall-Immissionsort: I O03 Achterbergsweg 5, Uplengen - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	3 824	3 824	<b>17.30</b>	104.48	0.00	82.65	7.53	-3.00	0.00	0.00	87.18
E-66 WEA 2	3 444	3 444	<b>18.71</b>	104.48	0.00	81.74	7.03	-3.00	0.00	0.00	85.78
E-66 WEA 3	3 139	3 139	<b>19.93</b>	104.48	0.00	80.94	6.61	-3.00	0.00	0.00	84.55
E-66 WEA 4	2 710	2 711	<b>21.83</b>	104.48	0.00	79.66	5.99	-3.00	0.00	0.00	82.65
E-66 WEA 5	2 339	2 340	<b>23.69</b>	104.48	0.00	78.38	5.41	-3.00	0.00	0.00	80.79
Summe			<b>27.87</b>								

#### Schall-Immissionsort: I O04 Firreler Weg 6, Uplengen - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	3 708	3 709	<b>17.72</b>	104.48	0.00	82.38	7.38	-3.00	0.00	0.00	86.76
E-66 WEA 2	3 330	3 330	<b>19.16</b>	104.48	0.00	81.45	6.88	-3.00	0.00	0.00	85.33
E-66 WEA 3	3 059	3 060	<b>20.27</b>	104.48	0.00	80.71	6.50	-3.00	0.00	0.00	84.21
E-66 WEA 4	2 615	2 615	<b>22.29</b>	104.48	0.00	79.35	5.84	-3.00	0.00	0.00	82.19
E-66 WEA 5	2 308	2 308	<b>23.86</b>	104.48	0.00	78.27	5.36	-3.00	0.00	0.00	80.62
Summe			<b>28.20</b>								

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5 m Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Einwirkungsbereich der geplanten WEA

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:46/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** VB Schall**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

**Schall-I mmissionsort: I O05 Kleinoldendorfer Straße 38, Uplengen - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	3 664	3 665	<b>17.88</b>	104.48	0.00	82.28	7.32	-3.00	0.00	0.00	86.60
E-66 WEA 2	3 296	3 297	<b>19.29</b>	104.48	0.00	81.36	6.83	-3.00	0.00	0.00	85.19
E-66 WEA 3	3 067	3 067	<b>20.24</b>	104.48	0.00	80.73	6.51	-3.00	0.00	0.00	84.25
E-66 WEA 4	2 625	2 626	<b>22.24</b>	104.48	0.00	79.39	5.86	-3.00	0.00	0.00	82.24
E-66 WEA 5	2 392	2 392	<b>23.41</b>	104.48	0.00	78.58	5.49	-3.00	0.00	0.00	81.07
Summe			<b>28.05</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O06 Kleinoldendorfer Straße 48, Uplengen - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	3 358	3 359	<b>19.04</b>	104.48	0.00	81.52	6.92	-3.00	0.00	0.00	85.44
E-66 WEA 2	2 993	2 994	<b>20.55</b>	104.48	0.00	80.52	6.41	-3.00	0.00	0.00	83.93
E-66 WEA 3	2 773	2 774	<b>21.54</b>	104.48	0.00	79.86	6.08	-3.00	0.00	0.00	82.94
E-66 WEA 4	2 335	2 336	<b>23.71</b>	104.48	0.00	78.37	5.40	-3.00	0.00	0.00	80.77
E-66 WEA 5	2 126	2 127	<b>24.87</b>	104.48	0.00	77.55	5.06	-3.00	0.00	0.00	79.61
Summe			<b>29.44</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O07 Kleinoldendorfer Straße 119, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 765	2 766	<b>21.58</b>	104.48	0.00	79.84	6.07	-3.00	0.00	0.00	82.91
E-66 WEA 2	2 411	2 411	<b>23.31</b>	104.48	0.00	78.65	5.52	-3.00	0.00	0.00	81.17
E-66 WEA 3	2 222	2 223	<b>24.33</b>	104.48	0.00	77.94	5.22	-3.00	0.00	0.00	80.16
E-66 WEA 4	1 801	1 802	<b>26.88</b>	104.48	0.00	76.11	4.49	-3.00	0.00	0.00	77.61
E-66 WEA 5	1 673	1 674	<b>27.75</b>	104.48	0.00	75.47	4.26	-3.00	0.00	0.00	76.73
Summe			<b>32.33</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O08 Kleinoldendorfer Straße 123, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 939	2 939	<b>20.79</b>	104.48	0.00	80.37	6.33	-3.00	0.00	0.00	83.69
E-66 WEA 2	2 581	2 582	<b>22.45</b>	104.48	0.00	79.24	5.79	-3.00	0.00	0.00	82.03
E-66 WEA 3	2 384	2 385	<b>23.45</b>	104.48	0.00	78.55	5.48	-3.00	0.00	0.00	81.03
E-66 WEA 4	1 957	1 958	<b>25.88</b>	104.48	0.00	76.83	4.77	-3.00	0.00	0.00	78.60
E-66 WEA 5	1 803	1 804	<b>26.86</b>	104.48	0.00	76.13	4.50	-3.00	0.00	0.00	77.62
Summe			<b>31.43</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O09 Oldendorfer Straße 109, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 546	2 547	<b>22.63</b>	104.48	0.00	79.12	5.74	-3.00	0.00	0.00	81.86
E-66 WEA 2	2 194	2 195	<b>24.48</b>	104.48	0.00	77.83	5.17	-3.00	0.00	0.00	80.00
E-66 WEA 3	2 015	2 016	<b>25.52</b>	104.48	0.00	77.09	4.87	-3.00	0.00	0.00	78.96
E-66 WEA 4	1 601	1 603	<b>28.26</b>	104.48	0.00	75.10	4.13	-3.00	0.00	0.00	76.22
E-66 WEA 5	1 505	1 506	<b>28.98</b>	104.48	0.00	74.56	3.94	-3.00	0.00	0.00	75.50
Summe			<b>33.58</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O10 Oldendorfer Straße 113, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 620	2 621	<b>22.26</b>	104.48	0.00	79.37	5.85	-3.00	0.00	0.00	82.22
E-66 WEA 2	2 268	2 269	<b>24.07</b>	104.48	0.00	78.12	5.29	-3.00	0.00	0.00	80.41

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5 m Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Einwirkungsbereich der geplanten WEA

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:46/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung: VB SchallSchallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s**

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

**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]
E-66 WEA 3	2 085	2 086	<b>25.11</b>	104.48	0.00	77.39	4.99	-3.00	0.00	0.00	79.38
E-66 WEA 4	1 669	1 670	<b>27.78</b>	104.48	0.00	75.45	4.25	-3.00	0.00	0.00	76.71
E-66 WEA 5	1 561	1 562	<b>28.56</b>	104.48	0.00	74.87	4.05	-3.00	0.00	0.00	75.92
Summe			<b>33.15</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO11 Oldendorfer Straße 95a, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 113	2 114	<b>24.94</b>	104.48	0.00	77.50	5.04	-3.00	0.00	0.00	79.54
E-66 WEA 2	1 771	1 772	<b>27.08</b>	104.48	0.00	75.97	4.44	-3.00	0.00	0.00	77.41
E-66 WEA 3	1 620	1 621	<b>28.12</b>	104.48	0.00	75.20	4.16	-3.00	0.00	0.00	76.36
E-66 WEA 4	1 235	1 236	<b>31.24</b>	104.48	0.00	72.84	3.40	-3.00	0.00	0.00	73.25
E-66 WEA 5	1 234	1 235	<b>31.25</b>	104.48	0.00	72.83	3.40	-3.00	0.00	0.00	73.24
Summe			<b>36.16</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO12 Moorweg 7, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	1 860	1 861	<b>26.49</b>	104.48	0.00	76.40	4.60	-3.00	0.00	0.00	78.00
E-66 WEA 2	1 488	1 490	<b>29.11</b>	104.48	0.00	74.46	3.91	-3.00	0.00	0.00	75.37
E-66 WEA 3	1 265	1 266	<b>30.97</b>	104.48	0.00	73.05	3.47	-3.00	0.00	0.00	73.52
E-66 WEA 4	833	835	<b>35.52</b>	104.48	0.00	69.44	2.52	-3.00	0.00	0.00	68.96
E-66 WEA 5	743	745	<b>36.73</b>	104.48	0.00	68.44	2.31	-3.00	0.00	0.00	67.75
Summe			<b>40.33</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO13 Lerchenweg 1, Firrel - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	1 924	1 925	<b>26.09</b>	104.48	0.00	76.69	4.71	-3.00	0.00	0.00	78.40
E-66 WEA 2	1 575	1 576	<b>28.45</b>	104.48	0.00	74.95	4.08	-3.00	0.00	0.00	76.03
E-66 WEA 3	1 231	1 232	<b>31.27</b>	104.48	0.00	72.82	3.40	-3.00	0.00	0.00	73.21
E-66 WEA 4	926	928	<b>34.40</b>	104.48	0.00	70.35	2.74	-3.00	0.00	0.00	70.09
E-66 WEA 5	510	513	<b>40.57</b>	104.48	0.00	65.20	1.71	-3.00	0.00	0.00	63.92
Summe			<b>42.20</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO14 Firreler Straße 48, Firrel - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 715	2 715	<b>21.81</b>	104.48	0.00	79.68	6.00	-3.00	0.00	0.00	82.67
E-66 WEA 2	2 398	2 398	<b>23.38</b>	104.48	0.00	78.60	5.50	-3.00	0.00	0.00	81.10
E-66 WEA 3	2 055	2 055	<b>25.29</b>	104.48	0.00	77.26	4.94	-3.00	0.00	0.00	79.20
E-66 WEA 4	1 804	1 805	<b>26.86</b>	104.48	0.00	76.13	4.50	-3.00	0.00	0.00	77.63
E-66 WEA 5	1 396	1 397	<b>29.85</b>	104.48	0.00	73.90	3.73	-3.00	0.00	0.00	74.64
Summe			<b>33.34</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO15 Nordender Straße 10, Firrel - 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]
E-66 WEA 1	1 826	1 827	<b>26.71</b>	104.48	0.00	76.24	4.54	-3.00	0.00	0.00	77.78
E-66 WEA 2	1 535	1 536	<b>28.76</b>	104.48	0.00	74.73	4.00	-3.00	0.00	0.00	75.73
E-66 WEA 3	1 203	1 205	<b>31.53</b>	104.48	0.00	72.62	3.34	-3.00	0.00	0.00	72.96
E-66 WEA 4	1 067	1 069	<b>32.85</b>	104.48	0.00	71.58	3.05	-3.00	0.00	0.00	71.63
E-66 WEA 5	776	779	<b>36.27</b>	104.48	0.00	68.83	2.39	-3.00	0.00	0.00	68.22
Summe			<b>39.45</b>								

## C Detailergebnis – Geplante WEA im leistungsoptimierten Betrieb

Projekt: <b>VC21056_Uplengen-Firreler_Weg</b>	Beschreibung: 3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5 m Nabenhöhe Schallausbreitung Periodischer Schattenwurf Geräuschbelastung durch die geplanten WEA im leistungsopt. Modus.	Lizenzierter Anwender: <b>Deutsche WindGuard GmbH</b> Oldenburger Str. 65 DE-26316 Varel + 49 (0)4451 9515 0 Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de Berechnet: 04.07.2021 21:47/3.4.415
--	--	---

### DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** ZB Schall**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s  
**Annahmen**

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

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

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: I 001 Hollesandstraße 4, Firrel - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
WEA 1	1 435	1 440	<b>31.60</b>	107.09	0.00	74.17	4.32	-3.00	0.00	0.00	75.49
WEA 2	1 081	1 088	<b>34.80</b>	107.09	0.00	71.73	3.56	-3.00	0.00	0.00	72.29
WEA 3	752	761	<b>38.71</b>	107.09	0.00	68.63	2.75	-3.00	0.00	0.00	68.38
Summe			<b>40.76</b>								

#### Schall-Immissionsort: I 002 Domänenweg 3, Firrel - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
WEA 1	1 498	1 503	<b>31.10</b>	107.09	0.00	74.54	4.45	-3.00	0.00	0.00	75.99
WEA 2	1 406	1 410	<b>31.84</b>	107.09	0.00	73.99	4.26	-3.00	0.00	0.00	75.25
WEA 3	820	829	<b>37.80</b>	107.09	0.00	69.37	2.93	-3.00	0.00	0.00	69.30
Summe			<b>39.46</b>								

#### Schall-Immissionsort: I 003 Achterbergsweg 5, Uplengen - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
WEA 1	980	987	<b>35.88</b>	107.09	0.00	70.89	3.32	-3.00	0.00	0.00	71.21
WEA 2	1 018	1 025	<b>35.47</b>	107.09	0.00	71.21	3.41	-3.00	0.00	0.00	71.62
WEA 3	613	624	<b>40.82</b>	107.09	0.00	66.90	2.37	-3.00	0.00	0.00	66.27
Summe			<b>42.89</b>								

#### Schall-Immissionsort: I 004 Firreler Weg 6, Uplengen - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
WEA 1	686	696	<b>39.66</b>	107.09	0.00	67.85	2.58	-3.00	0.00	0.00	67.43
WEA 2	956	963	<b>36.15</b>	107.09	0.00	70.67	3.26	-3.00	0.00	0.00	70.94
WEA 3	932	939	<b>36.43</b>	107.09	0.00	70.45	3.21	-3.00	0.00	0.00	70.66
Summe			<b>42.50</b>								

#### Schall-Immissionsort: I 005 Kleinoldendorfer Straße 38, Uplengen - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
WEA 1	795	803	<b>38.13</b>	107.09	0.00	69.10	2.86	-3.00	0.00	0.00	68.96
WEA 2	1 181	1 187	<b>33.82</b>	107.09	0.00	72.49	3.78	-3.00	0.00	0.00	73.27
WEA 3	1 386	1 391	<b>32.00</b>	107.09	0.00	73.87	4.22	-3.00	0.00	0.00	75.09
Summe			<b>40.21</b>								

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5 m Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Geräuschbelastung durch die geplanten WEA im leistungsopt. Modus.

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:47/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** ZB Schall**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

**Schall-I mmissionsort: I 006 Keinoldendorfer Straße 48, Uplengen - Außenbereich**

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]
WEA 1	628	639	<b>40.57</b>	107.09	0.00	67.11	2.42	-3.00	0.00	0.00	66.53
WEA 2	1 022	1 029	<b>35.42</b>	107.09	0.00	71.25	3.42	-3.00	0.00	0.00	71.67
WEA 3	1 361	1 366	<b>32.22</b>	107.09	0.00	73.71	4.17	-3.00	0.00	0.00	74.88
Summe			<b>42.19</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 007 Kleinoldendorfer Straße 119, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
WEA 1	751	760	<b>38.73</b>	107.09	0.00	68.62	2.75	-3.00	0.00	0.00	68.36
WEA 2	1 004	1 011	<b>35.62</b>	107.09	0.00	71.09	3.38	-3.00	0.00	0.00	71.47
WEA 3	1 549	1 553	<b>30.72</b>	107.09	0.00	74.82	4.55	-3.00	0.00	0.00	76.37
Summe			<b>40.89</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 008 Kleinoldendorfer Straße 123, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
WEA 1	673	684	<b>39.85</b>	107.09	0.00	67.70	2.54	-3.00	0.00	0.00	67.24
WEA 2	984	991	<b>35.84</b>	107.09	0.00	70.92	3.33	-3.00	0.00	0.00	71.26
WEA 3	1 486	1 490	<b>31.20</b>	107.09	0.00	74.47	4.42	-3.00	0.00	0.00	75.89
Summe			<b>41.71</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 009 Oldendorfer Straße 109, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
WEA 1	865	873	<b>37.23</b>	107.09	0.00	69.82	3.04	-3.00	0.00	0.00	69.86
WEA 2	1 042	1 048	<b>35.22</b>	107.09	0.00	71.41	3.47	-3.00	0.00	0.00	71.87
WEA 3	1 623	1 627	<b>30.17</b>	107.09	0.00	75.23	4.69	-3.00	0.00	0.00	76.92
Summe			<b>39.84</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 010 Oldendorfer Straße 113, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
WEA 1	822	830	<b>37.78</b>	107.09	0.00	69.38	2.93	-3.00	0.00	0.00	69.32
WEA 2	1 024	1 031	<b>35.40</b>	107.09	0.00	71.26	3.43	-3.00	0.00	0.00	71.69
WEA 3	1 595	1 599	<b>30.37</b>	107.09	0.00	75.08	4.64	-3.00	0.00	0.00	76.72
Summe			<b>40.23</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 011 Oldendorfer Straße 95a, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
WEA 1	1 197	1 203	<b>33.67</b>	107.09	0.00	72.60	3.82	-3.00	0.00	0.00	73.42
WEA 2	1 249	1 255	<b>33.19</b>	107.09	0.00	72.97	3.93	-3.00	0.00	0.00	73.90
WEA 3	1 854	1 857	<b>28.59</b>	107.09	0.00	76.38	5.12	-3.00	0.00	0.00	78.50
Summe			<b>37.11</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 012 Moorweg 7, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
WEA 1	1 182	1 188	<b>33.81</b>	107.09	0.00	72.50	3.78	-3.00	0.00	0.00	73.28
WEA 2	1 069	1 075	<b>34.93</b>	107.09	0.00	71.63	3.53	-3.00	0.00	0.00	72.16

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5 m Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Geräuschbelastung durch die geplanten WEA im Leistungsopt. Modus.

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:47/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung: ZB SchallSchallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s**

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Ag [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 3	1 641	1 645	<b>30.04</b>	107.09	0.00	75.33	4.73	-3.00	0.00	0.00	77.05
Summe			<b>38.15</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O13 Lerchenweg 1, Firrel - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Ag [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 1	1 581	1 586	<b>30.47</b>	107.09	0.00	75.01	4.61	-3.00	0.00	0.00	76.62
WEA 2	1 223	1 228	<b>33.43</b>	107.09	0.00	72.79	3.87	-3.00	0.00	0.00	73.66
WEA 3	1 473	1 478	<b>31.30</b>	107.09	0.00	74.39	4.40	-3.00	0.00	0.00	75.79
Summe			<b>36.69</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O14 Firreler Straße 48, Firrel - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Ag [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 1	1 859	1 863	<b>28.55</b>	107.09	0.00	76.40	5.13	-3.00	0.00	0.00	78.54
WEA 2	1 466	1 471	<b>31.36</b>	107.09	0.00	74.35	4.38	-3.00	0.00	0.00	75.74
WEA 3	1 329	1 334	<b>32.49</b>	107.09	0.00	73.50	4.10	-3.00	0.00	0.00	74.60
Summe			<b>35.86</b>								

**Schall-I mmissionsort: I O15 Nordender Straße 10, Firrel - 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]	Ag [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 1	2 065	2 069	<b>27.28</b>	107.09	0.00	77.31	5.50	-3.00	0.00	0.00	79.82
WEA 2	1 697	1 701	<b>29.64</b>	107.09	0.00	75.62	4.83	-3.00	0.00	0.00	77.45
WEA 3	1 872	1 876	<b>28.47</b>	107.09	0.00	76.46	5.16	-3.00	0.00	0.00	78.62
Summe			<b>33.34</b>								

## D Detailergebnis – Bestehende WEA und geplante WEA

Projekt: **VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung: 3 x Siemens GAMESA SG-155/6,6 MW mit 122,5 m Nabelhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Geräuschbelastung durch die bestehenden WEA im gen. Modus und der geplanten WEA im leistungsopt. Modus.

Lizenzierter Anwender: **Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+ 49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Berechnet: 04.07.2021 21:49/3.4.415

### DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** GB Schall**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s  
**Annahmen**

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

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

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: I 001 Hollesandstraße 4, Firrel - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	3 082	3 082	<b>20.17</b>	104.48	0.00	80.78	6.53	-3.00	0.00	0.00	84.31
E-66 WEA 2	2 730	2 731	<b>21.74</b>	104.48	0.00	79.73	6.02	-3.00	0.00	0.00	82.74
E-66 WEA 3	2 387	2 388	<b>23.44</b>	104.48	0.00	78.56	5.49	-3.00	0.00	0.00	81.05
E-66 WEA 4	2 047	2 048	<b>25.33</b>	104.48	0.00	77.23	4.92	-3.00	0.00	0.00	79.15
E-66 WEA 5	1 616	1 618	<b>28.15</b>	104.48	0.00	75.18	4.15	-3.00	0.00	0.00	76.33
WEA 1	1 435	1 440	<b>31.60</b>	107.09	0.00	74.17	4.32	-3.00	0.00	0.00	75.49
WEA 2	1 081	1 088	<b>34.80</b>	107.09	0.00	71.73	3.56	-3.00	0.00	0.00	72.29
WEA 3	752	761	<b>38.71</b>	107.09	0.00	68.63	2.75	-3.00	0.00	0.00	68.38
Summe			<b>41.26</b>								

#### Schall-Immissionsort: I 002 Domänenweg 3, Firrel - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	4 068	4 068	<b>16.47</b>	104.48	0.00	83.19	7.83	-3.00	0.00	0.00	88.02
E-66 WEA 2	3 695	3 696	<b>17.77</b>	104.48	0.00	82.35	7.36	-3.00	0.00	0.00	86.72
E-66 WEA 3	3 368	3 368	<b>19.00</b>	104.48	0.00	81.55	6.93	-3.00	0.00	0.00	85.48
E-66 WEA 4	2 968	2 969	<b>20.66</b>	104.48	0.00	80.45	6.37	-3.00	0.00	0.00	83.82
E-66 WEA 5	2 560	2 560	<b>22.56</b>	104.48	0.00	79.17	5.76	-3.00	0.00	0.00	81.92
WEA 1	1 498	1 503	<b>31.10</b>	107.09	0.00	74.54	4.45	-3.00	0.00	0.00	75.99
WEA 2	1 406	1 410	<b>31.84</b>	107.09	0.00	73.99	4.26	-3.00	0.00	0.00	75.25
WEA 3	820	829	<b>37.80</b>	107.09	0.00	69.37	2.93	-3.00	0.00	0.00	69.30
Summe			<b>39.69</b>								

#### Schall-Immissionsort: I 003 Achterbergsweg 5, Uplengen - Außenbereich

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	3 824	3 824	<b>17.30</b>	104.48	0.00	82.65	7.53	-3.00	0.00	0.00	87.18
E-66 WEA 2	3 444	3 444	<b>18.71</b>	104.48	0.00	81.74	7.03	-3.00	0.00	0.00	85.78
E-66 WEA 3	3 139	3 139	<b>19.93</b>	104.48	0.00	80.94	6.61	-3.00	0.00	0.00	84.55
E-66 WEA 4	2 710	2 711	<b>21.83</b>	104.48	0.00	79.66	5.99	-3.00	0.00	0.00	82.65
E-66 WEA 5	2 339	2 340	<b>23.69</b>	104.48	0.00	78.38	5.41	-3.00	0.00	0.00	80.79
WEA 1	980	987	<b>35.88</b>	107.09	0.00	70.89	3.32	-3.00	0.00	0.00	71.21
WEA 2	1 018	1 025	<b>35.47</b>	107.09	0.00	71.21	3.41	-3.00	0.00	0.00	71.62
WEA 3	613	624	<b>40.82</b>	107.09	0.00	66.90	2.37	-3.00	0.00	0.00	66.27
Summe			<b>43.03</b>								

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6.6 MW mit 122,5 m  
Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Geräuschbelastung durch die bestehenden WEA im  
gen. Modus und der geplanten WEA im  
leistungsopt. Modus.

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:49/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** GB Schall**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

**Schall-I mmissionsort: I 004 Firreler Weg 6, Uplengen - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	3 708	3 709	<b>17.72</b>	104.48	0.00	82.38	7.38	-3.00	0.00	0.00	86.76
E-66 WEA 2	3 330	3 330	<b>19.16</b>	104.48	0.00	81.45	6.88	-3.00	0.00	0.00	85.33
E-66 WEA 3	3 059	3 060	<b>20.27</b>	104.48	0.00	80.71	6.50	-3.00	0.00	0.00	84.21
E-66 WEA 4	2 615	2 615	<b>22.29</b>	104.48	0.00	79.35	5.84	-3.00	0.00	0.00	82.19
E-66 WEA 5	2 308	2 308	<b>23.86</b>	104.48	0.00	78.27	5.36	-3.00	0.00	0.00	80.62
WEA 1	686	696	<b>39.66</b>	107.09	0.00	67.85	2.58	-3.00	0.00	0.00	67.43
WEA 2	956	963	<b>36.15</b>	107.09	0.00	70.67	3.26	-3.00	0.00	0.00	70.94
WEA 3	932	939	<b>36.43</b>	107.09	0.00	70.45	3.21	-3.00	0.00	0.00	70.66
Summe			<b>42.65</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 005 Kleinoldendorfer Straße 38, Uplengen - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	3 664	3 665	<b>17.88</b>	104.48	0.00	82.28	7.32	-3.00	0.00	0.00	86.60
E-66 WEA 2	3 296	3 297	<b>19.29</b>	104.48	0.00	81.36	6.83	-3.00	0.00	0.00	85.19
E-66 WEA 3	3 067	3 067	<b>20.24</b>	104.48	0.00	80.73	6.51	-3.00	0.00	0.00	84.25
E-66 WEA 4	2 625	2 626	<b>22.24</b>	104.48	0.00	79.39	5.86	-3.00	0.00	0.00	82.24
E-66 WEA 5	2 392	2 392	<b>23.41</b>	104.48	0.00	78.58	5.49	-3.00	0.00	0.00	81.07
WEA 1	795	803	<b>38.13</b>	107.09	0.00	69.10	2.86	-3.00	0.00	0.00	68.96
WEA 2	1 181	1 187	<b>33.82</b>	107.09	0.00	72.49	3.78	-3.00	0.00	0.00	73.27
WEA 3	1 386	1 391	<b>32.00</b>	107.09	0.00	73.87	4.22	-3.00	0.00	0.00	75.09
Summe			<b>40.47</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 006 Kleinoldendorfer Straße 48, Uplengen - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	3 358	3 359	<b>19.04</b>	104.48	0.00	81.52	6.92	-3.00	0.00	0.00	85.44
E-66 WEA 2	2 993	2 994	<b>20.55</b>	104.48	0.00	80.52	6.41	-3.00	0.00	0.00	83.93
E-66 WEA 3	2 773	2 774	<b>21.54</b>	104.48	0.00	79.86	6.08	-3.00	0.00	0.00	82.94
E-66 WEA 4	2 335	2 336	<b>23.71</b>	104.48	0.00	78.37	5.40	-3.00	0.00	0.00	80.77
E-66 WEA 5	2 126	2 127	<b>24.87</b>	104.48	0.00	77.55	5.06	-3.00	0.00	0.00	79.61
WEA 1	628	639	<b>40.57</b>	107.09	0.00	67.11	2.42	-3.00	0.00	0.00	66.53
WEA 2	1 022	1 029	<b>35.42</b>	107.09	0.00	71.25	3.42	-3.00	0.00	0.00	71.67
WEA 3	1 361	1 366	<b>32.22</b>	107.09	0.00	73.71	4.17	-3.00	0.00	0.00	74.88
Summe			<b>42.41</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 007 Kleinoldendorfer Straße 119, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 765	2 766	<b>21.58</b>	104.48	0.00	79.84	6.07	-3.00	0.00	0.00	82.91
E-66 WEA 2	2 411	2 411	<b>23.31</b>	104.48	0.00	78.65	5.52	-3.00	0.00	0.00	81.17
E-66 WEA 3	2 222	2 223	<b>24.33</b>	104.48	0.00	77.94	5.22	-3.00	0.00	0.00	80.16
E-66 WEA 4	1 801	1 802	<b>26.88</b>	104.48	0.00	76.11	4.49	-3.00	0.00	0.00	77.61
E-66 WEA 5	1 673	1 674	<b>27.75</b>	104.48	0.00	75.47	4.26	-3.00	0.00	0.00	76.73
WEA 1	751	760	<b>38.73</b>	107.09	0.00	68.62	2.75	-3.00	0.00	0.00	68.36
WEA 2	1 004	1 011	<b>35.62</b>	107.09	0.00	71.09	3.38	-3.00	0.00	0.00	71.47
WEA 3	1 549	1 553	<b>30.72</b>	107.09	0.00	74.82	4.55	-3.00	0.00	0.00	76.37
Summe			<b>41.46</b>								

**Schall-I mmissionsort: I 008 Kleinoldendorfer Straße 123, Schwerinsdorf - Außenbereich**

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]
E-66 WEA 1	2 939	2 939	<b>20.79</b>	104.48	0.00	80.37	6.33	-3.00	0.00	0.00	83.69
E-66 WEA 2	2 581	2 582	<b>22.45</b>	104.48	0.00	79.24	5.79	-3.00	0.00	0.00	82.03
E-66 WEA 3	2 384	2 385	<b>23.45</b>	104.48	0.00	78.55	5.48	-3.00	0.00	0.00	81.03

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6.6 MW mit 122,5 m  
Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Geräuschbelastung durch die bestehenden WEA im  
gen. Modus und der geplanten WEA im  
leistungsopt. Modus.

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:49/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung: GB SchallSchallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s**

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

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]
E-66 WEA 4	1 957	1 958	<b>25.88</b>	104.48	0.00	76.83	4.77	-3.00	0.00	0.00	78.60
E-66 WEA 5	1 803	1 804	<b>26.86</b>	104.48	0.00	76.13	4.50	-3.00	0.00	0.00	77.62
WEA 1	673	684	<b>39.85</b>	107.09	0.00	67.70	2.54	-3.00	0.00	0.00	67.24
WEA 2	984	991	<b>35.84</b>	107.09	0.00	70.92	3.33	-3.00	0.00	0.00	71.26
WEA 3	1 486	1 490	<b>31.20</b>	107.09	0.00	74.47	4.42	-3.00	0.00	0.00	75.89
Summe			<b>42.10</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO09 Oldendorfer Straße 109, Schwerinsdorf - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	2 546	2 547	<b>22.63</b>	104.48	0.00	79.12	5.74	-3.00	0.00	0.00	81.86
E-66 WEA 2	2 194	2 195	<b>24.48</b>	104.48	0.00	77.83	5.17	-3.00	0.00	0.00	80.00
E-66 WEA 3	2 015	2 016	<b>25.52</b>	104.48	0.00	77.09	4.87	-3.00	0.00	0.00	78.96
E-66 WEA 4	1 601	1 603	<b>28.26</b>	104.48	0.00	75.10	4.13	-3.00	0.00	0.00	76.22
E-66 WEA 5	1 505	1 506	<b>28.98</b>	104.48	0.00	74.56	3.94	-3.00	0.00	0.00	75.50
WEA 1	865	873	<b>37.23</b>	107.09	0.00	69.82	3.04	-3.00	0.00	0.00	69.86
WEA 2	1 042	1 048	<b>35.22</b>	107.09	0.00	71.41	3.47	-3.00	0.00	0.00	71.87
WEA 3	1 623	1 627	<b>30.17</b>	107.09	0.00	75.23	4.69	-3.00	0.00	0.00	76.92
Summe			<b>40.77</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO10 Oldendorfer Straße 113, Schwerinsdorf - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	2 620	2 621	<b>22.26</b>	104.48	0.00	79.37	5.85	-3.00	0.00	0.00	82.22
E-66 WEA 2	2 268	2 269	<b>24.07</b>	104.48	0.00	78.12	5.29	-3.00	0.00	0.00	80.41
E-66 WEA 3	2 085	2 086	<b>25.11</b>	104.48	0.00	77.39	4.99	-3.00	0.00	0.00	79.38
E-66 WEA 4	1 669	1 670	<b>27.78</b>	104.48	0.00	75.45	4.25	-3.00	0.00	0.00	76.71
E-66 WEA 5	1 561	1 562	<b>28.56</b>	104.48	0.00	74.87	4.05	-3.00	0.00	0.00	75.92
WEA 1	822	830	<b>37.78</b>	107.09	0.00	69.38	2.93	-3.00	0.00	0.00	69.32
WEA 2	1 024	1 031	<b>35.40</b>	107.09	0.00	71.26	3.43	-3.00	0.00	0.00	71.69
WEA 3	1 595	1 599	<b>30.37</b>	107.09	0.00	75.08	4.64	-3.00	0.00	0.00	76.72
Summe			<b>41.01</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO11 Oldendorfer Straße 95a, Schwerinsdorf - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	2 113	2 114	<b>24.94</b>	104.48	0.00	77.50	5.04	-3.00	0.00	0.00	79.54
E-66 WEA 2	1 771	1 772	<b>27.08</b>	104.48	0.00	75.97	4.44	-3.00	0.00	0.00	77.41
E-66 WEA 3	1 620	1 621	<b>28.12</b>	104.48	0.00	75.20	4.16	-3.00	0.00	0.00	76.36
E-66 WEA 4	1 235	1 236	<b>31.24</b>	104.48	0.00	72.84	3.40	-3.00	0.00	0.00	73.25
E-66 WEA 5	1 234	1 235	<b>31.25</b>	104.48	0.00	72.83	3.40	-3.00	0.00	0.00	73.24
WEA 1	1 197	1 203	<b>33.67</b>	107.09	0.00	72.60	3.82	-3.00	0.00	0.00	73.42
WEA 2	1 249	1 255	<b>33.19</b>	107.09	0.00	72.97	3.93	-3.00	0.00	0.00	73.90
WEA 3	1 854	1 857	<b>28.59</b>	107.09	0.00	76.38	5.12	-3.00	0.00	0.00	78.50
Summe			<b>39.67</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO12 Moorweg 7, Schwerinsdorf - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	1 860	1 861	<b>26.49</b>	104.48	0.00	76.40	4.60	-3.00	0.00	0.00	78.00
E-66 WEA 2	1 488	1 490	<b>29.11</b>	104.48	0.00	74.46	3.91	-3.00	0.00	0.00	75.37
E-66 WEA 3	1 265	1 266	<b>30.97</b>	104.48	0.00	73.05	3.47	-3.00	0.00	0.00	73.52
E-66 WEA 4	833	835	<b>35.52</b>	104.48	0.00	69.44	2.52	-3.00	0.00	0.00	68.96
E-66 WEA 5	743	745	<b>36.73</b>	104.48	0.00	68.44	2.31	-3.00	0.00	0.00	67.75
WEA 1	1 182	1 188	<b>33.81</b>	107.09	0.00	72.50	3.78	-3.00	0.00	0.00	73.28
WEA 2	1 069	1 075	<b>34.93</b>	107.09	0.00	71.63	3.53	-3.00	0.00	0.00	72.16

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:  
**VC21056\_Uplengen-Firreler\_Weg**

Beschreibung:  
3 x Siemens GAMESA SG-155/6.6 MW mit 122,5 m  
Nabenhöhe  
Schallausbreitung  
Periodischer Schattenwurf  
Geräuschbelastung durch die bestehenden WEA im  
gen. Modus und der geplanten WEA im  
leistungsopt. Modus.

Lizenzierter Anwender:  
**Deutsche WindGuard GmbH**  
Oldenburger Str. 65  
DE-26316 Varel  
+49 (0)4451 9515 0  
Stefan Kieselhorst / s.kieselhorst@windguard.de  
Bereich:  
04.07.2021 21:49/3.4.415

**DECI BEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** GB Schall**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

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]
WEA 3	1 641	1 645	<b>30.04</b>	107.09	0.00	75.33	4.73	-3.00	0.00	0.00	77.05
Summe			<b>42.38</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO13 Lerchenweg 1, Firrel - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	1 924	1 925	<b>26.09</b>	104.48	0.00	76.69	4.71	-3.00	0.00	0.00	78.40
E-66 WEA 2	1 575	1 576	<b>28.45</b>	104.48	0.00	74.95	4.08	-3.00	0.00	0.00	76.03
E-66 WEA 3	1 231	1 232	<b>31.27</b>	104.48	0.00	72.82	3.40	-3.00	0.00	0.00	73.21
E-66 WEA 4	926	928	<b>34.40</b>	104.48	0.00	70.35	2.74	-3.00	0.00	0.00	70.09
E-66 WEA 5	510	513	<b>40.57</b>	104.48	0.00	65.20	1.71	-3.00	0.00	0.00	63.92
WEA 1	1 581	1 586	<b>30.47</b>	107.09	0.00	75.01	4.61	-3.00	0.00	0.00	76.62
WEA 2	1 223	1 228	<b>33.43</b>	107.09	0.00	72.79	3.87	-3.00	0.00	0.00	73.66
WEA 3	1 473	1 478	<b>31.30</b>	107.09	0.00	74.39	4.40	-3.00	0.00	0.00	75.79
Summe			<b>43.28</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO14 Firreler Straße 48, Firrel - Außenbereich**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	2 715	2 715	<b>21.81</b>	104.48	0.00	79.68	6.00	-3.00	0.00	0.00	82.67
E-66 WEA 2	2 398	2 398	<b>23.38</b>	104.48	0.00	78.60	5.50	-3.00	0.00	0.00	81.10
E-66 WEA 3	2 055	2 055	<b>25.29</b>	104.48	0.00	77.26	4.94	-3.00	0.00	0.00	79.20
E-66 WEA 4	1 804	1 805	<b>26.86</b>	104.48	0.00	76.13	4.50	-3.00	0.00	0.00	77.63
E-66 WEA 5	1 396	1 397	<b>29.85</b>	104.48	0.00	73.90	3.73	-3.00	0.00	0.00	74.64
WEA 1	1 859	1 863	<b>28.55</b>	107.09	0.00	76.40	5.13	-3.00	0.00	0.00	78.54
WEA 2	1 466	1 471	<b>31.36</b>	107.09	0.00	74.35	4.38	-3.00	0.00	0.00	75.74
WEA 3	1 329	1 334	<b>32.49</b>	107.09	0.00	73.50	4.10	-3.00	0.00	0.00	74.60
Summe			<b>37.79</b>								

**Schall-I mmissionsort: IO15 Nordender Straße 10, Firrel - Allgemeines Wohngebiet**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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]
E-66 WEA 1	1 826	1 827	<b>26.71</b>	104.48	0.00	76.24	4.54	-3.00	0.00	0.00	77.78
E-66 WEA 2	1 535	1 536	<b>28.76</b>	104.48	0.00	74.73	4.00	-3.00	0.00	0.00	75.73
E-66 WEA 3	1 203	1 205	<b>31.53</b>	104.48	0.00	72.62	3.34	-3.00	0.00	0.00	72.96
E-66 WEA 4	1 067	1 069	<b>32.85</b>	104.48	0.00	71.58	3.05	-3.00	0.00	0.00	71.63
E-66 WEA 5	776	779	<b>36.27</b>	104.48	0.00	68.83	2.39	-3.00	0.00	0.00	68.22
WEA 1	2 065	2 069	<b>27.28</b>	107.09	0.00	77.31	5.50	-3.00	0.00	0.00	79.82
WEA 2	1 697	1 701	<b>29.64</b>	107.09	0.00	75.62	4.83	-3.00	0.00	0.00	77.45
WEA 3	1 872	1 876	<b>28.47</b>	107.09	0.00	76.46	5.16	-3.00	0.00	0.00	78.62
Summe			<b>40.40</b>								

## E Isophonen – Bestehende WEA - Vorbelastung

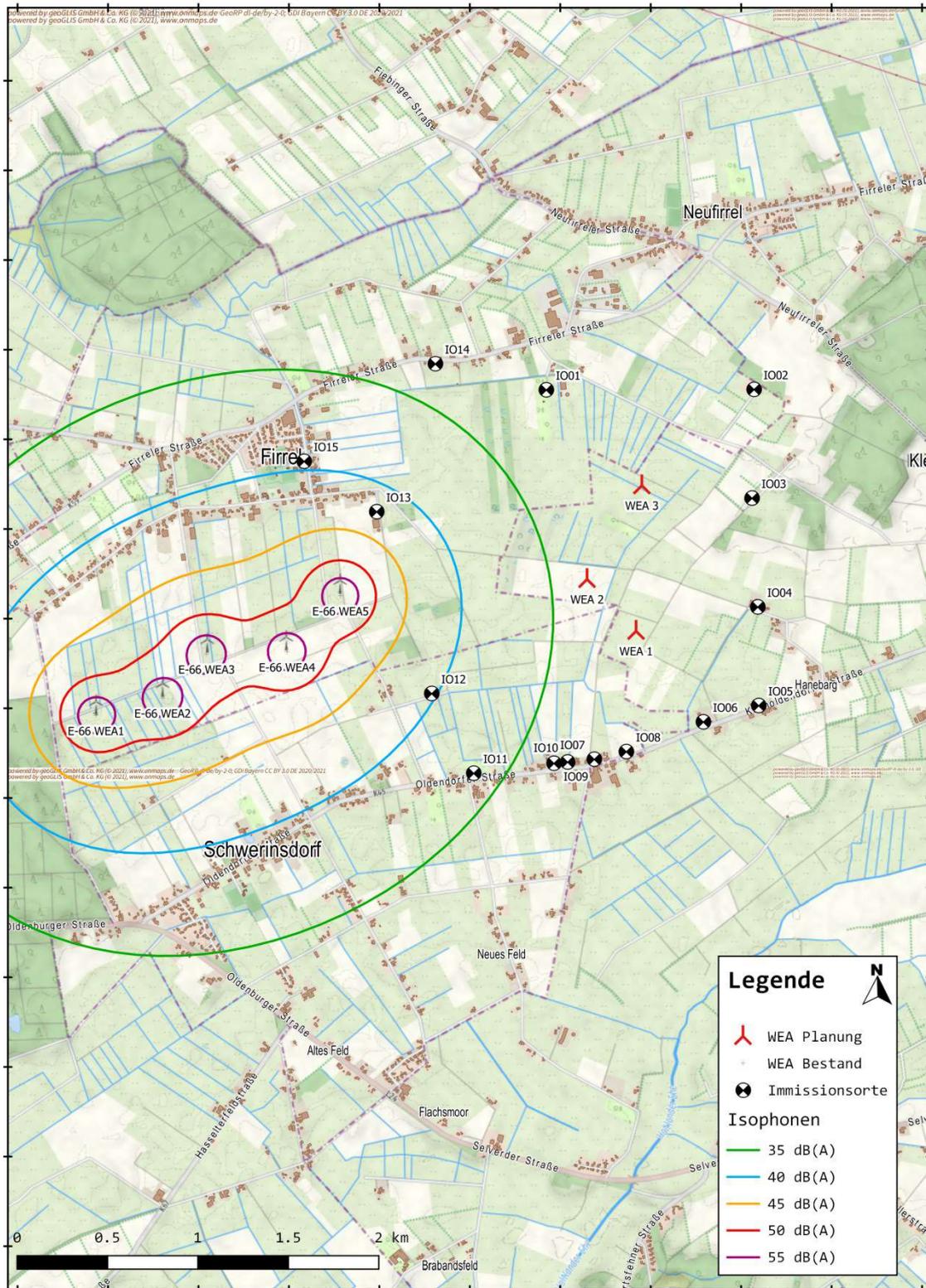


Abbildung 17: Isophonen der Geräuschbelastung durch die bestehenden WEA für den Betrieb im Tag- und im Nachtzeitraum an den maßgeblichen Immissionsorten im Sinne der TA Lärm [1].

## F Isophonen – Geplante WEA - Zusatzbelastung

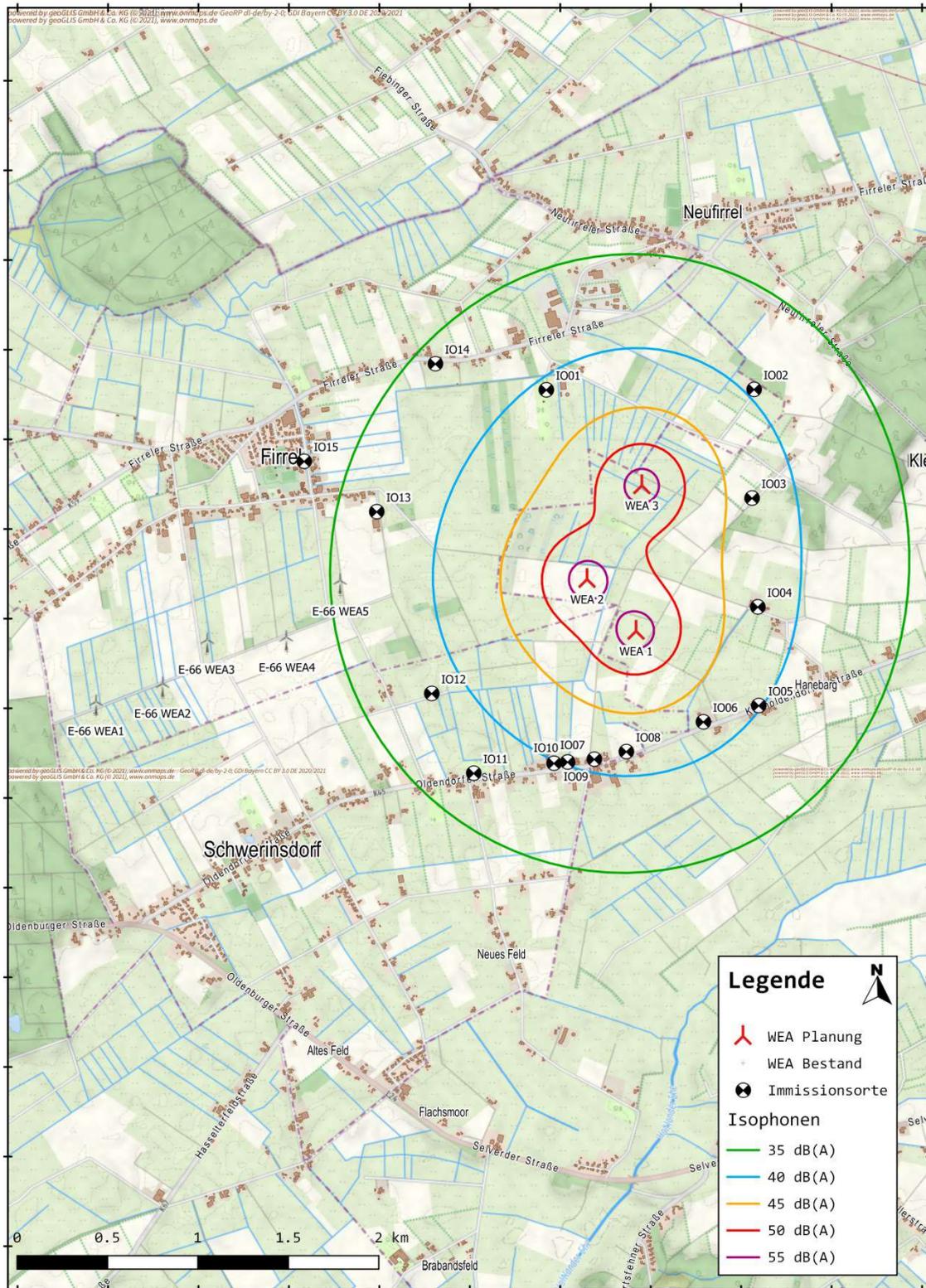


Abbildung 18: Isophonen der Geräuschbelastung durch die geplanten WEA für den Betrieb im Tag- und im Nachtzeitraum an den maßgeblichen Immissionsorten im Sinne der TA Lärm [1].

## G Isophonen – Bestehende und geplante WEA - Gesamtbelastung

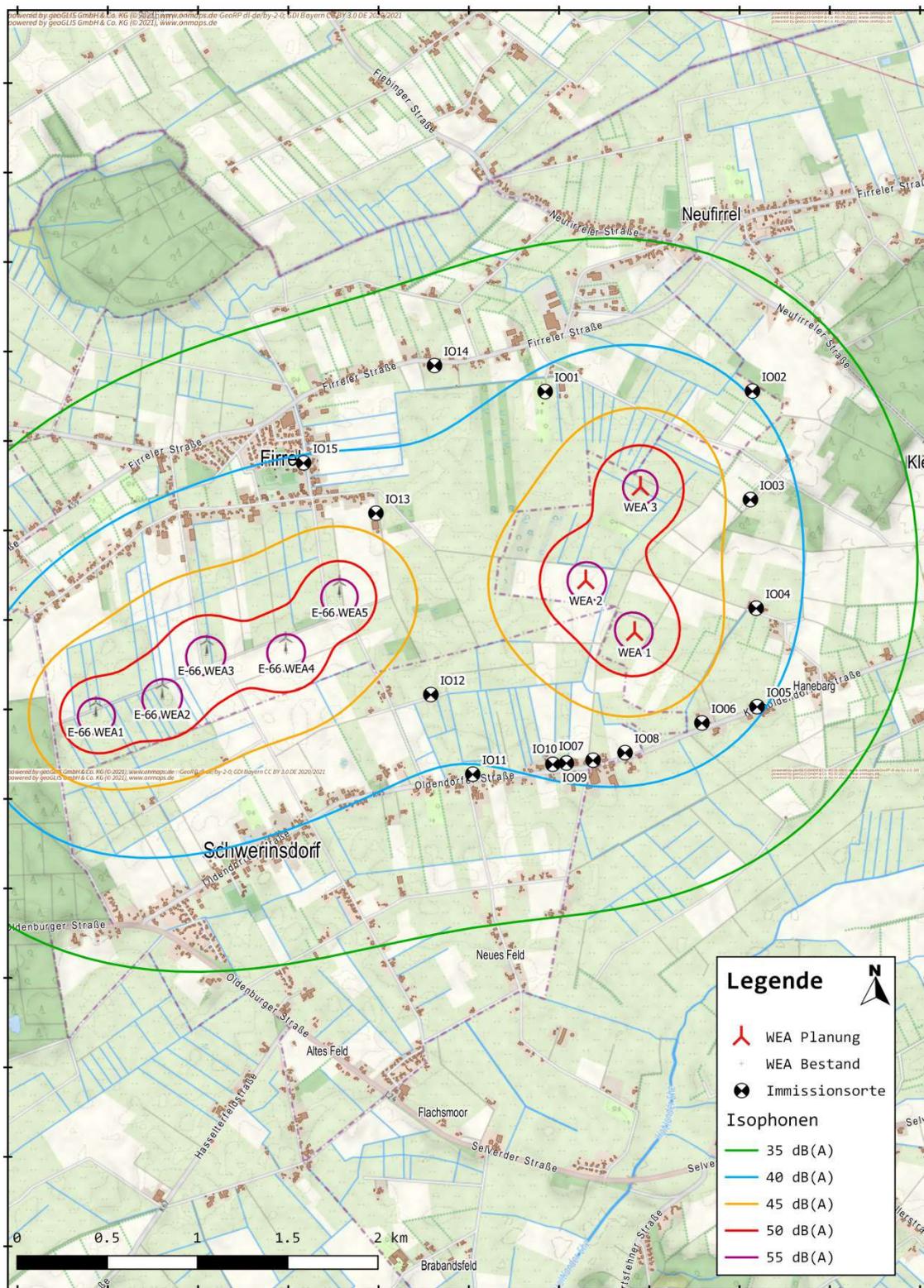


Abbildung 19: Isophonen der Geräuschbelastung durch die bestehenden und den geplanten WEA für den Betrieb im Tag- und im Nachtzeitraum an den maßgeblichen Immissionsorten im Sinne der TA Lärm [1].

## H Herstellerangabe Schalleistungspegel der WEA


SGRE ON SG 6.0-155 Schallemissionen, LK Rev. 0, AM 0 - N8  
D2340474/003

2020-02-24

### Schallemissionen

SG 6.0-155, LK Rev. 0, AM 0 – N8

#### Änderungsübersicht

Revision:	Änderungsbeschreibung	Verantwortlichkeit
001	Erste Version. Herstellerangabe zu Schallspezifikationen gemäß den Marktanforderungen für Deutschland inklusive Unsicherheitsangaben	SGRE ON NE&ME TE TPM
002	Neue Revision. Umbenennung des Dateinamens aufgrund der Betriebsmodi. Bezeichnung der Betriebsmodi geändert und Anpassung der Oktavbandspektren. Zusätzliche Betriebsmodi N7 und N8 aufgenommen.	ON CRO NE&ME TE TPM
003	Neue Revision. Rechtschreibfehler behoben.	ON CRO NE&ME TE TPM

#### Referenzen

Dok-ID	Dokumentennamen
D2359800	SG 6.0-155 Standard Acoustic Emission, Rev. 0, AM 0 - AM-8, N1-N6, IEC Ed3
DLL20200203	-

#### Haftungsausschluss und Verwendungsbeschränkung

Soweit gesetzlich zulässig, übernehmen die Siemens Gamesa Renewable Energy A/S sowie sonstige verbundene Unternehmen der Siemens Gamesa Gruppe, einschließlich der Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. und deren Tochterunternehmen, (nachfolgend „SGRE“) keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklich noch implizit, im Hinblick auf die Verwendung bzw. Verwendungstauglichkeit dieses Dokuments oder von Teilen hiervon für andere Zwecke als dem bestimmungsmäßigen Gebrauch. In keinem Fall haftet SGRE für Schäden, einschließlich aller direkten, indirekten oder Folgeschäden, die sich aus dem Gebrauch bzw. der Gebrauchsuntauglichkeit dieses Dokuments sowie allen Begleitmaterials oder der in diesem Dokument enthaltenen oder hiervon abgeleiteten Angaben oder Informationen ergeben. Soweit dieses Dokument oder andere Begleitmaterialien Bestandteile eines Vertrages mit SGRE werden, richtet sich die Haftung von SGRE nach den Bestimmungen dieses Vertrages. Dieses Dokument wurde vor seiner Veröffentlichung einer umfassenden technischen Überprüfung unterzogen. Ferner überprüft SGRE das Dokument in regelmäßigen Abständen, wobei sachdienliche Anpassungen in nachfolgenden Auflagen aufgenommen werden. Dieses Dokument ist und verbleibt geistiges Eigentum von SGRE. SGRE behält sich das Recht vor, das Dokument auch ohne vorherige Anzeige von Zeit zu Zeit zu anzupassen.

### Schalleistungspegel

In der folgenden Tabelle werden typische Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ) bezogen auf die IEC 61400-11 ed. 3.0 (2012) angegeben. Die Schalleistungspegel sind für den Betriebsbereich gültig, in dem die höchsten Schallemissionen verursacht werden, d. h. es handelt sich um den Maximalwert aus den  $L_{WA,k}$  im zu vermessenden Windgeschwindigkeitsbereich gemäß vorgenannter IEC 61400-11 für den jeweiligen Betriebsmodus.

Betriebsmodus	$L_{WA}$
AM 0	105,0
N1	104,0
N2	103,5
N3	102,0
N4	101,0
N5	100,0
N6	99,0
N7 <sup>1)</sup>	98,0
N8 <sup>1)</sup>	97,0

Tabelle 1: Schalleistungspegel  $[dB(A) \text{ re } 1 \text{ pW}]$  (10 Hz bis 10 kHz); <sup>1)</sup> Diese Betriebsmodi bedürfen einer standortspezifischen Überprüfung der Windbedingungen und Freigabe durch SGRE.

### Schallreduzierter Betrieb

Geringere Schalleistungspegel können erreicht werden, indem die Windenergieanlage in schallreduzierte Betriebsmodi versetzt wird. Diese schallreduzierten Betriebsmodi haben, abhängig vom Betriebsmodus, Einfluss auf die Leistungskurve der Windenergieanlage. Gegebenenfalls sind nicht alle schallreduzierten Betriebsmodi für jeden Turm verfügbar. Für weitere Informationen nehmen Sie bitte mit Siemens Gamesa Kontakt auf.

### Oktavbandspektrum

In der folgenden Tabelle sind typische Oktavbandspektren angegeben. Hinweis: Es erfolgt keine Gewährleistung der Schalleistungspegel der einzelnen Frequenzbänder.

Oktavband Mittenfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	83,6	91,1	97,0	98,5	99,6	98,4	92,7	76,9
N1	83,1	90,2	96,0	97,5	98,6	97,4	91,7	75,9
N2	82,8	89,7	95,5	97,0	98,1	96,9	91,2	75,4
N3	82,1	88,4	94,0	95,5	96,6	95,4	89,7	73,9
N4	81,6	87,4	93,0	94,5	95,6	94,4	88,7	72,9
N5	81,0	86,4	92,0	93,5	94,6	93,4	87,7	71,9
N6	80,5	85,5	91,0	92,5	93,6	92,4	86,7	70,9
N7 <sup>1)</sup>	79,6	85,3	89,6	91,9	91,7	92,0	85,4	70,4
N8 <sup>1)</sup>	78,1	83,4	89,0	90,5	91,6	90,4	84,7	68,9

Tabelle 2: Typische Oktavbandspektren  $[dB(A) \text{ re } 1 \text{ pW}]$ ; <sup>1)</sup> Diese Betriebsmodi bedürfen einer standortspezifischen Überprüfung der Windbedingungen und Freigabe durch SGRE.

### Unsicherheitsangaben

Bei den Angaben zu den Schalleistungspegeln und Oktavbandspektren handelt es sich um erwartete Mittelwerte, d. h. diese Angaben berücksichtigen keine Unsicherheiten.

Die LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016, sehen vor, dass bei der Verwendung von Herstellerangaben für die Zusatzbelastung diese „die möglichen



SGRE ON SG 6.0-155 Schallemissionen, LK Rev. 0, AM 0 - N8  
D2340474/003

2020-02-24

Auswirkungen der Serienstreuung und der Unsicherheit der noch ausstehenden Abnahmemessung berücksichtigen" sollen. Da die Unsicherheiten der noch ausstehenden Abnahmemessung nicht vorhersehbar sind, ist die Bestimmung der Schalleistungspegel inklusive dieser Unsicherheit nicht möglich.

Für den sogenannten  $L_{e,max}$  gemäß vorgenannter LAI Hinweise ist eine Herstellerunsicherheit von mindestens 1,5 dB zu berücksichtigen und auf die in Tabelle 1 und 2 aufgeführten Schallemissionswerte aufzuschlagen.

Dieser  $L_{e,max}$  kann beispielsweise folgendermaßen als oberer Vertrauensbereich bestimmt werden (mit  $\sigma_{SGRE} = 1,2$  dB).

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sigma_{SGRE}$$

Sollte für den genehmigungsrechtlichen Nachweis die Messunsicherheit zu Lasten des Betreibers zu berücksichtigen sein, wird empfohlen einen zusätzlichen Sicherheitsaufschlag auf den  $L_{e,max}$  in entsprechender Höhe zu berücksichtigen.

Das in diesem Dokument aufgeführte zugehörige Oktavbandspektrum ist auf den  $L_{e,max}$  zu normieren.

## 4.7 Sonstige Emissionen

Anlagen:

- PS21004.A2\_WP\_Uplengen\_Nds.pdf



## **Schattenwurfermittlung für drei geplante Windenergieanlagen**

**am Standort Uplengen im Landkreis Leer  
in Niedersachsen**

Im Auftrag von

**ENOVA Energieanlagen GmbH**  
Steinhausstraße 112  
D-26831 Bunderhee  
Deutschland

**Deutsche WindGuard Consulting GmbH**  
Oldenburger Straße 65  
26316 Varel  
Deutschland

Projekt-Nr.: VC21056  
Bericht-Nr.: PS21004.A2  
Berichtsdatum: 11.01.2022

## Schattenwurfermittlung für drei geplante Windenergieanlagen

### Standort: Uplengen, Landkreis Leer in Niedersachsen

Beauftragt von:

ENOVA Energieanlagen GmbH  
Steinhausstraße 112  
D-26831 Bunderhee  
Deutschland

Erstellt von:

Deutsche WindGuard Consulting GmbH  
Oldenburger Straße 65  
26316 Varel  
Deutschland  
Telefon: +49 4451 95 15 0  
Fax: +49 4451 95 15 29  
E-Mail: info@windguard.de

Projekt-Nr.:  
Bericht-Nr.:  
Datum:

VC21056  
PS21004.A2  
11.01.2022

**Deutsche WindGuard**  
Consulting GmbH  
Oldenburger Straße 65  
D-26316 Varel  
Tel.: 04451 / 95 15 - 0 · Fax: 95 15 - 29



Ersteller:  
Position

Muhammad Rummo, M. Sc.  
Projektingenieur



Prüfer:  
Position

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Kieselhorst  
Fachgruppenleiter



Die Deutsche WindGuard Consulting GmbH ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 in den Bereichen Leistungskurvenvermessungen, Windmessungen an Standorten und potenziellen Standorten von Windenergieanlagen, Standortbezogene Energieertragsermittlung von Windparks, Site Suitability Studies, Schallemissions- und Schallimmissionsmessungen, Schallimmissionsermittlung durch Berechnung, Schattenwurfermittlung durch Berechnung und Belastungsmessungen an Windenergieanlagen. Notifizierte Stelle für behördlich angeordnete Emissions- und Immissionsmessungen zur Ermittlung von Geräuschen von Windenergieanlagen nach §29b Bundes Immissionsschutz Gesetz (BImSchG).

## Revisionen

Revisions-Nr.	Datum	Status	Änderung
A0	28.06.2021	Endbericht	---
A1	16.07.2021	Endbericht	Korrekturen redaktioneller Art auf S.12, S.19 u. S.20
A2	11.01.2022	Endbericht	Korrektur in Tabelle 6.

Hinweis: Die letzte Revision ersetzt alle vorangehenden Revisionen.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>7</b>
2.1	Methodik	7
2.2	Unsicherheit	9
<b>3</b>	<b>Standort- und Lagebeschreibung</b>	<b>10</b>
3.1	Standortbeschreibung	10
3.2	Lageplan	11
3.3	Windenergieanlagen	12
3.4	Immissionsorte	13
<b>4</b>	<b>Berechnungen</b>	<b>16</b>
4.1	Astronomisch maximal mögliche Beschattung	16
4.2	Meteorologisch wahrscheinliche Beschattung	16
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Bewertung</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Referenzen</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>23</b>
A	Einwirkungsbereich der WEA und Lage der Immissionsorte	24
B	Isolinien – Schattenwurf durch die bestehenden WEA	25
C	Isolinien – Schattenwurf durch die geplanten WEA	26
D	Isolinien – Schattenwurf durch bestehende und geplante WEA	27
E	Kalender für die Belastung durch periodischen Schattenwurf	28

**Disclaimer:**

**Es wird versichert, dass die vorliegenden Ermittlungen unparteiisch, gemäß dem Stand der Technik und nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt wurden. Für die ermittelten Ergebnisse und die Richtigkeit der Darstellung in diesem Bericht übernimmt die Deutsche WindGuard GmbH keine Gewähr. Das diesem Bericht zugrunde gelegte Prüfverfahren entspricht den derzeit gültigen Richtlinien des entsprechenden Qualitätsmanagementsystems der Deutsche WindGuard GmbH. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Deutsche WindGuard GmbH, Varel erlaubt.**

**Dieser Bericht umfasst 28 Seiten.**

## 1 Einleitung

Die ENOVA Energieanlagen GmbH plant am Standort Uplengen im Landkreis Leer in Niedersachsen die Errichtung von drei Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Siemens Gamesa SG 6.0-155.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist vom Antragsteller eine Prognose des voraussichtlichen periodischen Schattenwurfs vorzulegen, in der die verursachten Immissionen in Bezug auf den durch den Betrieb der WEA ausgehenden Schattenwurf rechnerisch zu ermitteln sind [1], [2]. Die Ergebnisse dieser Berechnung werden in diesem Schriftstück dargestellt und gemäß den Vorgaben [2] bewertet.

Eingangsdaten dieser Schattenwurfberechnung sind die Angaben des Auftraggebers bezüglich des Typs der geplanten WEA und den Standortkoordinaten sowie technische Daten der WEA und Angaben zur Rotorblattgeometrie vom Anlagenhersteller. Digitales Kartenmaterial auf Basis amtlicher ATKIS-Daten mit Gebäudeumringen und digitalisierte Höhenlinien sind bei der Schattenwurfberechnung als Karten- und Berechnungsgrundlage verwendet worden.

Bei der obligatorischen Standortbegehung wurden die Immissionsorte hinsichtlich ihrer Lage und Nutzungsart, die bestehenden WEA als Vorbelastung sowie die Standorte der geplanten WEA, als auch das Umfeld besichtigt und für die Bearbeitung dokumentiert.

## 2 Berechnungsgrundlagen

### 2.1 Methodik

Schatten entsteht als Projektion eines Objektes im Lichtweg einer Lichtquelle. Der Schatten zeigt sich als unbeleuchtete Fläche hinter dem Objekt und projiziert dieses. So ist dieser abhängig von den geometrischen Abmaßen des Objektes selbst und dem Sonnenstand.

Der Sonnenstand definiert die Position der Sonne über dem Horizont des zu untersuchenden Standortes und ändert sich laufend infolge der Erdrotation, dem sogenannten Tagesgang. Im Wesentlichen ist der Sonnenstand neben den geographischen Eigenschaften des Standortes selbst von der Jahreszeit abhängig, charakterisiert durch die Neigung der Erdachse und der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne. Für den zu untersuchenden Standort müssen demnach die standortspezifischen geographischen Aspekte sowie Tages- und Jahreszeit berücksichtigt werden.

Schatten bei ausgedehnten Lichtquellen zeigt sich als Kernschatten, dem dunklen Bereich eines Schattens und als Halbschatten, die Fläche ohne das volle Licht der Quelle. Der Kernschatten entspricht in diesem Fall dem Bereich, in dem das Sonnenlicht durch die WEA vollständig verdeckt wird, der Halbschatten der teilweisen Verdeckung des Sonnenlichts. Eine Differenzierung nach Kern- und Halbschatten gilt nach den LAI Hinweisen [2] jedoch als nicht bedeutsam und wird daher in den Berechnungen auch nicht weiter unterschieden.

WEA erzeugen also, bedingt durch ihre räumliche Ausdehnung und Funktionsweise, optische Wirkungen auf den Menschen in Form von periodischem Schattenwurf aufgrund wiederkehrender Verschattung des direkten Sonnenlichtes durch die Rotorblätter als auch zusätzlich durch periodische Lichtreflexe an den Rotorblättern. Diese optischen Einwirkungen gelten als Immission im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1].

Das BImSchG stellt den Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen der Immission für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft sicher. Diese erheblichen Belästigungen bemessen sich in der Regel an Grenz- oder Richtwerten, hier anhand der zulässigen Beschattungsdauer am Immissionsort. Die vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) herausgegebenen Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (LAI-Hinweise) [2] enthalten Beurteilungsmaßstäbe zur Konkretisierung dieser Anforderungen aus dem BImSchG.

Erhebliche Belästigungen sind demnach gegeben, wenn die Beschattungsdauer am Immissionsort von 30 Stunden im Jahr und 30 Minuten täglich überschritten wird. Da die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer wahrscheinlich nicht erreicht werden kann, wird zusätzlich die meteorologisch wahrscheinliche Abschattung angegeben. Diese ist bei einer astronomisch maximal möglichen Abschattung von 30 Stunden pro Jahr mit 8 Stunden für den gleichen Zeitraum angegeben. Wird einer

oder beide Richtwerte überschritten, so kann durch geeignete Maßnahmen die Einhaltung der Richtwerte gewährleistet werden. Dies kann beispielsweise eine Abschaltautomatik sein, die die astronomisch mögliche Abschattung auf 30 Stunden pro Jahr oder bei Berücksichtigung meteorologischer Parameter die tatsächliche Abschattung auf 8 Stunden pro Jahr begrenzt. Darüber hinaus gewährleisten Abschaltautomatiken, dass die tägliche Abschattung von 30 Minuten nicht überschritten wird.

Bei der Ermittlung der Belästigungen durch Schattenwurf wird aus Gründen der Vergleichbarkeit und Nachvollziehbarkeit die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer („worst-case“-Annahme) am Immissionsort ermittelt. Bei der Erstellung wird von folgenden Vereinfachungen und Annahmen ausgegangen [2]:

- Die Sonne kann als punktförmige Quelle angesehen werden und scheint tagsüber an allen Tagen des Jahres.
- Es herrscht wolkenloser Himmel und für die Bewegung des Rotors ist ausreichend Wind vorhanden, sprich 100% Verfügbarkeit der WEA.
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, womit die Rotorkreisfläche senkrecht zur Einfallrichtung der direkten Sonneneinstrahlung stehen würde.
- Alle Berechnungen sind bezogen auf geografischen Nord.
- Die Abstände zwischen Rotorebene und Turmachse sind zu vernachlässigen.
- Die Lichtbrechung an der Atmosphäre wird nicht berücksichtigt.
- Der Schattenwurf für Sonnenstände unter 3° Erhöhung über dem Horizont kann wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden.

Die Erheblichkeit der Belästigungen hängt nicht nur von der Intensität, sondern auch wesentlich von der Nutzung des Gebietes des Einwirkens, von der Art der Einwirkungen sowie deren Zeitdauer ab. So sind bei den Beurteilungen alle WEA im Umkreis mit einzubeziehen, die durch den Schattenwurf auf die jeweiligen Immissionsorte einwirken.

Als Maßgabe für den zu prüfenden Bereich gilt nach LAI Hinweisen [2] der Bereich, in welchem die Sonnenfläche zu 20 % durch die Fläche eines Rotorblattes verdeckt wird. Aufgrund der Blattgeometrie und den damit verbundenen unterschiedlichen Blatttiefen über die Blattlänge wird ersatzweise von einem rechteckigen Rotorblatt mit einer mittleren Blatttiefe gemäß folgender Formel ausgegangen:

$$\text{Mittl. Blatttiefe} = \frac{\text{Max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 0,9 \cdot \text{Rotorradius}}{2} \quad \text{Formel 2-1}$$

Die mittlere Blatttiefe fließt in die Berechnung der Entfernung ein, bei der das Rotorblatt die Abdeckung der Sonnenscheibe zu 20 % gerade unterschreitet. Diese maximale

Reichweite des Schattens markiert den Abstand, ab dem der Helligkeitsunterschied durch die Verschattung der Sonne so gering ist, dass er nicht mehr als störend wahrgenommen wird.

$$Dist_{max} = \frac{(Mittlere\ Blatttiefe \cdot d)}{SB_{verd}} \quad \text{Formel 2-2}$$

Dabei ist  $d$  der mittlere Sonnenabstand von 150 000 000 km zur Erde.

$SB_{verd}$  ist die Breite vom verdeckten Teil der Sonne bei 20 % Verdeckung der Sonnenscheibe. Für die Berechnungen wird der ungünstigste Fall für die Verdeckung angenommen, das Rotorblatt verdeckt die Sonnenmitte. Der Wert für  $SB_{verd}$  ergibt sich zu 219 556 km.

Der Schattenwurf von WEA ist demnach von folgenden Faktoren, die in die Berechnungen einfließen, abhängig:

- Den geometrischen Abmessungen der WEA wie Nabenhöhe und Rotordurchmesser sowie der Profilform.
- Der geographischen Lage von WEA und den Immissionsorten (Koordinaten und Höhe).
- Dem Sonnenstand bezüglich Jahres- und Tageszeit.

## 2.2 Unsicherheit

Der Sonnenstand wird für einen gegebenen Zeitpunkt berechnet. Aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung der Himmelskörper auf den jeweiligen Umlaufbahnen um die Sonne dauert der Erdumlauf nicht exakt ein Jahr und somit ist der Sonnenstand zu gleichen Zeitpunkten in unterschiedlichen Jahren ebenso nicht exakt derselbe. Wenn sich auch durch Schalttage bei gleichbleibender Beschattungsdauer die Anfangs- und Endzeitpunkte der Schattenwurfereignisse verändern, lassen sich diese Abweichungen jedoch nur teilweise beheben. Für die Berechnungen wird die Länge eines Jahres mit 365,25 Tagen angenommen.

Abweichungen der Beschattungsdauer in unterschiedlichen Jahren werden somit auf die minutengenauen Betrachtungen des Schattenwurfs auf die Rezeptorfläche sichtbar. Laut Angaben des Entwicklers der Berechnungssoftware verschieben sich die Anfangs- und Endzeitpunkte der Beschattungszeiten für jede Schattenwurfperiode in beide Richtungen maximal um weniger als eine Minute. In 95 % der Fälle ist die individuelle Verschiebung der tatsächlichen Beschattungszeiten für ein einzelnes Schattenwurfereignis  $\pm 41$  s. Bei mehreren Schattenereignissen gleichen sich diese Abweichungen, über einen längeren Zeitraum betrachtet, jedoch wieder aus.

## 3 Standort- und Lagebeschreibung

### 3.1 Standortbeschreibung

Zur Begutachtung der örtlichen Gegebenheiten wurde am 28.05.2021 eine Standortbesichtigung durchgeführt.

Zweck der obligatorischen Standortbesichtigung ist es, die Immissionsorte auf Plausibilität zu prüfen und, mit Hilfe digitalen Kartenmaterial auf Basis amtlicher ATKIS-Daten mit Gebäudeumringen, zu verifizieren. Gegebenenfalls werden, in den Karten unberücksichtigte, weitere Gebäude als maßgebliche Immissionsorte, hinsichtlich Lage und Nutzungsart, identifiziert und für die Ermittlung aufgenommen. Zudem werden sowohl die Standorte der zu beurteilenden WEA besichtigt und für die Bearbeitung dokumentiert.

Der Standort der geplanten WEA befindet sich circa 1,6 km östlich der Ortschaft Firrel und circa 900 m nördlich von Schwerinsdorf in der Samtgemeinde Hesel im Landkreis Leer in Niedersachsen. Circa 2 km westlich der Windparkfläche liegen die Ortsteile Kleinoldendorf und Großoldendorf der Gemeinde Uplengen, ebenfalls im Landkreis Leer gelegen.

Die Umgebung ist geprägt von ebenen Grünflächen und Ackerland. Teilweise befinden sich lockere Baumreihen entlang der Wirtschaftswege mit Baumhöhen von selten über 10 m. Der Baumbestand ist durchweg geprägt von Laubbäumen. Östlich der Windparkfläche befinden sich kleinteilige Felder mit ausgewachsenen Wallhecken, deren Baumhöhen bei circa 12 – 16 m liegen. Richtung Holle Sand, einem Naturschutzgebiet in circa 1,5 km Entfernung nordöstlich der Windparkfläche, befinden sich größere Waldstücke mit Baumhöhen über 25 m. Nördlich und nordwestlich in Richtung der Ortschaft Firrel befinden sich noch weitere, kleinere Waldstücke mit Baumhöhen von kleiner 20 m. Richtung Westen und Süden ist das Gelände offener mit nur noch wenig Baumbestand.

Landwirtschaftliche Hofstellen und Wohnhäuser befinden sich vornehmlich in Streusiedlungen oder kleinen Ortschaften. Typisch für die Gegend sind Gärten um die Wohngebäude angelegt und zum Teil sind die Grundstücke mit Baumbestand eingewachsen.

Die Auswahl der Immissionsorte definiert sich durch die Schattenreichweite der WEA (Immissionsorte innerhalb der berechneten 0 Stunden Isolinie – „kein Schattenwurf“) und wird durch die Erkenntnisse der Standortbesichtigung gestützt. Die Koordinaten der Immissionspunkte entstammen vorhandenem digitalem Kartenmaterial, die Auflistung der Koordinaten ist in Tabelle 3 in Kapitel 3.4 zu finden. Die geographische Lage der Immissionsorte ist im Anhang dargestellt.

### 3.2 Lageplan



Abbildung 1: Lageplan der geplanten Windenergieanlagen am Standort Uplengen.

### 3.3 Windenergieanlagen

Nach den LAI Hinweisen [2] sind bei der Schattenwurfprognose alle auf die Immissionsorte einwirkenden WEA am Standort zu berücksichtigen.

Für die Beurteilung der Schattenimmissionen sind am Standort Uplengen neben den geplanten WEA noch weitere, bereits bestehende Anlagen zu berücksichtigen.

Im Folgenden wird lediglich der geplante und zu beurteilende WEA Typ näher beschrieben.

Die Siemens Gamesa SG 6.0-155-6600 ist ein getriebeloser, drehzahlvariabler Horizontalachsenkonverter mit drei Rotorblättern im Luvbetrieb und einer elektrischen Nennleistung von 6.600 kW. Für den geplanten WEA Typ sind verschiedene Nabenhöhen verfügbar, hier wird mit 122,5 m Nabenhöhe geplant.

Die wichtigsten technischen Daten der geplanten WEA:

Parameter	SG 6.0-155 -6600
Nabenhöhe:	122,5 m
Rotordurchmesser:	155,0 m
Überstrichene Fläche:	19.333 m <sup>2</sup>
Nennleistung:	6.600 kW
Orientierung/Drehrichtung:	Luv/Uhrzeigersinn
Achsneigung:	6°
Drehzahlbereich Standardbetrieb	9,3 U/min
Blattanzahl:	3
Maximale Blatttiefe:	4,50 m
Blatttiefe bei 90% Blattlänge:	1,49 m
Mittlere Blatttiefe:	2,99 m
Schattenreichweite:	2006 m

Tabelle 1: Wichtigste Daten der geplanten Anlagen

In der nachfolgenden Tabelle sind die Koordinaten der geplanten WEA mit Koordinaten und Höhenangaben aufgelistet.

WEA	Typ	Koordinaten (ETRS89, Zone 32)		Rotor- durch- messer m	Höhe ü. NN m	Naben- höhe ü. GOK m	Gesamt- höhe ü. GOK m
		x-Wert	y-Wert				
WEA 1	SG6.0-155-6600	412 919	5 908 930	155	8	122,5	200
WEA 2	SG6.0-155-6600	412 648	5 909 219	155	7	122,5	200
WEA 3	SG6.0-155-6600	412 951	5 909 742	155	8	122,5	200
Bestand 1	Enercon E-66 18.70	409 933	5 908 460	70	6	65,0	100
Bestand 2	Enercon E-66 18.70	410 301	5 908 558	70	6	65,0	100
Bestand 3	Enercon E-66 18.70	410 544	5 908 803	70	7	65,0	100
Bestand 4	Enercon E-66 18.70	410 989	5 908 815	70	8	65,0	100
Bestand 5	Enercon E-66 18.70	411 285	5 909 128	70	7	65,0	100

Tabelle 2: Standortkoordinaten (ETRS 89, Zone 32) sowie Typangaben und Höhen der geplanten WEA.

### 3.4 Immissionsorte

Immissionsorte sind Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen und Räume außerhalb von Gebäuden mit schutzbedürftiger Nutzung in ihrer Umgebung. Aus den vorliegenden digitalisierten Gebäudeumringen wird die Ecke oder Seite eines Gebäudes, die den emittierenden WEA am nächsten gelegen ist, als Immissionsort gewählt und in die Berechnungen aufgenommen. Nach den LAI Hinweisen [2] sind maßgebliche Immissionsorte Gebäude mit schutzwürdigen Räumen, die als

- Wohnräume und Wohndielen,
- Schlafräume, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen sowie
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

genutzt werden. Die direkt an den Gebäuden anliegenden Außenflächen wie Balkone und Terrassen sind den schutzwürdigen Räumen in den Zeiten von 06:00 bis 22:00 gleichgestellt.

Weiterhin gelten unbebaute Flächen an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind, in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund ebenfalls als maßgebliche Immissionsorte.

Zur Spezifizierung sei hier auf umseitige Tabelle der Immissionsorte verwiesen.

IO	Adresse / Beschreibung	Koordinaten (ETRS89, Zone 32)		Höhe ü. NN	Rezep- tor- höhe
		x-Wert	y-Wert	m	m
I001	Hinterm Hollsand 2, Uplengen	413 919	5 910 667	10	2
I002	Neufirreler Straße 25, Uplengen	413 789	5 910 680	10	2
I003	Neufirreler Straße 29, Uplengen	413 699	5 910 709	9	2
I004	Am Hasenmeer 7, Uplengen	413 999	5 910 288	11	2
I005	Hasenmeerweg 24, Uplengen	413 760	5 910 207	10	2
I006	Hasenmeerweg 17, Uplengen	413 795	5 910 103	10	2
I007	Domänenweg 3, Firrel	413 571	5 910 279	9	2
I008	Achterbargsweg 15, Uplengen	413 763	5 909 884	11	2
I009	Achterbargsweg 9, Uplengen	413 657	5 909 768	11	2
I010	Achterbargsweg 5, Uplengen	413 561	5 909 672	11	2
I011	Kleinoldendorfer Straße 16, Uplengen	414 314	5 908 787	7	2
I012	Kleinoldendorfer Straße 17, Uplengen	414 092	5 908 648	8	2
I013	Kleinoldendorfer Straße 19, Uplengen	414 068	5 908 639	8	2
I014	Kleinoldendorfer Straße 24, Uplengen	414 024	5 908 684	8	2
I015	Büschweg 2, Uplengen	413 938	5 908 586	8	2
I016	Kleinoldendorfer Straße 23, Uplengen	413 907	5 908 579	8	2
I017	Kleinoldendorfer Straße 30, Uplengen	413 899	5 908 697	9	2
I018	Kleinoldendorfer Straße 28, Uplengen	413 888	5 908 672	8	2
I019	Kleinoldendorfer Straße 26, Uplengen	413 884	5 908 624	8	2
I020	Kleinoldendorfer Straße 32, Uplengen	413 782	5 908 591	8	2
I021	Firreler Weg 7, Uplengen	413 782	5 908 834	9	2
I022	Firreler Weg 11, Uplengen	413 711	5 908 979	9	2
I023	Firreler Weg 13, Uplengen	413 677	5 908 972	9	2
I024	Firreler Weg 4, Uplengen	413 632	5 909 054	9	2
I025	Firreler Weg 6, Uplengen	413 591	5 909 066	8	2
I026	Kleinoldendorfer Straße 27, Uplengen	413 682	5 908 500	7	2
I027	Kleinoldendorfer Straße 29, Uplengen	413 663	5 908 506	7	2
I028	Kleinoldendorfer Straße 38, Uplengen	413 596	5 908 516	7	2
I029	Oldendorfer Straße 79, Schwerinsdorf	411 557	5 908 142	8	2
I030	Oldendorfer Straße 77, Schwerinsdorf	411 510	5 908 107	8	2
I031	Oldendorfer Straße 63, Schwerinsdorf	411 246	5 907 985	7	2
I032	Oldendorfer Straße 59, Schwerinsdorf	411 220	5 907 973	7	2
I033	Moorweg 8, Schwerinsdorf	411 796	5 908 552	7	2
I034	Moorweg 7, Schwerinsdorf	411 789	5 908 583	7	2
I035	Kirchstraße 4, Schwerinsdorf	411 564	5 908 578	7	2
I036	Kirchstraße 6, Schwerinsdorf	411 551	5 908 623	7	2
I037	Kirchstraße 5, Schwerinsdorf	411 502	5 908 648	7	2
I038	Kirchstraße 3, Schwerinsdorf	411 533	5 908 564	7	2
I039	Moorweg 3, Schwerinsdorf	411 465	5 908 493	7	2
I040	Lerchenweg 1, Firrel	411 486	5 909 597	6	2

IO	Adresse / Beschreibung	Koordinaten (ETRS89, Zone 32)		Höhe ü. NN	Rezep- tor- höhe
		x-Wert	y-Wert	m	m
I041	Hoekstraße 12, Firrel	411 461	5 909 700	6	2
I042	Firreler Straße 46, Firrel	411 753	5 910 423	8	2
I043	Firreler Straße 103, Firrel	411 975	5 910 460	8	2
I044	Firreler Straße 56, Firrel	412 018	5 910 436	8	2
I045	Firreler Straße 56 Neubau, Firrel	412 023	5 910 419	8	2
I046	Firreler Straße 58, Firrel	412 067	5 910 446	8	2
I047	Firreler Straße 105, Firrel	412 094	5 910 492	8	2
I048	Firreler Straße 60, Firrel	412 158	5 910 457	8	2
I049	Firreler Straße 62, Firrel	412 185	5 910 477	8	2
I050	Firreler Straße 109, Firrel	412 250	5 910 537	7	2
I051	Firreler Straße 66, Firrel	412 301	5 910 505	7	2
I052	Hollesandstraße 6, Firrel	412 466	5 910 416	7	2
I053	Hollesandstraße 8, Firrel	412 452	5 910 381	7	2
I054	Hollesandstraße 4, Firrel	412 424	5 910 277	7	2
I055	Hollesandstraße 3, Firrel Wohnhaus leerstehend	412 621	5 910 378	8	2
I056	Firreler Straße 115, Firrel	412 476	5 910 600	7	2
I057	Firreler Straße 68, Firrel	412 575	5 910 579	7	2

Tabelle 3: Maßgebliche Immissionsorte in der Nachbarschaft der WEA (innerhalb Schattenreichweite der geplanten WEA). Die Adressdaten entstammen öffentlichen Quellen und sind ohne Gewähr, maßgeblich sind die Koordinatenangaben.

Aus einer überschlägigen Berechnung des Schattenwurfs zur Vorbereitung der Standortbesichtigung sind die in Tabelle 3 angegebenen Orte identifiziert worden. Diese liegen innerhalb der Isolinie für Schattenwurf mit null Stunden astronomisch maximal möglicher Beschattung (max. Schattenreichweite) durch die geplanten WEA.

Die Immissionsorte befinden sich zumeist an eineinhalb- bis zweigeschossigen Wohngebäuden. Die Wohngebäude sind freistehend oder Teil eines landwirtschaftlichen Betriebs mit teils vorgelagerten Nebengebäuden. Die Wohngebäude sind zumeist landschaftsbildtypisch mit angelegten Gärten und z.T. von Bewuchs und Bäumen unterschiedlicher Höhe umgeben. Auch wenn Nebengebäude oder Bewuchs zwischen Immissionsort und WEA eine mögliche periodische Beschattung durch die WEA am Fenster eines schutzbedürftigen Raumes deutlich einschränken kann, so wird diese Einschränkung im Sinne einer konservativen Betrachtung jedoch nicht weiter beachtet. Es wird für alle Immissionsorte von einer freien Sichtbeziehung zwischen Immissionsort und WEA ausgegangen.

## 4 Berechnungen

Die Berechnungen und die Bewertung der Ergebnisse des Schattenwurfs wurden entsprechend den Maßgaben der vom Länderausschuss für Immissionschutz herausgegebenen Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immission von Windenergieanlagen (LAI-Hinweise) [2] ausgeführt.

**Diese Immissionsrichtwerte besagen, dass die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer an den maßgeblichen Immissionsorten 30 Stunden pro Kalenderjahr bzw. 8 Stunden tatsächliche Abschattung pro Kalenderjahr und 30 Minuten tägliche Beschattungsdauer nicht überschreiten soll.**

Die Berechnungen wurden mit der Software WindPRO in der Version 3.4 durchgeführt. Die Schattenwurfrezeptoren wurden aus einem konservativen Ansatz und nach [2] wie folgt konfiguriert: Immissionsort ist die dem Windpark zugewandte Gebäudeecke oder Seite, im „Gewächshaus“-Modus mit den Abmessungen 0.1 m x 0.1 m in 2 m Höhe und als Fläche (Anstellwinkel 0°) angenommen.

### 4.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattung

Die Ergebnisse der Berechnungen des Schattenwurfs beruhen neben den in Kapitel 2 beschriebenen Vereinfachungen und Annahmen noch auf einer uneingeschränkten Sichtbeziehung zwischen Immissionsort und WEA. Hindernisse durch andere Bebauungen oder Bewuchs, welche die Sichtbeziehung einschränken, wurden in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Auch ist für diesen Zeitraum eine Aussage zur tatsächlichen Nutzung schutzbedürftiger Räume ggf. nur schwer zu treffen, womit dann das ganze Haus als Immissionsort angenommen wird.

Daraus lässt sich ableiten, dass die Angaben zur astronomisch maximal möglichen Beschattung unter Berücksichtigung meteorologischer Parameter wahrscheinlich unterschritten werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die tatsächliche jährliche Abschattung aller Wahrscheinlichkeit nach geringer sein wird als die hier angegebenen Werte.

### 4.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattung

Da es unwahrscheinlich ist, dass die astronomisch maximal mögliche Beschattung eintritt, kann durch Einbeziehen ortsspezifischer meteorologischer Daten die meteorologisch wahrscheinliche Beschattung berechnet werden. Dazu werden Daten für die durchschnittliche tägliche Sonnenscheindauer am Standort oder eines nahegelegenen Standortes, die vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt werden, verwendet.

Die folgende Tabelle zeigt die bei diesen Berechnungen verwendeten durchschnittlichen täglichen Sonnenscheindauern der circa 56 km entfernten Wetterstation Norderney.

Monat	Jan.	Feb.	Mär.	Apr	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Ø Sonnenscheindauer in h/d	1,56	3,03	3,84	6,09	7,71	6,51	6,62	6,47	4,84	3,16	2,09	1,00

Tabelle 4: Durchschnittliche tägliche Sonnenscheinstunden Standort der Wetterstation Norderney.

Zusammen mit der Leistungskurve der WEA, welche den Zusammenhang zwischen Leistungsabgabe (Betrieb) der WEA und Windgeschwindigkeit darstellt, und der standortspezifischen jährlichen Windverteilung können die ungefähren jährlichen Betriebsstunden der WEA ermittelt werden. Die Windverteilung wird i.d.R. durch eine Windmessung am oder in der Nähe des Standortes, durch Betriebsdaten benachbarter WEA oder durch die Windatlasermittlung gewonnen.

Die folgende Tabelle zeigt die bei diesen Berechnungen verwendeten voraussichtlichen jährlichen Betriebsstunden in den Windrichtungssektoren.

Sektor	N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW
Betriebsstunden in h/a	357	357	411	785	626	433	672	1 096	1 358	1 089	788	373

Tabelle 5: Jährliche Betriebsstunden der WEA in den 12 Richtungssektoren.

Mit diesen Daten kann ermittelt werden, wie häufig die WEA möglicherweise die volle Rotorfläche zum Immissionsort ausrichten wird und wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass zu diesen Zeitpunkten auch die Sonne scheint.

Da es sich hierbei um eine Berechnung auf Basis statistischer Daten handelt, welche nur eine Wahrscheinlichkeitsangabe als Ergebnis hat, sind die Zeitangaben der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattung lediglich als Erwartungswerte anzusehen und dienen nicht der Bewertung der Immissionen durch Schattenwurf am Standort.

## 5 Ergebnisse

Durch Berechnung wird in einem ersten Schritt ermittelt, wie groß der Einwirkungsbereich des periodischen Schattenwurfs der geplanten WEA ist (Isolinie mit null Stunden Schattenwurf) und in Folge hieraus, die Anzahl und Lage der Immissionsorte, die durch den Betrieb der geplanten und zu beurteilenden WEA am stärksten betroffen sind. Es sind 57 Immissionsorte ermittelt worden, die im Einwirkungsbereich der geplanten und zu beurteilenden WEA liegen (mehr als null Stunden Schattenwurf).

Die folgende Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für die astronomisch maximal mögliche Beschattungszeiten (Erklärung siehe Kap. 4.1) sowie die meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungszeiten (Erklärung siehe Kap. 4.2) an den Immissionsorten.

IO	Mögliche Beschattungstage			Astronom. max. mögliche Besch.-zeiten			Astronom. max. mögliche Besch.-zeiten			Meteorol. wahrscheinl. Besch.-zeiten		
	Tage/Jahr			Stunden/Jahr			Minuten/Tag			Stunden/Jahr		
1)	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
I001	-	83	83	-	31:59	31:59	-	00:29	00:29	-	03:56	3:56
I002	-	72	72	-	33:13	33:13	-	00:31	00:31	-	03:49	3:49
I003	-	61	61	-	27:44	27:44	-	00:32	00:32	-	03:00	3:00
I004	-	112	112	-	32:27	32:27	-	00:31	00:31	-	05:14	5:14
I005	-	118	118	-	41:57	41:57	-	00:39	00:39	-	07:36	7:36
I006	-	136	136	-	51:16	51:16	-	00:39	00:39	-	08:37	8:37
I007	-	121	121	-	69:25	69:25	-	00:46	00:46	-	10:24	10:24
I008	-	164	164	-	74:08	74:08	-	00:43	00:43	-	13:07	13:07
I009	-	189	189	-	98:23	98:23	-	00:50	00:50	-	19:04	19:04
I010	-	222	222	-	134:39	134:39	-	00:58	00:58	-	04:27	28:27
I011	-	112	112	-	31:08	31:08	-	00:25	00:25	-	07:28	7:28
I012	-	64	64	-	25:40	25:40	-	00:35	00:35	-	06:45	6:45
I013	-	66	66	-	27:10	27:10	-	00:38	00:38	-	07:08	7:08
I014	-	69	69	-	29:21	29:21	-	00:38	00:38	-	07:45	7:45
I015	-	79	79	-	39:37	39:37	-	00:50	00:50	-	10:26	10:26
I016	-	84	84	-	44:24	44:24	-	00:53	00:53	-	11:39	11:39
I017	-	78	78	-	39:46	39:46	-	00:48	00:48	-	10:30	10:30
I018	-	81	81	-	41:54	41:54	-	00:50	00:50	-	11:01	11:01
I019	-	84	84	-	44:53	44:53	-	00:53	00:53	-	11:48	11:48
I020	-	114	114	-	73:08	73:08	-	01:03	01:03	-	18:30	18:30
I021	-	88	88	-	48:22	48:22	-	00:48	00:48	-	12:52	12:52
I022	-	97	97	-	53:12	53:12	-	00:45	00:45	-	13:31	13:31
I023	-	99	99	-	58:09	58:09	-	00:46	00:46	-	14:54	14:54
I024	-	107	107	-	62:13	62:13	-	00:49	00:49	-	15:22	15:22
I025	-	113	113	-	68:46	68:46	-	00:51	00:51	-	16:53	16:53
I026	-	82	82	-	64:29	64:29	-	01:03	01:03	-	15:06	15:06
I027	-	80	80	-	63:29	63:29	-	01:03	01:03	-	14:49	14:49
I028	-	70	70	-	52:59	52:59	-	00:59	00:59	-	12:11	12:11
I029	44	72	84	4:54	22:16	27:10	00:11	00:24	00:35	01:11	06:15	7:27

IO	Mögliche Beschattungstage			Astronom. max. mögliche Besch.-zeiten			Astronom. max. mögliche Besch.-zeiten			Meteorol. wahrscheinl. Besch.-zeiten		
	Tage/Jahr			Stunden/Jahr			Minuten/Tag			Stunden/Jahr		
1)	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
I030	59	70	83	8:04	20:50	28:54	00:12	00:23	00:31	01:48	05:50	7:38
I031	41	52	63	5:19	10:21	15:40	00:14	00:19	00:31	01:21	03:02	4:23
I032	50	48	60	6:42	9:32	16:14	00:15	00:18	00:32	01:38	02:48	4:26
I033	40	54	73	7:27	20:50	28:17	00:20	00:31	00:43	01:56	06:19	8:14
I034	41	79	101	7:29	24:46	32:15	00:20	00:31	00:41	01:55	07:16	9:11
I035	82	108	156	20:59	40:48	61:47	00:27	00:31	00:40	05:31	11:31	17:05
I036	78	116	163	20:50	44:57	65:47	00:28	00:31	00:46	05:28	12:47	18:17
I037	85	123	168	25:12	43:19	68:31	00:31	00:30	00:43	06:36	12:27	19:05
I038	95	107	153	26:12	39:41	65:53	00:29	00:30	00:43	06:48	11:13	18:03
I039	93	101	115	28:06	33:44	61:50	00:30	00:28	00:57	06:28	09:32	15:59
I040	43	92	135	7:40	29:27	37:07	00:17	00:29	00:29	00:47	06:07	6:58
I041	32	85	117	3:09	27:12	30:21	00:11	00:29	00:29	00:22	05:28	5:52
I042	-	84	84	-	30:28	30:28	-	00:30	00:30	-	03:25	3:25
I043	-	47	47	-	17:07	17:07	-	00:31	00:31	-	02:37	2:37
I044	-	49	49	-	18:58	18:58	-	00:32	00:32	-	02:54	2:54
I045	-	49	49	-	19:04	19:04	-	00:32	00:32	-	02:58	2:58
I046	-	53	53	-	21:04	21:04	-	00:33	00:33	-	03:02	3:02
I047	-	57	57	-	22:41	22:41	-	00:32	00:32	-	02:59	2:59
I048	-	63	63	-	26:36	26:36	-	00:34	00:34	-	03:28	3:28
I049	-	69	69	-	29:10	29:10	-	00:35	00:35	-	03:35	3:35
I050	-	90	90	-	41:41	41:41	-	00:36	00:36	-	04:14	4:14
I051	-	90	90	-	46:58	46:58	-	00:38	00:38	-	04:44	4:44
I052	-	92	92	-	61:28	61:28	-	00:46	00:46	-	06:11	6:11
I053	-	100	100	-	65:23	65:23	-	00:47	00:47	-	06:51	6:51
I054	-	89	89	-	54:54	54:54	-	00:49	00:49	-	07:08	7:08
I055	-	86	86	-	67:11	67:11	-	00:54	00:54	-	06:30	6:30
I056	-	59	59	-	31:36	31:36	-	00:38	00:38	-	02:44	2:44
I057	-	53	53	-	27:25	27:25	-	00:39	00:39	-	02:16	2:16

Tabelle 6: Ergebnisse der Belastung durch periodischen Schattenwurf an den maßgeblichen und weiteren Immissionsorten.

1) VB: Vorbelastung durch die bestehenden WEA, ZB: Zusatzbelastung durch die geplanten WEA, GB: Gesamtbelastung durch alle WEA (bestehende und geplante)

Der berechnete periodische Schattenwurf der geplanten und zu beurteilenden WEA überschreitet an 37 von 57 Immissionsorten den in den LAI Hinweisen [2] angegebenen Richtwert von 30 Stunden im Jahr astronomisch maximal möglicher Beschattung. An 48 von 57 Immissionsorten wird der Richtwert von 30 Minuten am Tag astronomisch maximal möglicher Beschattung erreicht und auch überschritten. Bei Zugrundelegung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattung wird noch an 23 der 57 Immissionsorte der Richtwert von 8 Stunden im Jahr tatsächlicher Beschattung überschritten.

Die grafische Darstellung der Ergebnisse befindet sich im Anhang.

## 6 Bewertung

Die ENOVA Energieanlagen GmbH in D-26831 Bunderhee plant am Standort Uplengen im Landkreis Leer in Niedersachsen drei WEA vom Typ Siemens Gamesa SG 6.0-155-6600 zu errichten. Hierfür ist im Rahmen des Genehmigungsverfahrens vom Antragsteller eine Schattenwurfprognose vorzulegen, in der zu prüfen ist, ob die rechnerisch ermittelten Immissionen in Bezug auf den durch WEA ausgehenden periodischen Schattenwurf keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorrufen und ob Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen getroffen ist.

An 37 der 57 ermittelten Immissionsorte innerhalb der Schattenreichweite der geplanten und zu beurteilenden WEA wird der Richtwert nach den LAI Hinweisen [2] die jährlich astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden überschritten. In Bezug auf den Richtwert der täglich maximal möglichen Beschattungsdauer von 30 Minuten gibt es an 48 der 57 Immissionsorte eine Überschreitung der Richtwerte. Unter Berücksichtigung der meteorologischen Parameter wird noch an 23 der 57 zu beurteilenden Immissionsorte der Richtwert für die zulässige maximale Beschattung von 8 Stunden jährlich überschritten. An jeder weiteren Bebauung mit schutzbedürftigen Räumen werden die Richtwerte durch die Beschattung der geplanten und zu beurteilenden WEA eingehalten bzw. liegen diese außerhalb deren Schattenreichweite.

Die ermittelten Beschattungszeiten entstammen einem reinen theoretischen Ansatz der maximalen Beschattung und können für die astronomisch maximal mögliche Beschattung nur bei wolkenlosem Himmel, ständigem Sonnenschein sowie für eine den Schattenwurf begünstigende Rotorstellung erreicht werden. Des Weiteren wird bei den Berechnungen von einer freien Sicht zwischen den betreffenden Immissionsorten und den WEA ausgegangen. Daher ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass die tatsächliche Beschattungszeit an den Immissionsorten pro Jahr geringer ist, als prognostiziert. Die prognostizierten Ergebnisse dieser Berechnung stellen somit den ungünstigsten Fall bezüglich einer Belastung durch Schattenwurf am Immissionsort dar.

Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass sich die Ergebnisse dieser Berechnungen auf die Immissionsorte als Punkt an dem Gebäude selbst und nicht, bzw. nur näherungsweise, auf die direkt angrenzenden Freiflächen des Grundstücks (Terrassen, Balkone o.ä. Außenflächen) beziehen, obwohl diese den schutzwürdigen Räumen wie Wohn- und Schlafräume, Unterrichtsräume sowie Büro und Praxisräume gleichgestellt sind. Hier können u. U. unterschiedliche Werte als die prognostizierten für den Immissionsort auftreten. Des Weiteren ist bei der Betrachtung eines Punktes als Immissionsort eine gewisse Unsicherheit aufgrund des über den Tag sich ändernden Sonnenstandes zum Immissionsort, womit sich auch die Beschattung relativ zu den Gebäudeseiten und den gegebenenfalls zugehörigen Fensterflächen der schutzbedürftigen Räume ändert, nicht gänzlich zu vermeiden. Variationen durch den jährlich leicht unterschiedlichen Lauf des Sonnenstandes sind ebenso nicht mit in die Berechnungen eingeflossen.

Die den Berechnungen zugrunde liegenden Eingangsdaten sind die zur Verfügung gestellten Daten der WEA Hersteller, der Rotorblatthersteller, der genehmigenden Behörde oder des Auftraggebers.

Die Einhaltung des Richtwertes von 30 Stunden pro Jahr astronomisch maximal möglicher bzw. 8 Stunden pro Jahr tatsächlicher Beschattung und 30 Minuten täglicher Beschattung kann durch geeignete Maßnahmen an den WEA gewährleistet werden. Dies können Abschaltautomatiken sein, in denen der Schattenwurfkalender der jeweiligen WEA Berücksichtigung findet. Diese Abschaltautomatiken gewährleisten, dass an jedem maßgeblichen Immissionsort die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag bzw. unter Berücksichtigung der meteorologischen Parameter, durch Messung der Strahlungsstärke, 8 Stunden pro Jahr eingehalten wird.

## 7 Referenzen

- [1] BImSchG, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 15.03.1974 in der Fassung und der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert am 24.02.2012 (BGBl. I S. 212)
- [2] LAI, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen Aktualisierung 2019 (WKA Schattenwurfhinweise) vom 23.01.2020
- [3] Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld, Institut für Psychologie an der Christian-Albrechts-Universität Kiel, 31.07.1999

## 8 Anhang

## A Einwirkungsbereich der WEA und Lage der Immissionsorte

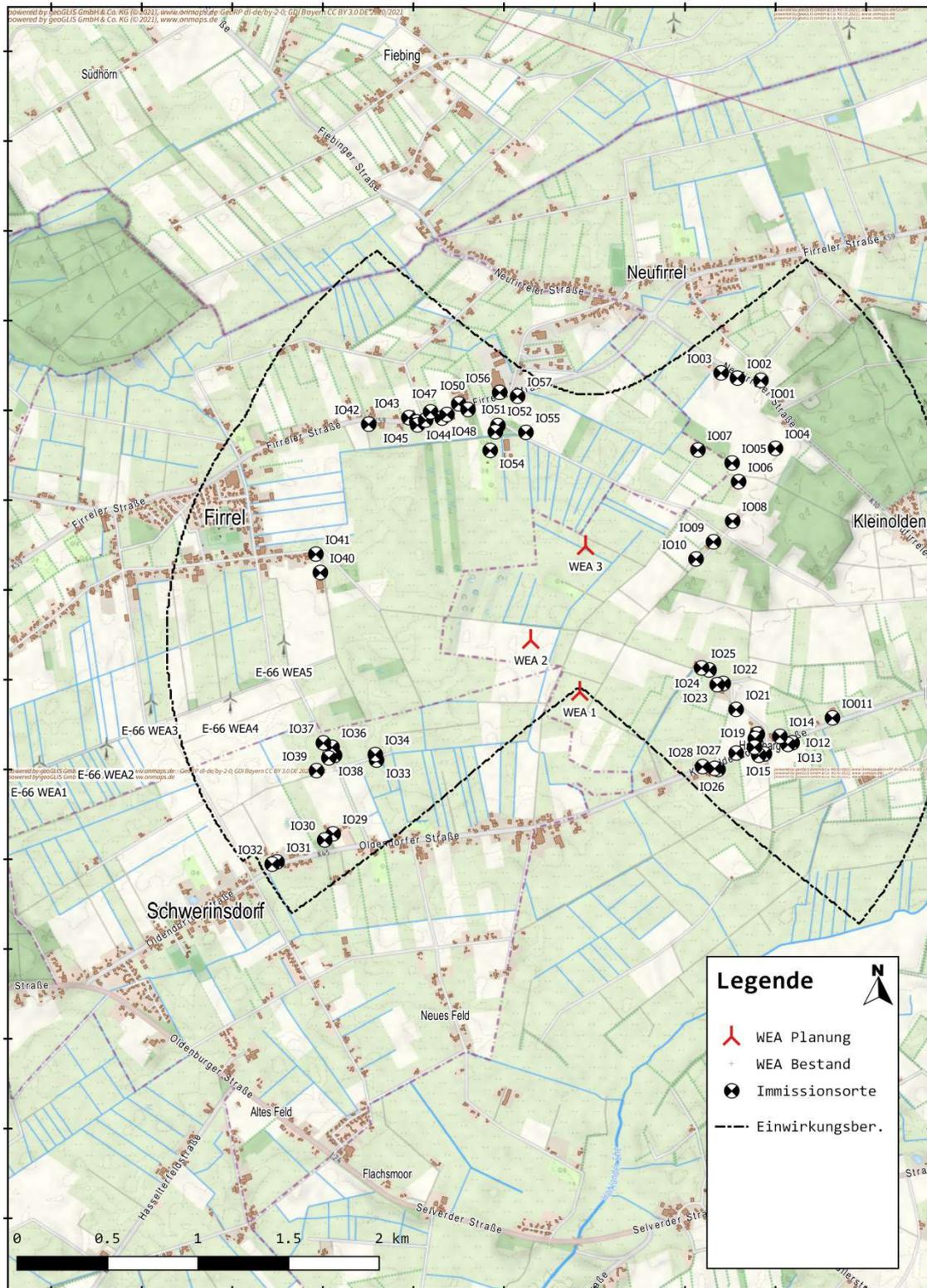


Abbildung 2: Einwirkungsbereich der geplanten WEA (periodischer Schattenwurf mit mehr als null Stunden im Jahr) und Lage der Immissionsorte innerhalb dieses Bereiches.

## B Isolinien – Schattenwurf durch die bestehenden WEA

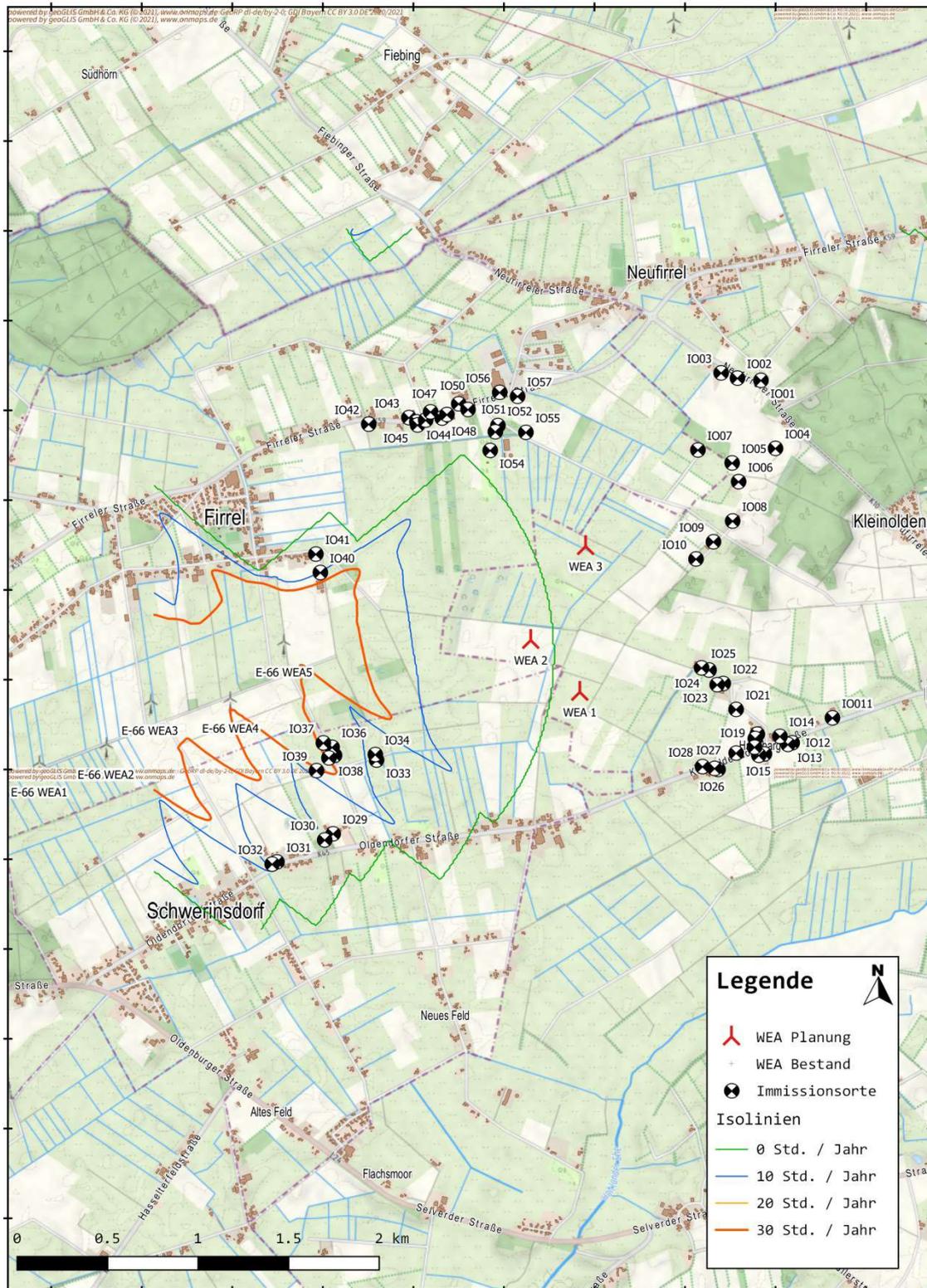


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Immissionen durch periodischen Schattenwurf der bestehenden WEA in Form von Isolinien (Linien gleicher Belastung durch periodischen Schattenwurf). Angabe des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs in Stunden/Jahr.

### C Isolinien – Schattenwurf durch die geplanten WEA

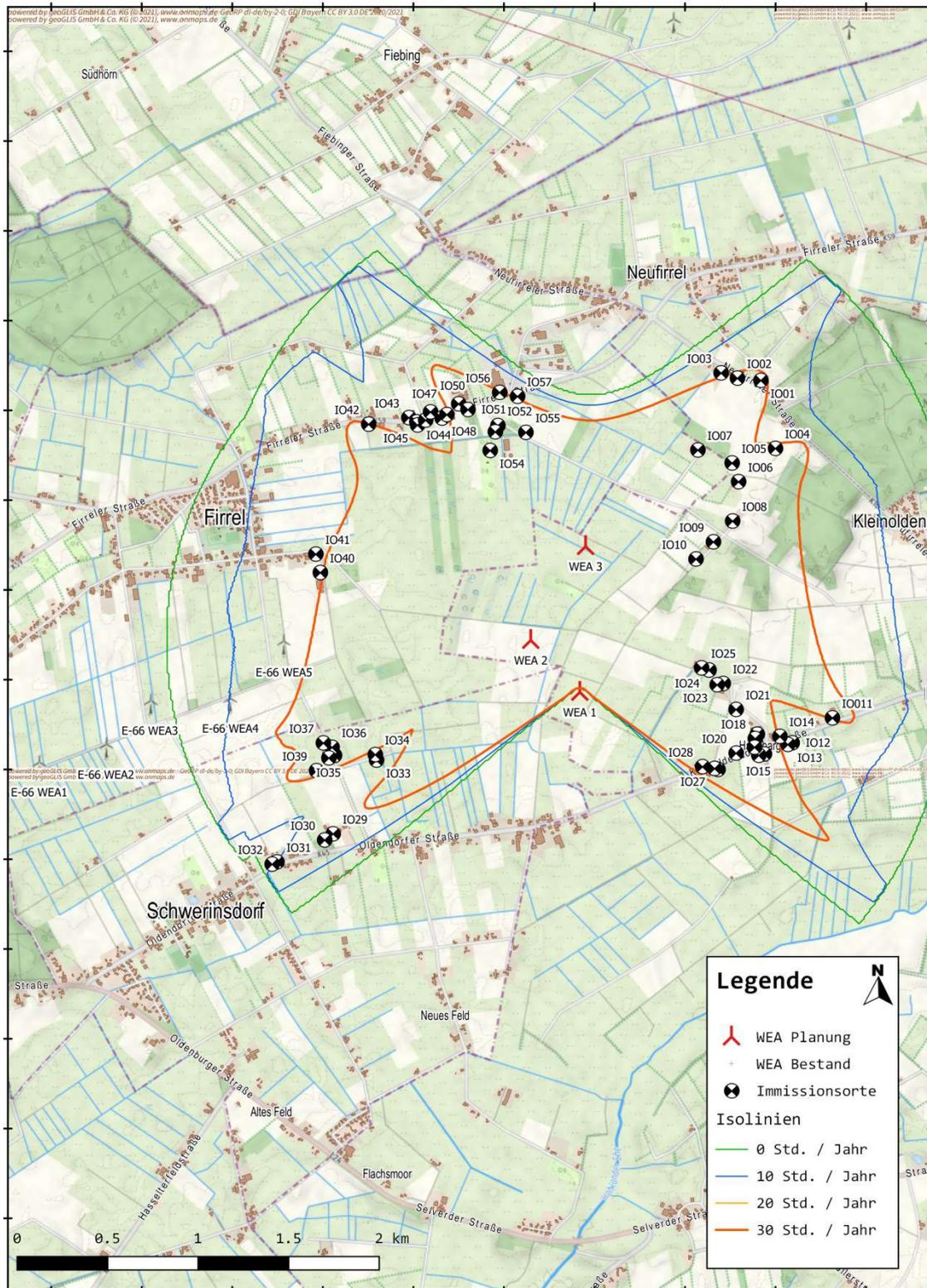


Abbildung 4: Grafische Darstellung der Immissionen durch periodischen Schattenwurf der geplanten WEA in Form von Isolinien (Linien gleicher Belastung durch periodischen Schattenwurf). Angabe des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs in Stunden/Jahr.

## D Isolinien – Schattenwurf durch bestehende und geplante WEA

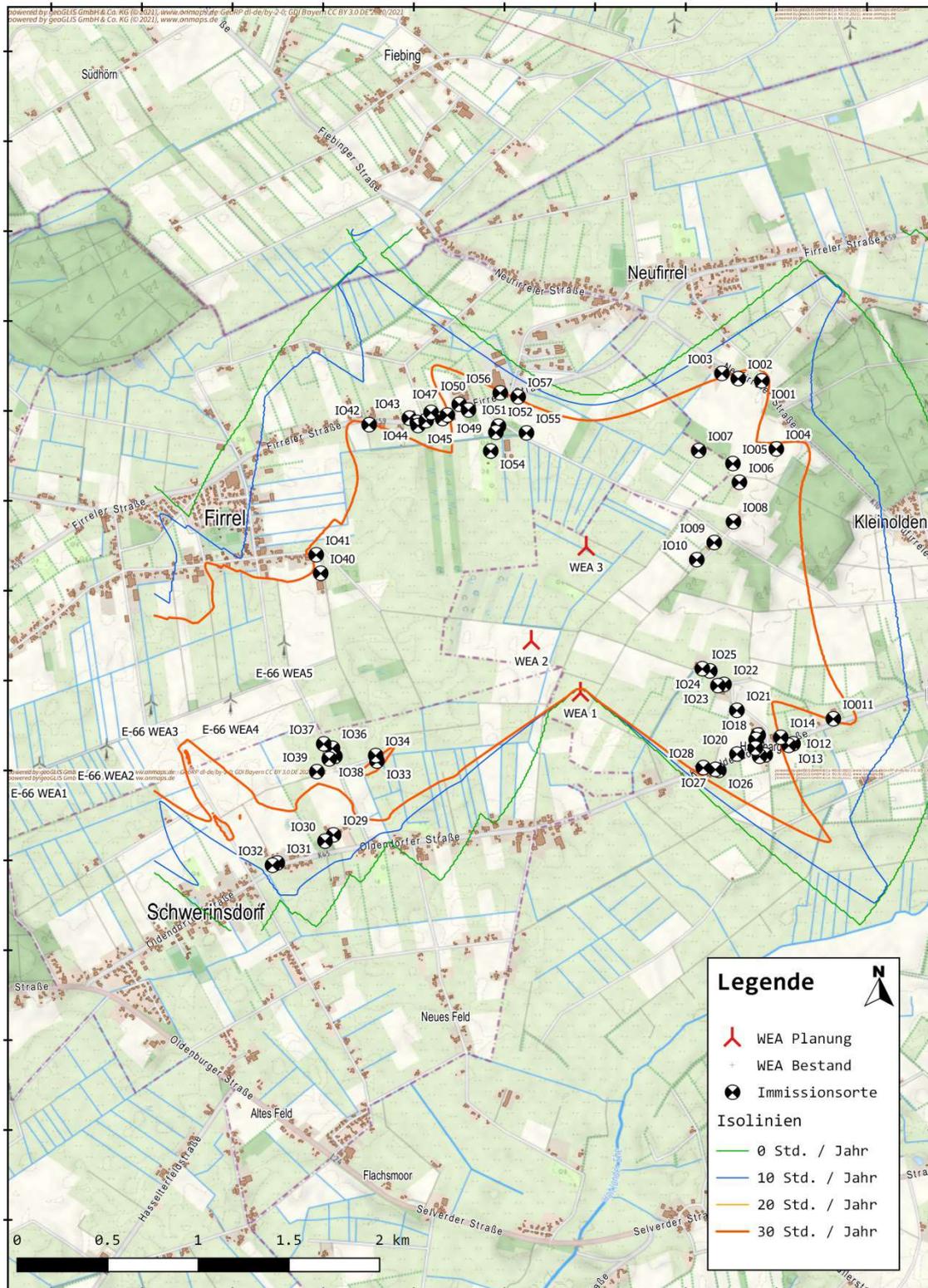


Abbildung 5: Grafische Darstellung der Immissionen durch periodischen Schattenwurf der bestehenden WEA und der geplanten WEA in Form von Isolinien (Linien gleicher Belastung durch periodischen Schattenwurf). Angabe des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs in Stunden/Jahr.

---

## **E Kalender für die Belastung durch periodischen Schattenwurf**

Der Kalender für periodischen Schattenwurf durch die geplanten und zu beurteilenden WEA wird gesondert als Dateianhang beigefügt:

PS21004.A0\_WP\_Uplengen\_Nds\_Anhang\_Schattenwurfskalender.PDF

Dieser Prüfbericht ist nur zusammen mit dem genannten Dateianhang vollständig.

----- Ende des Prüfberichts -----