T&H INGENIEURE
Büro für Umweltschutz und technische Akustik

Messstelle nach § 29 b BImSchG

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-21117-01-00

Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-21117-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.

T&H Ingenieure GmbH ▪ Bremerhavener Heerstraße 10 ▪ 28717 Bremen

Energiekontor AG
Mary-Somerville-Str. 5
28359 Bremen

und

Bürgerwindpark Oederquart Erschließungs-GmbH & Co.
Projektentwicklung-KG
Süderende 6
21734 Oederquart

Ihr Auftrag vom	Unsere Dokumenten Nr.	Bearbeiter	Telefon	Datum
20.05.2021	20-135-GBK-02	Klefeker	0421 79 400 60 44	25.05.2021

Schatten- und Schallvorabprognose für die Errichtung und den Betrieb von zwölf neuen Windenergieanlagen im Windpark Oederquart-Wischhafen

Sehr geehrte Damen und Herren,

Ausgangssituation

Die Energiekontor AG und die Bürgerwindpark Oederquart Erschließungs-GmbH & Co. Projektentwicklung-KG planen ein Repowering-Vorhaben im Windpark Oederquart-Wischhafen. Aktuell betreibt der Bürgerwindpark Oederquart in der Vorrangfläche Oederquart-Wischhafen insgesamt 11 Windenergieanlagen (WEA) (10 x Vestas V66 und 1 x Vestas V63). Die Energiekontor AG betreibt dazu aktuell u. a. 10 weitere WEA des Typs Enercon E-66. Die vorhandenen 11 WEA des Bürgerwindpark Oederquart sowie die 10 Windenergieanlagen des Typs Enercon E-66 der Energiekontor AG sollen im Zuge dieses Repowering-Vorhabens zurückgebaut und durch insgesamt 12 neue WEA ersetzt werden. Die Planung dieses Repowering-Vorhabens ist eine Kooperation zwischen der Bürgerwindpark Oederquart Erschließungs-GmbH & Co. Projektentwicklung-KG und der Energiekontor AG.

In der o. g. Windparkfläche sind darüber hinaus zwei weitere WEA vom Typ Enercon E-126 und zwei WEA vom Typ Vestas V44 vorhanden, die auch nach dem geplanten Repowering bestehen bleiben. Westlich zu den geplanten WEA befindet sich außerdem eine weitere Windparkfläche, bestehend aus dem Windpark Oederquart II, dem Windpark Kajedeich und dem Windpark Breitendeich. In der westlichen Windparkfläche werden bereits weitere 16 WEA betrieben. Östlich des Windparks befindet sich außerdem noch eine WEA vom Typ Tacke TW 600. Die vorhandenen WEA sind bei den Berechnungen als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Für das laufende Bebauungsplanverfahren soll zunächst im Rahmen einer schalltechnischen Voruntersuchung des Planverfahrens die Schallimmissionen, verursacht durch den Betrieb der geplanten Anlagen, nach den aktuellen LAI-Hinweisen /2/ berechnet und nach TA Lärm /1/ beurteilt werden. Weiterhin soll im Rahmen einer Schattenwurfvorabprognose die astronomisch maximal mögliche, jährliche und tägliche Beschattungsdauer für die geplanten Windenergieanlagen ermittelt und gemäß der WEA-Schattenwurf-Hinweise des LAI /5/ beurteilt werden. Anhand der Ergebnisse soll anschließend beurteilt werden, ob und unter welchen Voraussetzungen die Errichtung und der Betrieb von neuen WEA in der vorgesehenen Windparkfläche möglich ist.

Aktuell steht noch kein finaler Anlagentyp fest. Für die Berechnungen soll nach Auskunft der Auftraggeber daher exemplarisch die lauteste WEA der derzeit gängigen WEA-Typen mit einer Gesamthöhe von maximal 210 m berücksichtigt werden.

Nach ersten Auskünften der Auftraggeber stehen die WEA vom Typ Vestas V162/6MW mit einer Nabenhöhe von 122 m, Nordex N163/6,8 MW mit einer Nabenhöhe von 121 m sowie vom Typ Enercon E-160/4,6MW mit einer Nabenhöhe von 120 m zur Auswahl.

Im Vergleich der zur Auswahl stehenden Anlagentypen weist der Anlagentyp mit dem höchsten Schallleistungspegel im leistungsoptimierten Betrieb einen maximalen Schallleistungspegel von L_{WA} = 107,2 dB(A) auf. Nachfolgend wird daher exemplarisch der zuvor genannte Schallleistungspegel berücksichtigt. Die vom Auftraggeber genannten und im Rahmen der Berechnung verwendeten Standortkoordinaten für die geplanten WEA, können aus den Eingabedaten in Anlage 2 entnommen werden.

Immissionsorte

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten wurden folgende maßgebliche Immissionsorte für die Beurteilung der Schall- und Schattenimmissionen, verursacht durch das geplante Vorhaben, festgesetzt:

Tabelle 1 Einstufung der maßgeblichen Immissionsorte nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit

Immissi-onsort	Lage / Adresse	Einstufung der Schutz-bedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
			Tageszeit	Nachtzeit
IO 1	Landesbrück 5, 21734 Oederquart	MD	60	45
IO 2	Schinkel 27, 21734 Oederquart	MD	60	45
IO 3	Schinkel 7, 21734 Oederquart	MD	60	45
IO 4	Hollerdeich 49, 21737 Wischhafen	MD	60	45
IO 5	Hollerdeich 45, 21737 Wischhafen	MD	60	45
IO 6	Schmiedestraße 62, 21737 Wischhafen	WA	55	40
IO 7	Köckweg 1, 21737 Wischhafen	MD	60	45

Immissi-onsort	Lage / Adresse	Einstufung der Schutz-bedürftigkeit	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
			Tageszeit	Nachtzeit
IO 8	Köckweg 4, 21737 Wischhafen	MD	60	45
IO 9	Birkenstraße 78, 21737 Wischhafen	MD	60	45
IO 10	Doesemoor 109, 21734 Oederquart	MD	60	45
IO 11	Doesemoor 29, 21734 Oederquart	MD	60	45
IO 12	Freiburger Weg 4, 21734 Oederquart	MD	60	45

Die genaue Lage der Immissionsorte wurde im Rahmen einer Ortsbesichtigung geprüft und kann dem Lageplan in Anlage 1 des Berichtes entnommen werden. Die Einstufung der Schutzbedürftigkeit der Wohnbebauungen erfolgt gemäß der Ausweisung in dem jeweiligen Bebauungsplan oder, für Bereiche, in denen kein rechtskräftiger Bebauungsplan vorhanden ist, entsprechend der tatsächlichen Nutzung und unter Berücksichtigung der Darstellung im Flächennutzungsplan.

Der Immissionsort IO 12 befindet sich mitten zwischen den westlich vorhandenen Windparkflächen Oederquart II, Kajedeich sowie Breitendeich und der östlichen zu untersuchenden Windparkfläche Oederquart-Wischhafen. Da die Geräuschimmissionen der beiden Windparkflächen primär auf die jeweils zum Windpark zugewandten Gebäudeseiten einwirken und nicht auf die abgewandten Gebäudeseiten des Wohnhauses, wurde im Rahmen der Berechnungen Eigenabschirmung des Gebäudes berücksichtigt. Bei dem Wohnhaus Freiburger Weg 4 (IO 12) handelt es sich um ein Gebäude mit 8 Fassaden (Achteckhaus). Für die Berechnungen wurde daher an jeder Fassade des Gebäudes ein Immissionsort gesetzt (IO 12.1 bis IO 12.8). Details hierzu können dem Lageplan in Anlage 1 dieser Stellungnahme entnommen werden.

Schallvorabprognose

Nachfolgend werden zunächst im Rahmen einer schalltechnischen Voruntersuchung des Planverfahrens die Schallimmissionen, verursacht durch den Betrieb der geplanten Anlagen, nach den aktuellen LAI Hinweisen /2/ berechnet und nach TA Lärm /1/ beurteilt.

Schallausbreitungsmodell

Die Schallimmissionsprognose ist gemäß Nr. A 2 der TA Lärm /1/ nach der DIN ISO 9613-2 /4/ durchzuführen. Die DIN ISO 9613-2 /4/ gilt für die Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen (bis 30 m Höhe zwischen Quelle und Empfänger; s. Kapitel 9, Tabelle 5). Zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen hat der Normenausschuss Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ veröffentlicht. Für WKA als hochliegende Schallquellen (> 50 m) sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

Die Immissionsprognose erfolgt demnach nach der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /3/ mit dem Rechenprogramm Cadna A, Version 2021 MR1 der Datakustik GmbH. Die Berechnungen wurden frequenzselektiv durchgeführt. Hierbei sind zur Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 /4/ für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10 °C anzusetzen.

Gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /3/ wurde für die WEA für die Bodendämpfung bei den Berechnungen ein Wert von A_{gr} = -3 dB berücksichtigt.

Die meteorologische Korrektur wird gemäß den Formeln (21) und (22) der DIN ISO 9613-2 /4/ wie folgt bestimmt:

C_{met} = Co [1-10*(hs+hr)/dp]	wenn	dp > 10*(hs+hr)
C_{met} = 0	wenn	dp ≤ 10*(hs+hr)

hs	die Höhe der Quelle in m
hr	die Höhe des Immissionsortes in m
dp	der Abstand zwischen Quelle und Immissionsort, projiziert auf die horizontale Bodenebene in m
Co	ein von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und -richtung sowie vom Temperaturgradienten abhängiger Faktor in dB

Gemäß der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ /3/ wird bei den Berechnungen eine meteorologische Korrektur von C_{met} = 0 dB berücksichtigt.

In dem Rechenprogramm werden die Berechnungen richtlinienkonform anhand eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführt. Die Zerlegung komplexer Schallquellen in einzelne punktförmige Teilschallquellen in Abhängigkeit von den Abstandsverhältnissen erfolgt automatisch. Dabei werden z. T. mehrere hundert Schallquellen erzeugt. Die vollständige Dokumentation der Berechnungen umfasst eine erhebliche Datenmenge.

Auf die vollständige Wiedergabe der Rechenprotokolle muss daher verzichtet werden. Diese können jedoch auf Wunsch jederzeit ausgedruckt oder auf Datenträger zur Verfügung gestellt werden. In Anlage 2 sind die Eingabedaten für die Berechnung vollständig dargestellt.

Gewerbliche Vorbelastung

Im WP Oederquart-Wischhafen sind darüber hinaus zwei weitere WEA vom Typ Enercon E-126 und zwei WEA vom Typ Vestas V44 vorhanden, die auch nach dem geplanten Repowering bestehen bleiben. Westlich zu den geplanten WEA befindet sich außerdem eine weitere Windparkfläche, bestehend aus dem Windpark Oederquart II, dem Windpark Kajedeich und dem Windpark Breitendeich. In der westlichen Windparkfläche werden bereits weitere 16 WEA betrieben. Östlich des Windparks befindet sich außerdem noch eine WEA vom Typ Tacke TW 600. Die vorhandenen WEA sind bei den Berechnungen als Vorbelastung im Sinne der TA Lärm /1/ zu berücksichtigen. Für die vorhandenen WEA wurden folgende Standortkoordinaten im Koordinatensystem UTM ETRS89, Zone 32 berücksichtigt:

Tabelle 2 Koordinaten der vorhandenen Windenergieanlagen

Anlage	Koordinaten und Nabenhöhen			Typ
	Rechtswert in m	Hochwert in m	Nabenhöhe in m über GOK	
TACKE TW 600	521917	5960204	62,0	TACKE TW 600
V44 (1)	517977	5959995	55,0	Vestas V44
V44 (2)	517883	5959888	55,0	Vestas V44
AN Bonus 2 MW (1)	515569	5960337	60,0	AN Bonus 2 MW
AN Bonus 2 MW (2)	515975	5960307	60,0	AN Bonus 2 MW
AN Bonus 2 MW (3)	516423	5960289	60,0	AN Bonus 2 MW
AN Bonus 2 MW (4)	516864	5960262	60,0	AN Bonus 2 MW
AN Bonus 2 MW (5)	517166	5960652	60,0	AN Bonus 2 MW
GE Wind EnergyTW 1,5s (1)	516554	5961204	64,7	GE Wind Energy TW 1,5s
GE Wind EnergyTW 1,5s (2)	516105	5960980	64,7	GE Wind Energy TW 1,5s
GE Wind EnergyTW 1,5s (3)	516750	5960891	64,7	GE Wind Energy TW 1,5s
GE Wind EnergyTW 1,5s (5)	515766	5960704	64,7	GE Wind Energy TW 1,5s
MM 82 (1)	516418	5960936	59,0	REpower MM 82
MM 82 (2)	516758	5960576	59,0	REpower MM 82
E-101 (1)	515666	5960107	99,0	Enercon E-101
E-101 (2)	516114	5960115	99,0	Enercon E-101
E-101 (3)	516537	5959996	99,0	Enercon E-101
3.2M 114VG (1)	516024	5960617	123,0	Senvion 3.2M 114VG
3.2M 114VG (2)	516403	5960571	123,0	Senvion 3.2M 114VG
Enercon E-126 (1)	519270	5960525	135,0	Enercon E-126
Enercon E-126 (2)	519080	5960121	135,0	Enercon E-126

Die Lage der Standorte kann auch dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

Für die WEA, die bei den Berechnungen als Vorbelastung zu berücksichtigen sind, ist gemäß den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen /2/ der in der Genehmigung festgelegte Schallleistungspegel zu verwenden. Liegt zu dem Anlagentyp keine derartige Festlegung im Genehmigungsbescheid vor, so kann der Schallleistungspegel gemäß /2/ sachlich abgeschätzt werden. Liegt zu dem Anlagentyp in der genehmigten Betriebsweise ein Messbericht vor, kann der für die Vorbelastung anzusetzende Schallleistungspegel des bestimmungsgemäßen Betriebs, z. B. auf Basis des im Messbericht dargestellten Geräuschverhaltens, abgeschätzt werden.

Das unterschiedliche Geräuschverhalten von stall- und pitchgesteuerten WEA ist hierbei zu berücksichtigen. In der Regel ist das Referenzspektrum gemäß Ziffer 6 aus den LAI-Hinweisen /2/ als Grundlage für die Eingangsdaten der Prognose heranzuziehen. Liegen qualifizierte Informationen über detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren vor, können auch diese herangezogen werden.

Hinsichtlich eines zu berücksichtigenden Tonzuschlags soll gemäß /2/ wie folgt verfahren werden:

$0 < K_{TN} \leq 2$ Tonzuschlag K_T von 0 dB

Dabei ist:

K_{TN}: Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der FGW-Richtlinie gemessen,
K_T: Tonzuschlag, der bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden ist.

Analog vorangegangener Projekte wurden für die vorhandenen Windenergieanlagen die in Tabelle 3 angegebenen Schallleistungspegel für die kritische Nachtzeit berücksichtigt:

Tabelle 3 Eingangsdaten für die Vorbelastung

Bezeichnung	Anlagentyp	L_{WA} in dB(A) nachts
TACKE TW 600	TACKE TW 600	101,8
V44 (1)	Vestas V44	103,5
V44 (2)	Vestas V44	103,5
AN Bonus 2 MW (1)	AN Bonus 2 MW	103,8
AN Bonus 2 MW (2)	AN Bonus 2 MW	103,8
AN Bonus 2 MW (3)	AN Bonus 2 MW	103,8
AN Bonus 2 MW (4)	AN Bonus 2 MW	103,8
AN Bonus 2 MW (5)	AN Bonus 2 MW	103,8
GE Wind EnergyTW 1,5s (1)	GE Wind Energy TW 1,5s	103,8
GE Wind EnergyTW 1,5s (2)	GE Wind Energy TW 1,5s	103,8
GE Wind EnergyTW 1,5s (3)	GE Wind Energy TW 1,5s	103,8
GE Wind EnergyTW 1,5s (5)	GE Wind Energy TW 1,5s	103,8
MM 82 (1)	REpower MM 82	104,5
MM 82 (2)	REpower MM 82	104,5
E-101 (1)	Enercon E-101	106,0
E-101 (2)	Enercon E-101	106,0
E-101 (3)	Enercon E-101	106,0
3.2M 114VG (1)	Senvion 3.2M 114VG	106,7

Bezeichnung	Anlagentyp	L_{WA} in dB(A) nachts
3.2M 114VG (2)	Senvion 3.2M 114VG	106,7
Enercon E-126 (1)	Enercon E-126	108,1
Enercon E-126 (2)	Enercon E-126	108,1
~~E-66/15.66 (1)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (2)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (3)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (4)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (5)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (6)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (7)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (8)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (9)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~E-66/15.66 (10)~~	~~Enercon E-66/15.66~~	~~101,8~~
~~Vestas V63~~	~~Vestas V63~~	~~103,9~~
~~V66 (1)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (2)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (3)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (4)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (5)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (6)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (7)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (8)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (9)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~
~~V66 (10)~~	~~Vestas V66~~	~~103,4~~

Durchgestrichen = Diese WEA sollen im Rahmen des Repowering-Vorhabens zurückgebaut werden

Für die vorhandenen WEA wurde im Rahmen der Berechnungen das in den aktuellen LAI-Hinweisen /2/ unter Ziffer 6 angegebene Referenzspektrum berücksichtigt.

Tabelle 4 Referenzspektrum als Grundlage für die Eingangsdaten der Prognose

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

Für alle Windenergieanlagen wird eine Einwirkzeit von 24 Stunden berücksichtigt.

Sonstige, relevante gewerbliche Vorbelastungen für die kritische Nachtzeit, die im Rahmen der Berechnungen berücksichtigt werden müssten, wurden nicht ausgemacht.

Schallleistungspegel der geplanten Windenergieanlagen
Gemäß den aktuellen LAI-Hinweisen /2/ sollen als Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen die für den geplanten WEA-Typ und Betriebsmodus spezifischen Schallleistungspegel verwendet werden. Dieser wird anhand einer Einfachvermessung, der Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen oder den Angaben des Herstellers ermittelt. Im Vergleich der derzeit gängigen Anlagentypen lässt sich anhand der vorliegenden Herstellerangaben im leistungsoptimierten Betrieb ein maximaler Schallleistungspegel von L_{WA} = 107,2 dB(A) ermitteln.

Da im Rahmen der Berechnungen kein konkreter Anlagentyp zu betrachten ist, wird für die 12 WEA im Rahmen der Berechnungen das in den aktuellen LAI-Hinweisen /2/ unter Ziffer 6 angegebene und in Tabelle 4 dargestellte Referenzspektrum berücksichtigt.

Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die geplanten WEA dem Stand der Technik entsprechen, und somit keine immissionsrelevanten Ton- und Impulshaltigkeiten von den geplanten Windenergieanlagen ausgehen.

Hinsichtlich eines zu berücksichtigenden Tonzuschlags soll gemäß /2/ wie folgt verfahren werden:

$0 < K_{TN} \leq 2$ Tonzuschlag K_T von 0 dB

Dabei ist:

K_{TN}: Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der FGW-Richtlinie gemessen,
K_T: Tonzuschlag, der bei Entfernungen über 300 m für die Immissionsprognose zu verwenden ist.

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

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

Die durch die Drehbewegung der Rotorblätter erzeugte windkraftanlagentypische Geräuschcharakteristik ist in immissionsrelevanter Entfernung in der Regel weder als ton- noch als impulshaltig einzustufen.

Die Infraschallerzeugung moderner WEA liegt selbst im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 m und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Damit sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.

Gemäß den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen /2/ wurde bei den Berechnungen der obere Vertrauensbereich des Beurteilungspegels berücksichtigt. Für die Standardabweichung wurde ein Wert von σ_p = 1,2 dB für die geplanten WEA berücksichtigt. Die Messunsicherheit wurde für die geplanten WEA mit einem Wert von σ_R = 0,5 dB berücksichtigt. Die Prognoseunsicherheit wurde mit σ_{prog} = 1 dB berücksichtigt. Die Berechnung der Gesamtunsicherheit σ_{ges} und dem daraus ermittelten oberen Vertrauensbereich der Beurteilungspegel erfolgte auf Basis der unter Ziffer 3 in den LAI-Hinweisen /2/ angegebenen Vorgaben.

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

Dabei ist

$\sigma_{n,ges}$ = Gesamtstandardabweichung der berechneten Schallimmission einer WEA
σ_P = Produktionsstandardabweichung
σ_R = Vergleichsstandardabweichung
σ_{Progn} = Standardabweichung der Prognoseberechnung

Unter der Annahme, dass die Prognosefehler normal verteilt sind, kann die obere Vertrauensbereichsgrenze wie folgt ermittelt werden:

$$L_o = Lm + \Delta Lo \leq IRW$$

dabei ist

L_o = obere Vertrauensbereichsgrenze
ΔL_o = $z^*\sigma_{gesamt}$
Lm = berechneter Immissionspegel
z = Standardnormalvariable, 1,28 für eine Einhaltungswahrscheinlichkeit von 90 % bei Normalverteilung nach Gauß
IRW = Immissionsrichtwert

Für die Berücksichtigung einer 90 %igen Einhaltungswahrscheinlichkeit wird somit für die exemplarisch betrachteten WEA jeweils ein Sicherheitszuschlag von ΔL_o = 2,1 dB berücksichtigt. Somit ergibt sich für die Berechnungen ein zu berücksichtigender Schallleistungspegel von 107,2 dB(A) + 2,1 dB = 109,3 dB(A).

Tagsüber befinden sich bei Betrieb aller exemplarisch betrachteten WEA im leistungsoptimierten Betrieb keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen. Im Folgenden wird daher nur die kritische Nachtzeit betrachtet.

Bei Betrieb aller exemplarisch betrachteten WEA im leistungsoptimierten Betrieb werden die Immissionsrichtwerte nachts an einigen maßgeblichen Immissionsorten durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung überschritten.

Nachfolgend werden den exemplarisch betrachteten WEA im Rahmen des Abregelungskonzeptes A1 folgende maximale Schallleistungspegel inkl. oberen Vertrauensbereich von 2,1 dB in der Nachtzeit zugrunde gelegt:

Abregelungskonzept A1:

WEA BWP 1: L_o = 103,5 dB(A)
WEA BWP 2: L_o = 107,0 dB(A)
WEA BWP 3: L_o = 105,5 dB(A)
WEA BWP 4: L_o = 105,5 dB(A)
WEA BWP 5: L_o = 105,5 dB(A)
WEA BWP 6: L_o = 99,5 dB(A)
WEA EK 1: L_o = 102,5 dB(A)
WEA EK 2: L_o = 102,5 dB(A)
WEA EK 3: L_o = 103,5 dB(A)
WEA EK 4: L_o = 103,5 dB(A)
WEA EK 5: L_o = 103,5 dB(A)
WEA EK 6: L_o = 103,5 dB(A)

Ergebnisse und Beurteilung

Wie oben bereits beschrieben, befinden sich bei Betrieb aller exemplarisch betrachteten WEA im leistungsoptimierten Betrieb keine Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Anlagen. Im Folgenden wird daher nur die kritische Nachtzeit betrachtet. Für die kritische Nachtzeit wurde darüber hinaus die gewerbliche Vorbelastung durch die vorhandenen Anlagen ermittelt.

In den folgenden Tabellen ist der Beurteilungspegel für die Vorbelastung, die Zusatzbelastung und die Gesamtbelastung nachts dargestellt:

Tabelle 5 oberer Vertrauensbereich (OV) der Beurteilungspegel für die gewerbliche Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung in der Nachtzeit (mit Abregelungskonzept A1), mathematisch gerundet

Immissionsort	Beurteilungspegel ungünstigste Nachtstunde in dB(A) leistungsoptimierter Betrieb			Immissionsrichtwerte Nachtzeit in dB(A)
	VB	ZB	GB	
IO 01	40	40	43	45

Immissionsort	Beurteilungspegel ungünstigste Nachtstunde in dB(A) leistungsoptimierter Betrieb			Immissionsrichtwerte Nachtzeit in dB(A)
	VB	ZB	GB	
IO 02	41	41	44	45
IO 03	42	42	45	45
IO 04	40	42	44	45
IO 05	39	43	44	45
IO 06	37	39	**41**	40
IO 07	37	40	42	45
IO 08	39	43	45	45
IO 09	39	43	45	45
IO 10	39	43	45	45
IO 11	44	41	**46**	45
IO 12.1	43	42	**46**	45
IO 12.2	44	42	**46**	45
IO 12.3	**46**	39	**47**	45
IO 12.4	**46**	31	**46**	45
IO 12.5	45	31	45	45
IO 12.6	45	38	**46**	45
IO 12.7	45	42	**46**	45
IO 12.8	44	42	**46**	45

Fettdruck: Überschreitung des Immissionsrichtwertes

Die Berechnungen zeigen, dass der Immissionsrichtwert nachts an allen Immissionsorten, bis auf am IO 06, IO 11 bis IO 12.4 und IO 12.6 bis IO 12.8 durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung unterschritten bzw. eingehalten wird. Am Immissionsort IO 12.3 wird der Immissionsrichtwert um mindestens 6 dB durch die Zusatzbelastung unterschritten. Die Geräuschimmissionen, verursacht durch die 12 geplanten WEA sind somit an diesem Immissionsort gemäß TA Lärm /1/ irrelevant.

An den Immissionsorten IO 06, IO 11 bis IO 12.2, IO 12.4 und IO 12.6 bis IO 12.8 wird der Immissionsrichtwert nachts durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung um maximal 1 dB überschritten. Gemäß Nr. 3.2.1, Abs. 3, TA Lärm /1/ soll die Genehmigung einer Anlage auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB(A) beträgt.

Damit ist die oben dargestellte Überschreitung des Immissionsrichtwertes von 1 dB(A) kein Hinderungsgrund für die Genehmigung der Anlagen.

Der folgenden Tabelle ist außerdem zu entnehmen, dass sich im Vergleich des Beurteilungspegels der geplanten WEA (mit Abregelungskonzept A1) gegenüber dem Beurteilungspegel der abzubauenden WEA bis auf am IO 12.4 bis IO 12.6 keine Erhöhung des Wertes ergab. Vielmehr kann festgestellt werden, dass durch das geplante Repowering gegenüber der abzubauenden WEA überwiegend an den Immissionsorten eine Verbesserung der Schallimmissionssituation um bis zu 2 dB stattfindet. Am IO 12.4 bis IO 12.6 ergibt sich zwar eine geringe Erhöhung des Beurteilungspegels der abzubauenden WEA, der Immissionsrichtwert wird jedoch durch den oberen Vertrauensbereich des Beurteilungspegels der Gesamtbelastung (mit Abregelungskonzept 1) eingehalten bzw. um maximal 1 dB überschritten.

Tabelle 6 Vergleich der Beurteilungspegel der abgebauten WEA und geplanten WEA (mit Abregelungskonzept A1) und Differenz der Beurteilungspegel

IO [1]	IRW Nacht in dB(A) [2]	Ist ZB WEA (die abgebaut werden) Nacht [3]	Soll ZB Nacht [4]	Delta Ist ZB WEA (die abgebaut werden) – ZB SOLL [5]
IO 1	45	42,1	40,2	-1,9
IO 2	45	43,3	41,0	-2,3
IO 3	45	44,0	42,2	-1,8
IO 4	45	43,3	41,9	-1,4
IO 5	45	44,4	42,8	-1,6
IO 6	40	41,8	39,3	-2,5
IO 7	45	42,7	39,7	-3,0
IO 8	45	45,6	43,1	-2,5
IO 9	45	44,9	43,4	-1,5
IO 10	45	44,3	43,1	-1,2
IO 11	45	41,1	40,7	-0,4
IO 12.1	45	42,6	42,3	-0,3
IO 12.2	45	42,6	41,9	-0,7
IO 12.3	45	40,2	39,3	-0,9
IO 12.4	45	29,5	30,9	1,4
IO 12.5	45	29,6	31,4	1,8
IO 12.6	45	37,2	37,7	0,5
IO 12.7	45	42,0	41,6	-0,4
IO 12.8	45	42,6	42,3	-0,3

[1] Immissionsort (IO)
[2] Immissionsrichtwert (IRW), Einstufung nach B-Plan und baulicher Nutzung
[3] Oberer Vertrauensbereich (OVB) des Beurteilungspegels nachts der gewerblichen Zusatzbelastung (ZB) der 21 abzubauenden WEA vor der Durchführung des geplanten Repowerings
[4] Oberer Vertrauensbereich (OVB) des Beurteilungspegels nachts der gewerblichen Zusatzbelastung der geplanten WEA
[5] Differenz OVB des Beurteilungspegels nachts für die abzubauenden WEA minus OVB des Beurteilungspegels nachts für die gewerbliche Zusatzbelastung der geplanten WEA

Schattenwurfvorabprognose

Im Rahmen der Schattenwurfvorabprognose wurde die astronomisch maximal mögliche jährliche und tägliche Beschattungsdauer für die geplanten Windenergieanlagen ermittelt und gemäß der WEA-Schattenwurf-Hinweise des LAI /5/ beurteilt.

Für die Berechnungen wurde für die geplanten 12 WEA exemplarisch ein Anlagentyp gewählt, der einen großen Rotordurchmesser (R_D = 163 m) aufweist und eine Gesamthöhe von maximal 210 m nicht überschreitet. Die Standortkoordinaten der vorhandenen und geplanten WEA wurden analog der Schallvorabprognose berücksichtigt. Darüber hinaus wurden für die nachfolgenden Berechnungen die gleichen Immissionsorte berücksichtigt wie auch im Rahmen der Schallvorabprognose. Die detaillierten Eingabedaten können der Anlage 5 dieses Berichtes entnommen werden.

Berechnungsmodell

Die Berechnungen der Schattenwurfimmissionen wurden mit dem Programm WindPRO, Modul SHADOW, in der Version 3.4.388 für das Referenzjahr 2021 durchgeführt. Zur Ermittlung der Schattenwurfimmissionen wird vom Berechnungsprogramm ein Modell verwendet, bei dem die Sonne als punktförmige Quelle und die von den Rotorblättern überstrichene Fläche als Kreisfläche definiert ist. Weitere maßgebliche Berechnungsparameter sind die Nabenhöhe und der Rotordurchmesser der WEA sowie die Koordinaten inkl. der geografischen Höhe der WEA und der Immissionspunkte, an denen Schattenrezeptoren angeordnet sind.

Der Tages- und Jahresverlauf der Sonne wird vom Programm unter Einbeziehung der Erdrotation, der Neigung der Erdachse, der elliptischen Laufbahn der Erde, der geographischen und zeitlichen Daten des Standortes und der geringfügig unterschiedlichen Dauer eines Tages simuliert. Der Gang des Schattens jedes WEA-Rotors wird in 1 Minuten-Schritten über ein Jahr berechnet. Sobald einer der Schattenrezeptoren innerhalb eines Rotorschattens liegt, wird die Zeitdauer dieses Ergebnisses gespeichert. Das Gebiet um eine WEA, in dem eine relevante Beschattung auftreten kann, wird als Beschattungsbereich der Windenergieanlage bezeichnet. Zur Ermittlung des Beschattungsbereiches wird das so genannte 20 %-Verdeckungskriterium herangezogen. Dabei ergibt sich der zu prüfende Bereich aus dem Abstand zur WEA, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch ein Rotorblatt verdeckt wird. Da die Blatttiefe nicht über dem gesamten Flügel konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, wird ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit folgender mittlerer Blatttiefe ermittelt:

Mittlere Blatttiefe = ½ * (max. Blatttiefe + min. Blatttiefe bei 90 % Radius)

Innerhalb der Berechnungen wird der astronomisch maximal mögliche Schattenwurf ermittelt. Vorausgesetzt wird ständiger Sonnenschein bei allzeit wolkenfreiem Himmel sowie ein permanenter Betrieb der WEA (100 % Verfügbarkeit). Die Rotorfläche steht zudem immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung, die tatsächlich auftretende Windrichtung bleibt somit unberücksichtigt.

Ergebnisse und Beurteilung

Unter Berücksichtigung der in Abschnitt oben dargestellten Emissionsansätze berechnen sich folgende Beschattungsdauern, verursacht durch die Vorbelastung (VB), Zusatzbelastung (ZB) und Gesamtbelastung (GB):

Tabelle 7 berechnete Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr (aufgerundet)

Immissions-ort	berechnete Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr			zulässige astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr
	VB	ZB	GB	
IO 1	5	**85**	**90**	30
IO 2	4	**130**	**134**	30
IO 3	**50**	**121**	**171**	30
IO 4	26	**132**	**152**	30
IO 5	22	**122**	**133**	30
IO 6	15	**85**	**87**	30
IO 7	24	**92**	**103**	30
IO 8	0	**61**	**61**	30
IO 9	0	4	4	30
IO 10	0	0	0	30
IO 11	**37**	**120**	**147**	30
IO 12	**81**	**206**	**273**	30

Fettdruck: Überschreitung der zulässigen Beschattungsdauer

Tabelle 8 berechnete Beschattungsdauer in Minuten pro Tag

Immissions-ort	berechnete Beschattungsdauer in Minuten pro Tag			zulässige astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Minuten pro Tag
	VB	ZB	GB	
IO 1	16	**86**	**102**	30
IO 2	15	**106**	**121**	30
IO 3	**45**	**79**	**124**	30
IO 4	30	**70**	**73**	30
IO 5	27	**76**	**76**	30

Immissions-ort	berechnete Beschattungsdauer in Minuten pro Tag			zulässige astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Minuten pro Tag
	VB	ZB	GB	
IO 6	20	**41**	**46**	30
IO 7	20	**44**	**50**	30
IO 8	0	**42**	**42**	30
IO 9	0	10	10	30
IO 10	0	0	0	30
IO 11	**34**	**73**	**95**	30
IO 12	**38**	**84**	**107**	30

Fettdruck: Überschreitung der zulässigen Beschattungsdauer

Die Berechnungen ergaben, dass die maximal zulässige Beschattungsdauer pro Jahr an den Immissionsorten IO 1 bis IO 8 und IO 11 bis IO 12 durch die Gesamtbelastung überschritten wird. An den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 wird die maximal zulässige Beschattungsdauer pro Jahr bereits durch die Vorbelastung überschritten. Aufgrund der Zusatzbelastung wird die maximal zulässige Beschattungsdauer pro Jahr an den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 weiter erhöht. An den Immissionsorten IO 1, IO 2 und IO 4 bis IO 8 resultiert die Überschreitung der maximal zulässige Beschattungsdauer pro Jahr aufgrund der Zusatzbelastung. An den übrigen Immissionsorten IO 9 und IO 10 wird die zulässige Beschattungsdauer pro Jahr unterschritten.

Weiterhin ergaben die Berechnungen, dass die maximal zulässige Beschattungsdauer von 30 Minuten pro Tag (0 bis 24 Uhr) an den Immissionsorten IO 1 bis IO 8 und IO 11 bis IO 12 durch die Gesamtbelastung überschritten wird. An den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 wird die maximal zulässige Beschattungsdauer pro Tag bereits durch die Vorbelastung überschritten. Aufgrund der Zusatzbelastung wird die maximal zulässige Beschattungsdauer pro Tag an den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 weiter erhöht. An den Immissionsorten IO 1, IO 2 und IO 4 bis IO 8 resultiert die Überschreitung der maximal zulässige Beschattungsdauer pro Tag aufgrund der Zusatzbelastung. An den übrigen Immissionsorten IO 9 und IO 10 wird die zulässige Beschattungsdauer pro Tag unterschritten.

Das Berechnungsverfahren der WEA-Schattenwurf-Hinweise /5/ legt generell die für den Schattenwurf günstige Mitwindsituation (Wind weht von der Sonne zum Immissionsort) zu Grunde. Es wird eine minimale relevante Sonnenhöhe von 3° angenommen. Niedrigere Sonnenstände gehen nicht in die Berechnung ein, da in diesem Fall selbst an klaren Tagen aufgrund der Trübung des Himmels kein relevanter Schattenwurf existiert. Ferner werden Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform /5/ nicht berücksichtigt. Konservativ wurde bei den Berechnungen auf die Berücksichtigung der Schirmwirkung der Gebäude, an denen die Immissionsorte angesetzt werden, verzichtet. Die Berechnungen beinhalten damit nach sachverständiger Erfahrung Sicherheiten.

Vorschläge zu Minderungsmaßnahmen zum Schattenwurf

Die zulässige Beschattungsdauer pro Jahr wird an den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 bereits durch die Vorbelastung überschritten. Durch die Zusatzbelastung ergeben sich an den Immissionsort IO 3, IO 11 und IO 12 zusätzliche Überschreitungen. Die geplanten WEA müssen daher so abgeschaltet werden, dass an den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 sowie an den benachbarten Wohnhäusern kein zusätzlicher Schattenwurf entsteht. An den Immissionsorten IO 1, IO 2 und IO 4 bis IO 8 wird die zulässige Beschattungsdauer pro Jahr durch die Gesamtbelastung überschritten. Hier müssen die geplanten WEA so abgeschaltet werden, dass an den Immissionsorten IO 1, IO 2 und IO 4 bis IO 8 sowie an den benachbarten Wohnhäusern die zulässige Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Jahr unter Berücksichtigung der Vorbelastung eingehalten wird.

Die zulässige Beschattungsdauer pro Tag wird an den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 bereits durch die Vorbelastung überschritten. Die geplanten WEA müssen daher so abgeschaltet werden, dass an den Immissionsorten IO 3, IO 11 und IO 12 sowie an den benachbarten Wohnhäusern an den betroffenen Tagen kein zusätzlicher Schattenwurf entsteht. An den Immissionsorten IO 1, IO 2 und IO 4 bis IO 8 wird die zulässige Beschattungsdauer pro Tag durch die Gesamtbelastung überschritten. Hier müssen die geplanten WEA so abgeschaltet werden, dass an den Immissionsorten IO 1, IO 2 und IO 4 bis IO 8 sowie an den benachbarten Wohnhäusern die zulässige Beschattungsdauer von 30 Minuten pro Tag unter Berücksichtigung der Vorbelastung eingehalten wird.

Da die durch die Vorbelastung und die Zusatzbelastung verursachte maximale Beschattungsdauer nicht an den gleichen Tagen auftritt, ergibt sich die maximale Beschattungsdauer pro Tag durch die Gesamtbelastung nicht durch Addition der Vor- und Zusatzbelastung.

Gemäß den WEA-Schattenwurf-Hinweisen /5/ tritt Schattenwurf erst bei Bestrahlungsstärken von mehr als 120 W/m² auf. Daher sollte die Abschaltvorrichtung mit einer Messung der tatsächlichen Bestrahlungsstärke gekoppelt werden. Sofern eine Abschaltautomatik eingesetzt wird, die meteorologische Parameter (z. B. die Intensität des Sonnenlichtes) berücksichtigt, muss die tatsächliche Beschattungsdauer an jedem Immissionsort auf maximal 8 Stunden pro Kalenderjahr begrenzt werden.

Hinweis

Bei der Festlegung der genauen Abschaltzeiten ist die räumliche Ausdehnung am jeweiligen Immissionsort (z. B. Fenster- oder Balkonfläche) zu berücksichtigen. Bei Innenräumen ist die Bezugshöhe die Mitte des Fensters, auf Außenflächen beträgt sie 2 m über Oberkante der schutzbedürftigen Fläche.

Fazit

Die exemplarischen Schall- und Schattenvorabprognosen zeigen, dass die Errichtung und der Betrieb von 12 neuen Windenergieanlagen in der untersuchten Vorrangfläche grundsätzlich möglich ist. Die Voraussetzung aus schalltechnischer Sicht ist hierfür ein entsprechendes Abregelungskonzept für die Nachtzeit. Diesbezüglich ist ein Anlagentyp zu wählen, der die im

Rahmen des ermittelten Abregelungskonzeptes ermittelten Schallleistungspegel mittels geeigneter Betriebsmodi gewährleisten kann.

Auch in Bezug auf den zu erwartenden Schattenwurf der geplanten WEA ist die Errichtung und der Betrieb neuer WEA in der untersuchten Vorrangfläche aus sachverständiger Sicht möglich. Voraussetzung hierfür ist, dass die zulässigen Beschattungsdauern gemäß LAI-Hinweise /5/ nicht überschritten werden. Andernfalls wären die geplanten WEA mit einer Abschaltautomatik zum Schattenwurf auszustatten. Sofern eine Abschaltautomatik eingesetzt wird, die meteorologische Parameter (z. B. die Intensität des Sonnenlichtes) berücksichtigt, muss die tatsächliche Beschattungsdauer an jedem Immissionsort auf maximal 8 Stunden pro Kalenderjahr begrenzt werden.

Der Vollständigkeit halber weisen wir darauf hin, dass es sich bei diesem Dokument um eine Stellungnahme zur generellen Machbarkeit des Vorhabens handelt, die nicht die Tiefe und Nachvollziehbarkeit eines ausführlichen Gutachtens aufweist.

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Auskünften gedient zu haben. Wenn Sie zu unseren Ausführungen noch Fragen haben, sprechen Sie uns gerne an.

Mit freundlichen Grüßen

T&H Ingenieure GmbH
Messstelle nach § 29b BImSchG zur Ermittlung von Geräuschemissionen und- immission
Bekanntgegeben für das gesamte Bundesgebiet

B. Eng. Björn Klefeker

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hünerberg

Anlagen (17 Seiten)

Anlage 1: Lagepläne
Anlage 2: Eingabedaten
Anlage 3: Berechnungsergebnisse zum Schall
Anlage 4: Immissionsraster
Anlage 5: Hauptergebnisse und Schattenkarten Gesamtbelastung

Angewandte Vorschriften, Normen, Richtlinien

/1/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm -, 8/98, veröffentlicht im Gemeinsamen Ministerialblatt Nr. 26 vom 28.8.98, Seite 503 ff, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (Banz AT 08.06.2017 B5) in Kraft getreten am 9. Juni 2017,

/2/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI): Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Stand 30.06.2016,

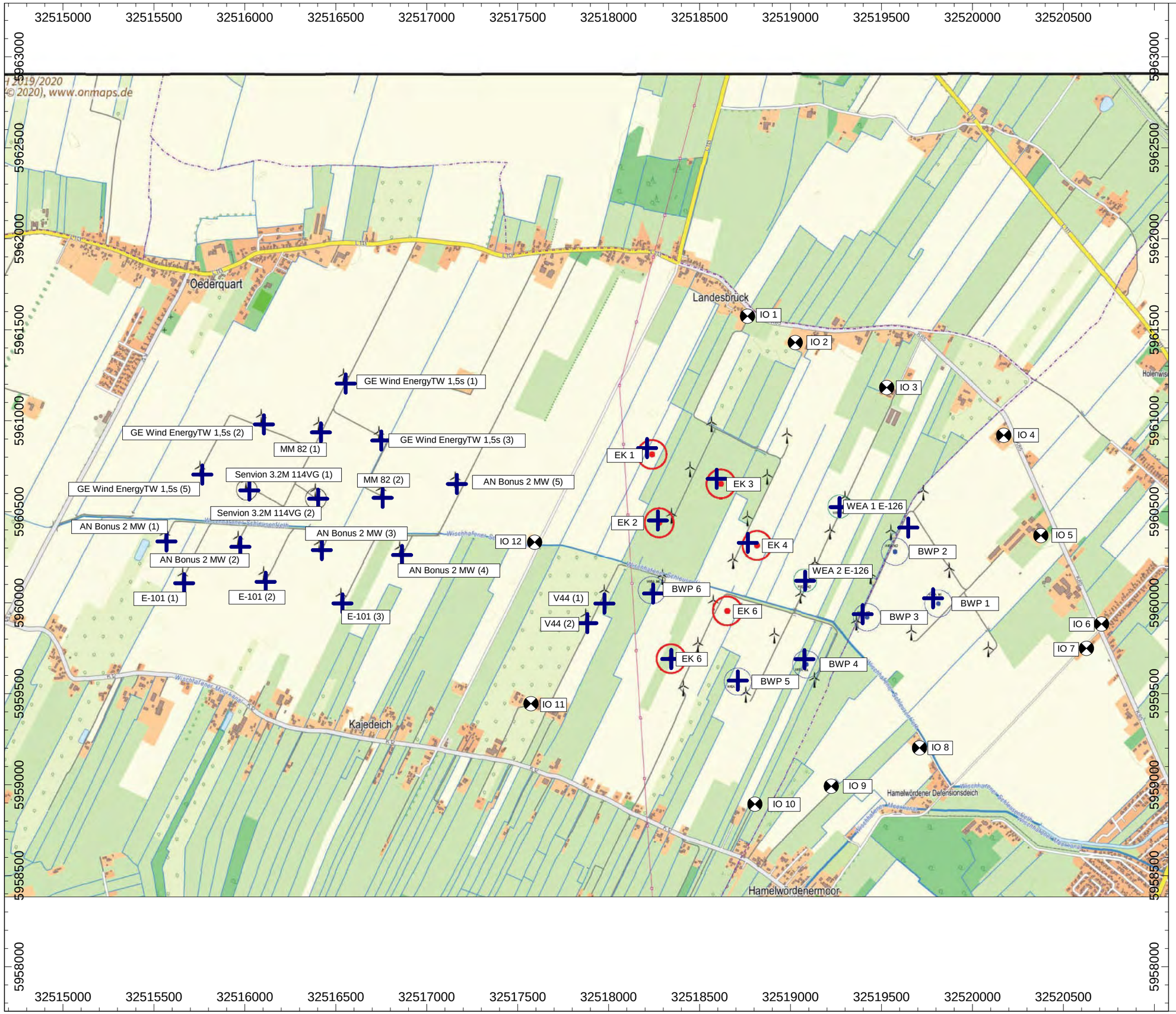
/3/ Dokumentation zur Schallausbreitung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1,

/4/ DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, 10/99,

/5/ Länderausschuss für Immissionsschutz: Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), 23.01.2020.

Anlage 1

Lagepäne



T&H INGENIEURE
Büro für Umweltschutz und technische Akustik

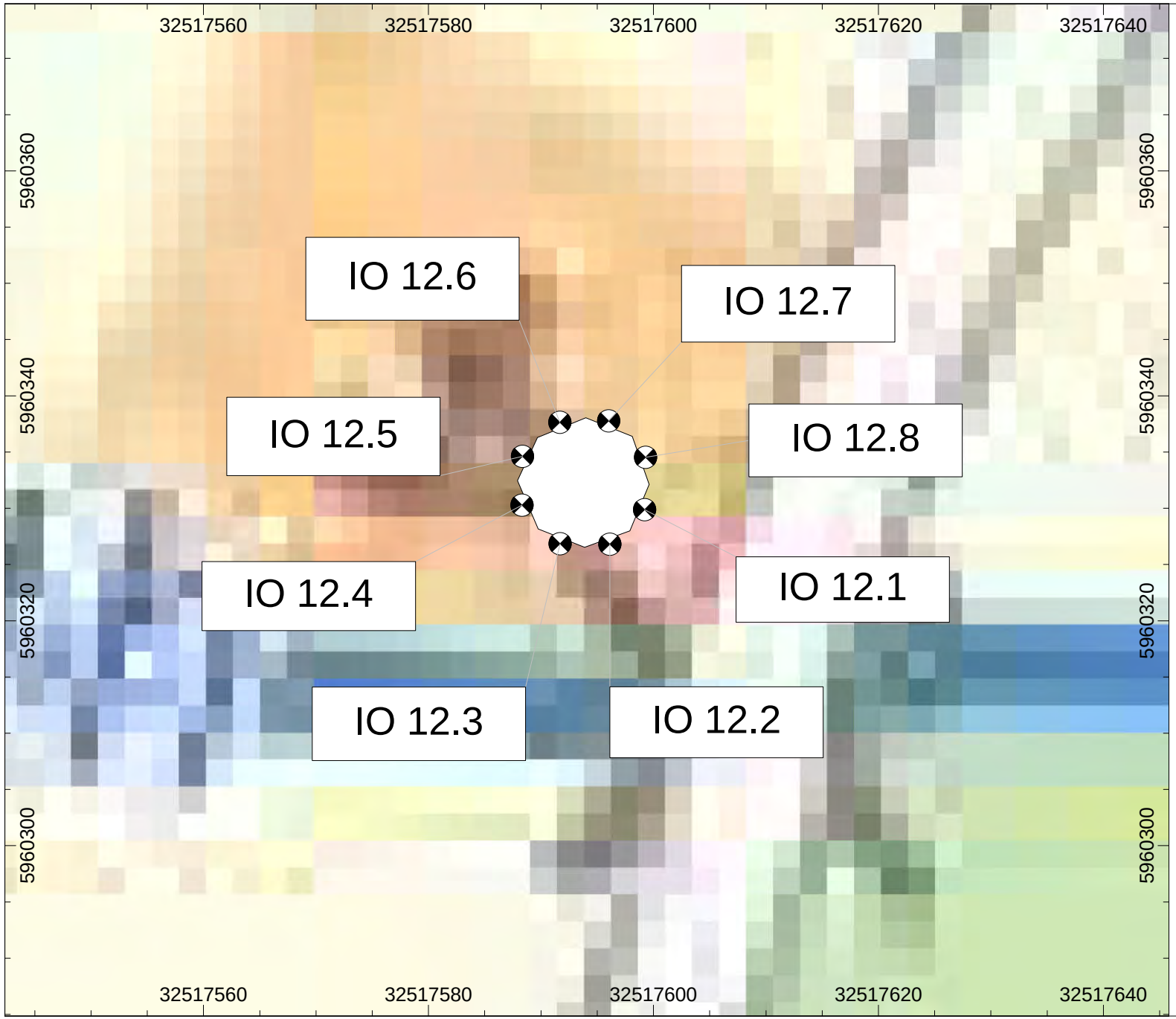
Punktquelle
Haus
Immissionspunkt
Rechengebiet

Anlage 1.1:

Lageplan mit Immissionsorte und Schallquellen

N

Maßstab: 1:20000



T&H INGENIEURE
Büro für Umweltschutz und technische Akustik

Punktquelle
Haus
Immissionspunkt
Rechengebiet

Anlage 1.2:

Lageplan Detail IO 12

N

Maßstab: 1:500

Anlage 2

Eingabedaten

Anlage 2 - Eingabedaten

Schallquellen

Punktquellen

Bezeichnung	M.	ID	Schallleistung Lw			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe		Koordinaten		
			Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche		Tag	Ruhe	Nacht						X	Y	Z
			(dBA)	(dBA)	(dBA)			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		(m²)		(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)		(m)		(m)	(m)	(m)
WEA 1 E-126		vb	108,1	108,1	108,1	Lw	refwea	108,1	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	135,00	r	32519270,00	5960525,00	135,00
WEA 2 E-126		vb	108,1	108,1	108,1	Lw	refwea	108,1	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	135,00	r	32519080,00	5960121,00	135,00
TACKE TW 600		vb	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	62,00	r	32521917,00	5960204,00	62,00
V44 (1)		vb	103,5	103,5	103,5	Lw	refwea	103,5	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	55,00	r	32517977,00	5959995,00	55,00
V44 (2)		vb	103,5	103,5	103,5	Lw	refwea	103,5	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	55,00	r	32517883,00	5959888,00	55,00
AN Bonus 2 MW (1)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	60,00	r	32515569,00	5960337,00	60,00
AN Bonus 2 MW (2)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	60,00	r	32515975,00	5960307,00	60,00
AN Bonus 2 MW (3)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	60,00	r	32516423,00	5960289,00	60,00
AN Bonus 2 MW (4)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	60,00	r	32516864,00	5960262,00	60,00
AN Bonus 2 MW (5)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	60,00	r	32517166,00	5960652,00	60,00
GE Wind EnergyTW 1,5s (1)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	64,70	r	32516554,00	5961204,00	64,70
GE Wind EnergyTW 1,5s (2)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	64,70	r	32516105,00	5960980,00	64,70
GE Wind EnergyTW 1,5s (3)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	64,70	r	32516750,00	5960891,00	64,70
GE Wind EnergyTW 1,5s (5)		vb	103,8	103,8	103,8	Lw	refwea	103,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	64,70	r	32515766,00	5960704,00	64,70
MM 82 (1)		vb	104,5	104,5	104,5	Lw	refwea	104,5	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	59,00	r	32516418,00	5960936,00	59,00
MM 82 (2)		vb	104,5	104,5	104,5	Lw	refwea	104,5	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	59,00	r	32516758,00	5960576,00	59,00
E-101 (1)		vb	106,0	106,0	106,0	Lw	refwea	106,0	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	99,00	r	32515666,00	5960107,00	99,00
E-101 (2)		vb	106,0	106,0	106,0	Lw	refwea	106,0	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	99,00	r	32516114,00	5960115,00	99,00
E-101 (3)		vb	106,0	106,0	106,0	Lw	refwea	106,0	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	99,00	r	32516537,00	5959996,00	99,00
Senvion 3.2M 114VG (1)		vb	106,7	106,7	106,7	Lw	refwea	106,7	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	123,00	r	32516024,00	5960617,00	123,00
Senvion 3.2M 114VG (2)		vb	106,7	106,7	106,7	Lw	refwea	106,7	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	123,00	r	32516403,00	5960571,00	123,00
E-66/15.66 (1)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518569,00	5960935,00	67,00
E-66/15.66 (2)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518452,00	5960688,00	67,00
E-66/15.66 (3)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518351,00	5960433,00	67,00
E-66/15.66 (4)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518983,00	5960870,00	67,00
E-66/15.66 (5)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518875,00	5960646,00	67,00
E-66/15.66 (6)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518766,00	5960420,00	67,00
E-66/15.66 (7)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518689,00	5960186,00	67,00
E-66/15.66 (8)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518577,00	5959958,00	67,00
E-66/15.66 (9)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518494,00	5959723,00	67,00
E-66/15.66 (10)	~	rep	101,8	101,8	101,8	Lw	refwea	101,8	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518411,00	5959488,00	67,00
V63	~	rep	103,9	103,9	103,9	Lw	refwea	103,9	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	60,00	r	32518297,00	5960137,00	60,00
V66 (1)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518926,00	5959774,00	67,00
V66 (2)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32518784,00	5959440,00	67,00
V66 (3)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519707,00	5960580,00	67,00
V66 (4)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519588,00	5960335,00	67,00
V66 (5)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519463,00	5960088,00	67,00
V66 (6)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519351,00	5959835,00	67,00
V66 (7)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519176,00	5959574,00	67,00
V66 (8)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519870,00	5960122,00	67,00
V66 (9)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32519662,00	5959766,00	67,00
V66 (10)	~	rep	103,4	103,4	103,4	Lw	refwea	103,4	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	67,00	r	32520049,00	5959696,00	67,00
BWP 1		zbbwp	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32519784,00	5960024,00	121,00
BWP 2		zbbwp	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32519647,00	5960413,00	121,00
BWP 3		zbbwp	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32519397,00	5959937,00	121,00

Bezeichnung	M.	ID	Schallleistung Lw			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe		Koordinaten		
			Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche		Tag	Ruhe	Nacht						X	Y	Z
			(dBA)	(dBA)	(dBA)			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		(m²)		(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)		(m)		(m)	(m)	(m)
BWP 4		zbbwp	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32519077,00	5959690,00	121,00
BWP 5		zbbwp	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518710,00	5959572,00	121,00
BWP 6		zbbwp	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518244,00	5960050,00	121,00
EK 1		zbek	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518211,00	5960850,00	121,00
EK 2		zbek	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518271,00	5960452,00	121,00
EK 3		zbek	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518594,00	5960681,00	121,00
EK 4		zbek	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518765,00	5960329,00	121,00
EK 5		zbek	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518639,00	5959957,00	121,00
EK 6		zbek	109,3	109,3	109,3	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	0,0							0,0		(keine)	121,00	r	32518344,00	5959691,00	121,00
BWP 1	~	zbbwpred	109,3	109,3	103,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-5,8							0,0		(keine)	121,00	r	32519784,00	5960024,00	121,00
BWP 2	~	zbbwpred	109,3	109,3	107,0	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-2,3							0,0		(keine)	121,00	r	32519647,00	5960413,00	121,00
BWP 3	~	zbbwpred	109,3	109,3	105,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-3,8							0,0		(keine)	121,00	r	32519397,00	5959937,00	121,00
BWP 4	~	zbbwpred	109,3	109,3	105,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-3,8							0,0		(keine)	121,00	r	32519077,00	5959690,00	121,00
BWP 5	~	zbbwpred	109,3	109,3	105,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-3,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518710,00	5959572,00	121,00
BWP 6	~	zbbwpred	109,3	109,3	99,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-9,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518244,00	5960050,00	121,00
EK 1	~	zbekred	109,3	109,3	102,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-6,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518211,00	5960850,00	121,00
EK 2	~	zbekred	109,3	109,3	102,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-6,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518271,00	5960452,00	121,00
EK 3	~	zbekred	109,3	109,3	103,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-5,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518594,00	5960681,00	121,00
EK 4	~	zbekred	109,3	109,3	103,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-5,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518765,00	5960329,00	121,00
EK 5	~	zbekred	109,3	109,3	103,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-5,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518639,00	5959957,00	121,00
EK 6	~	zbekred	109,3	109,3	103,5	Lw	refwea	109,3	0,0	0,0	-5,8							0,0		(keine)	121,00	r	32518344,00	5959691,00	121,00

Immissionsorte

Immissionspunkte

Bezeichnung	M.	ID	Richtwert		Nutzungsart			Höhe		Koordinaten		
			Tag	Nacht	Gebiet	Auto	Lärmart			X	Y	Z
			(dBA)	(dBA)				(m)		(m)	(m)	(m)
IO 1		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32518763,00	5961574,00	5,00
IO 2		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32519026,00	5961430,00	5,00
IO 3		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32519529,00	5961182,00	5,00
IO 4		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32520172,00	5960920,00	5,00
IO 5		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32520376,00	5960369,00	5,00
IO 6		io	55,0	40,0	WA		Industrie	5,00	r	32520710,00	5959883,00	5,00
IO 7		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32520627,00	5959749,00	5,00
IO 8		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32519709,00	5959202,00	5,00
IO 9		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32519224,00	5958991,00	5,00
IO 10		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32518804,00	5958893,00	5,00
IO 11		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517573,00	5959445,00	5,00
IO 12.1		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517599,21	5960329,87	5,00
IO 12.2		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517596,12	5960326,81	5,00
IO 12.3		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517591,70	5960326,85	5,00
IO 12.4		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517588,31	5960330,28	5,00
IO 12.5		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517588,36	5960334,62	5,00
IO 12.6		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517591,69	5960337,65	5,00
IO 12.7		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517596,01	5960337,78	5,00
IO 12.8		io	60,0	45,0	MI		Industrie	5,00	r	32517599,29	5960334,53	5,00

Spektren

Schallleistung

Bezeichnung	ID	Typ	Terzspektrum (dB)									Quelle
			Bew.	63	125	250	500	1000	2000	4000	A	lin	
Referenzspektrum	refwea	Lw	A	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-0,0	9,4	LAI

Anlage 3

Berechnungsergebnisse zum Schall

Anlage 3 - Berechnungsergebnisse Schall

Berechnungspunkt		Nutz	Immissionsgrenzwert		Lr VB		Lr ZB		Lr ZBred		Lr GB		Lr GBred		Rückbau	
Bezeichnung	ID		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO 1	io	MI	60	45	39,7	39,7	45,8	45,8	45,8	40,2	46,8	46,8	46,8	43,0	42,1	42,1
IO 2	io	MI	60	45	40,7	40,7	46,3	46,3	46,3	41,0	47,4	47,4	47,4	43,9	43,3	43,3
IO 3	io	MI	60	45	42,4	42,4	46,6	46,6	46,6	42,2	48,0	48,0	48,0	45,3	44,0	44,0
IO 4	io	MI	60	45	39,6	39,6	45,8	45,8	45,8	41,9	46,8	46,8	46,8	43,9	43,3	43,3
IO 5	io	MI	60	45	39,0	39,0	46,9	46,9	46,9	42,8	47,6	47,6	47,6	44,3	44,4	44,4
IO 6	io	WA	55	40	38,5	36,5	45,7	43,8	45,7	39,3	46,5	44,5	46,5	41,2	43,8	41,8
IO 7	io	MI	60	45	36,7	36,7	44,2	44,2	44,2	39,7	44,9	44,9	44,9	41,5	42,7	42,7
IO 8	io	MI	60	45	39,1	39,1	47,6	47,6	47,6	43,1	48,2	48,2	48,2	44,6	45,6	45,6
IO 9	io	MI	60	45	39,1	39,1	47,9	47,9	47,9	43,4	48,4	48,4	48,4	44,8	44,9	44,9
IO 10	io	MI	60	45	39,0	39,0	47,8	47,8	47,8	43,1	48,3	48,3	48,3	44,5	44,3	44,3
IO 11	io	MI	60	45	44,3	44,3	46,5	46,5	46,5	40,7	48,6	48,6	48,6	45,8	41,1	41,1
IO 12.1	io	MI	60	45	43,4	43,4	48,8	48,8	48,8	42,3	49,9	49,9	49,9	45,9	42,6	42,6
IO 12.2	io	MI	60	45	44,4	44,4	48,3	48,3	48,3	41,9	49,8	49,8	49,8	46,3	42,6	42,6
IO 12.3	io	MI	60	45	46,2	46,2	45,9	45,9	45,9	39,3	49,0	49,0	49,0	47,0	40,2	40,2
IO 12.4	io	MI	60	45	46,1	46,1	37,6	37,6	37,6	30,9	46,7	46,7	46,7	46,2	29,5	29,5
IO 12.5	io	MI	60	45	45,1	45,1	38,0	38,0	38,0	31,4	45,8	45,8	45,8	45,2	29,6	29,6
IO 12.6	io	MI	60	45	45,0	45,0	44,2	44,2	44,2	37,7	47,7	47,7	47,7	45,8	37,2	37,2
IO 12.7	io	MI	60	45	44,5	44,5	48,3	48,3	48,3	41,6	49,8	49,8	49,8	46,3	42,0	42,0
IO 12.8	io	MI	60	45	43,6	43,6	48,8	48,8	48,8	42,3	49,9	49,9	49,9	46,0	42,6	42,6

Quelle			Teilpegel V08 teilpegel																																	
Bezeichnung	M.	ID	IO 1		IO 2		IO 3		IO 4		IO 5		IO 6		IO 7		IO 8		IO 9		IO 10		IO 11		IO 12.1		IO 12.2		IO 12.3		IO 12.4		IO 12.5		IO 12.6		IO 12.7		IO 12.8	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
WEA 1 E-126		vb	35,4	35,4	37,8	37,8	40,7	40,7	37,2	37,2	35,9	35,9	34,0	32,0	32,1	32,1	33,4	33,4	32,4	32,4	31,2	31,2	29,2	29,2	31,3	31,3	31,3	31,3	18,6	18,6	17,6	17,6	17,7	17,7	19,9	19,9	31,3	31,3	31,3	31,3
WEA 2 E-126		vb	32,7	32,7	34,1	34,1	35,5	35,5	33,8	33,8	34,1	34,1	33,5	31,5	31,9	31,9	35,9	35,9	35,7	35,7	34,6	34,6	31,5	31,5	32,7	32,7	32,6	32,6	21,4	21,4	18,7	18,7	18,6	18,6	19,4	19,4	32,6	32,6	32,6	32,6
TACKE TW 600		vb	16,2	16,2	17,4	17,4	19,9	19,9	23,7	23,7	26,0	26,0	30,3	28,4	27,4	27,4	20,6	20,6	18,2	18,2	16,4	16,4	12,8	12,8	13,1	13,1	13,1	13,1	5,1	5,1	3,5	3,5	3,5	3,5	4,7	4,7	13,1	13,1	13,1	13,1
V44 (1)		vb	26,2	26,2	26,1	26,1	25,0	25,0	22,6	22,6	22,3	22,3	22,8	20,8	21,2	21,2	25,3	25,3	27,3	27,3	29,0	29,0	36,6	36,6	39,6	39,6	39,6	39,6	39,5	39,5	32,7	32,7	26,3	26,3	26,8	26,8	34,1	34,1	39,6	39,6
V44 (2)		vb	25,3	25,3	25,2	25,2	24,1	24,1	21,9	21,9	21,8	21,8	22,4	20,4	20,8	20,8	25,0	25,0	27,2	27,2	29,2	29,2	38,9	38,9	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,1	39,1	27,3	27,3	25,6	25,6	30,7	30,7	39,1	39,1
AN Bonus 2 MW (1)		vb	18,2	18,2	17,5	17,5	16,0	16,0	14,1	14,1	13,6	13,6					15,2	15,2	16,5	16,5	17,8	17,8	23,9	23,9	11,6	11,6	13,1	13,1	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	13,0	13,0	11,6	11,6
AN Bonus 2 MW (2)		vb	19,7	19,7	18,9	18,9	17,4	17,4	15,4	15,4	14,8	14,8	15,7	13,8	14,0	14,0	16,5	16,5	17,9	17,9	19,3	19,3	26,1	26,1	13,4	13,4	15,1	15,1	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	14,7	14,7	13,4	13,4
AN Bonus 2 MW (3)		vb	21,4	21,4	20,7	20,7	19,0	19,0	16,9	16,9	16,3	16,3	17,1	15,2	15,4	15,4	18,1	18,1	19,6	19,6	21,0	21,0	28,9	28,9	16,2	16,2	17,9	17,9	31,1	31,1	31,2	31,2	31,2	31,2	31,1	31,1	17,3	17,3	16,2	16,2
AN Bonus 2 MW (4)		vb	23,3	23,3	22,5	22,5	20,8	20,8	18,4	18,4	17,9	17,9	18,6	16,6	16,9	16,9	19,8	19,8	21,4	21,4	22,9	22,9	32,0	32,0	24,2	24,2	31,8	31,8	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,1	36,1	30,1	30,1	23,2	23,2
AN Bonus 2 MW (5)		vb	26,0	26,0	24,9	24,9	22,7	22,7	19,9	19,9	19,0	19,0	19,4	17,5	17,7	17,7	20,3	20,3	21,6	21,6	22,8	22,8	30,2	30,2	25,9	25,9	27,3	27,3	34,8	34,8	39,4	39,4	39,5	39,5	39,4	39,4	39,4	39,4	31,6	31,6
GE Wind EnergyTW 1,5s (1)		vb	23,6	23,6	22,4	22,4	20,1	20,1	17,5	17,5	16,5	16,5	16,9	15,0	15,1	15,1	17,1	17,1	18,1	18,1	19,0	19,0	24,8	24,8	14,9	14,9	15,0	15,0	16,6	16,6	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	15,7	15,7
GE Wind EnergyTW 1,5s (2)		vb	21,2	21,2	20,2	20,2	18,2	18,2	15,9	15,9	15,1	15,1	15,8	13,9	14,0	14,0	16,1	16,1	17,2	17,2	18,3	18,3	24,3	24,3	13,4	13,4	13,7	13,7	27,4	27,4	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,4	27,4	13,7	13,7
GE Wind EnergyTW 1,5s (3)		vb	24,3	24,3	23,1	23,1	20,9	20,9	18,3	18,3	17,3	17,3	17,8	15,9	16,0	16,0	18,3	18,3	19,5	19,5	20,6	20,6	27,2	27,2	17,4	17,4	17,6	17,6	32,7	32,7	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,7	32,7	17,9	17,9
GE Wind EnergyTW 1,5s (5)		vb	19,5	19,5	18,6	18,6	16,9	16,9	14,8	14,8	14,2	14,2			13,2	13,2	15,4	15,4	16,7	16,7	17,8	17,8	23,8	23,8	12,2	12,2	13,0	13,0	25,8	25,8	25,9	25,9	25,9	25,9	25,8	25,8	25,8	25,8	12,3	12,3
MM 82 (1)		vb	23,3	23,3	22,2	22,2	20,2	20,2	17,7	17,7	16,9	16,9	17,4	15,5	15,7	15,7	17,8	17,8	19,0	19,0	20,1	20,1	26,4	26,4	15,8	15,8	16,1	16,1	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	16,2	16,2
MM 82 (2)		vb	24,3	24,3	23,4	23,4	21,4	21,4	18,9	18,9	18,2	18,2	18,8	16,8	17,0	17,0	19,6	19,6	21,0	21,0	22,2	22,2	29,9	29,9	22,0	22,0	27,2	27,2	35,0	35,0	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,0	35,0	24,1	24,1
E-101 (1)		vb	20,4	20,4	19,7	19,7	18,3	18,3	16,5	16,5	16,1	16,1			15,4	15,4	17,9	17,9	19,3	19,3	20,7	20,7	27,1	27,1	14,3	14,3	17,0	17,0	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6	27,5	27,5	15,1	15,1	14,2	14,2
E-101 (2)		vb	22,1	22,1	21,3	21,3	19,9	19,9	17,9	17,9	17,5	17,5	18,4	16,4	16,7	16,7	19,4	19,4	20,9	20,9	22,4	22,4	29,8	29,8	16,5	16,5	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	17,2	17,2	16,4	16,4
E-101 (3)		vb	23,4	23,4	22,7	22,7	21,3	21,3	19,2	19,2	18,9	18,9	19,7	17,8	18,0	18,0	21,0	21,0	22,7	22,7	24,4	24,4	33,3	33,3	19,2	19,2	33,9	33,9	33,9	33,9	34,0	34,0	33,9	33,9	33,9	33,9	19,5	19,5	19,0	19,0
Senvion 3.2M 114VG (1)		vb	23,3	23,3	22,4	22,4	20,7	20,7	18,5	18,5	17,9	17,9	18,7	16,7	16,9	16,9	19,2	19,2	20,5	20,5	21,7	21,7	28,2	28,2	16,6	16,6	17,5	17,5	30,5	30,5	30,6	30,6	30,6	30,6	30,5	30,5	30,5	30,5	16,7	16,7
Senvion 3.2M 114VG (2)		vb	24,8	24,8	23,9	23,9	22,1	22,1	19,8	19,8	19,1	19,1	19,8	17,9	18,1	18,1	20,6	20,6	21,9	21,9	23,2	23,2	30,3	30,3	19,0	19,0	19,8	19,8	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	19,1	19,1
E-66/15.66 (1)		rep	35,1	35,1	35,0	35,0	30,9	30,9	25,6	25,6	23,6	23,6	22,8	20,8	20,9	20,9	22,6	22,6	22,7	22,7	22,7	22,7	24,3	24,3	29,4	29,4	29,3	29,3	14,5	14,5	14,3	14,3	15,0	15,0	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
E-66/15.66 (2)		rep	31,5	31,5	31,5	31,5	29,0	29,0	24,7	24,7	23,3	23,3	22,7	20,8	20,9	20,9	23,3	23,3	23,8	23,8	24,0	24,0	26,2	26,2	31,7	31,7	31,6	31,6	22,1	22,1	18,5	18,5	22,3	22,3	31,6	31,6	31,7	31,7	31,7	31,7
E-66/15.66 (3)		rep	28,7	28,7	28,8	28,8	27,2	27,2	23,7	23,7	22,8	22,8	22,6	20,7	20,9	20,9	24,0	24,0	25,0	25,0	25,6	25,6	28,3	28,3	33,8	33,8	33,7	33,7	27,1	27,1	20,7	20,7	22,1	22,1	29,4	29,4	33,7	33,7	33,8	33,8
E-66/15.66 (4)		rep	34,1	34,1	36,8	36,8	35,7	35,7	28,9	28,9	26,5	26,5	25,0	23,1	23,0	23,0	24,1	24,1	23,6	23,6	23,1	23,1	23,0	23,0	26,5	26,5	26,4	26,4	12,5	12,5	12,1	12,1	12,5	12,5	26,4	26,4	26,5	26,5	26,5	26,5
E-66/15.66 (5)		rep	31,6	31,6	33,2	33,2	32,6	32,6	27,7	27,7	26,1	26,1	25,0	23,1	23,2	23,2	25,1	25,1	25,0	25,0	24,5	24,5	24,4	24,4	27,8	27,8	27,8	27,8	13,7	13,7	13,1	13,1	13,4	13,4	27,8	27,8	27,8	27,8	27,9	27,9
E-66/15.66 (6)		rep	29,3	29,3	30,4	30,4	30,0	30,0	26,4	26,4	25,5	25,5	24,8	22,9	23,1	23,1	26,0	26,0	26,3	26,3	26,1	26,1	26,0	26,0	29,1	29,1	29,1	29,1	15,2	15,2	14,2	14,2	14,2	14,2	15,9	15,9	29,1	29,1	29,1	29,1
E-66/15.66 (7)		rep	27,2	27,2	28,1	28,1	27,9	27,9	25,2	25,2	24,9	24,9	24,7	22,7	23,1	23,1	27,0	27,0	27,9	27,9	28,0	28,0	27,6	27,6	29,8	29,8	29,8	29,8	17,1	17,1	14,8	14,8	14,7	14,7	15,5	15,5	29,8	29,8	29,8	29,8
E-66/15.66 (8)		rep	25,4	25,4	26,1	26,1	26,0	26,0	23,8	23,8	23,9	23,9	24,1	22,2	22,6	22,6	27,4	27,4	29,2	29,2	29,9	29,9	29,5	29,5	30,4	30,4	30,3	30,3	30,3	30,3	15,4	15,4	15,1	15,1	15,5	15,5	30,3	30,3	30,3	30,3
E-66/15.66 (9)		rep	23,8	23,8	24,3	24,3	24,3	24,3	22,6	22,6	23,1	23,1	23,6	21,7	22,2	22,2	27,8	27,8	30,5	30,5	32,1	32,1	31,3	31,3	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	15,5	15,5	14,8	14,8	15,0	15,0	17,7	17,7	30,0	30,0
E-66/15.66 (10)		rep	22,3	22,3	22,8	22,8	22,8	22,8	21,5	21,5	22,1	22,1	23,1	21,1	21,7	21,7	27,7	27,7	31,4	31,4	34,4	34,4	32,7	32,7	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	15,6	15,6	14,2	14,2	14,2	14,2	15,3	15,3	29,1	29,1
V63		rep	28,4	28,4	28,6	28,6	27,6	27,6	24,9	24,9	24,6	24,6	24,7	22,7	23,1	23,1	27,1	27,1	28,7	28,7	29,7	29,7	32,9	32,9	36,4	36,4	36,3	36,3	36,3	36,3	25,0	25,0	23,1	23,1	27,9	27,9	36,3	36,3	36,3	36,3
V66 (1)		rep	25,8	25,8	26,8	26,8	27,7	27,7	26,6	26,6	27,4	27,4	27,8	25,9	26,5	26,5	32,8	32,8	34,3	34,3	33,7	33,7	28,8	28,8	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	14,3	14,3	13,9	13,9	14,3	14,3	28,4	28,4	28,4	28,4
V66 (2)		rep	23,8	23,8	24,6	24,6	25,2	25,2	24,4	24,4	25,6	25,6	26,7	24,7	25,4	25,4	32,9	32,9	37,3	37,3	38,7	38,7	30,4	30,4	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	14,5	14,5	13,7	13,7	13,8	13,8	16,0	16,0	28,1	28,1
V66 (3)		rep	29,0	29,0	31,5	31,5	37,3	37,3	38,2	38,2	36,2	36,2	32,2	30,3	30,1	30,1	28,9	28,9	26,8	26,8	25,1	25,1	22,3	22,3	23,9	23,9	23,9	23,9	11,7	11,7	10,8	10,8	10,9	10,9	13,1	13,1	23,9	23,9	23,9	23,9
V66 (4)		rep	28,0	28,0	30,2	30,2	34,2	34,2	34,5	34,5	35,0	35,0	32,3	30,4	30,5	30,5	31,0	31,0	28,8	28,8	26,9	26,9	23,4	23,4	24,7	24,7	24,6	24,6	12,7	12,7	11,3	11,3	11,3	11,3	12,7	12,7	24,6	24,6	24,7	24,7
V66 (5)		rep	26,9	26,9	28,6	28,6	31,4	31,4	31,5	31,5	32,9	32,9	31,8	29,9	30,3	30,3	33,3	33,3	31,2	31,2	29,0	29,0	24,6	24,6	25,3	25,3	25,3	25,3	14,3	14,3	11,9	11,9	11,8	11,8	12,6	12,6	25,3	25,3	25,3	25,3
V66 (6)		rep	25,6	25,6	27,0	27,0	29,1	29,1	29,1	29,1	30,9	30,9	31,0	29,1	29,7	29,7	35,8	35,8	34,1	34,1	31,5	31,5	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	12,2	12,2	12,0	12,0	12,5	12,5	25,7	25,7	25,7	25,7
V66 (7)		rep	24,3	24,3	25,4	25,4	26,9	26,9	26,7	26,7	28,4	28,4	29,4	27,5	28,2	28,2	37,0	37,0	38,0	38,0	35,1	35,1	27,1	27,1	26,2	26,2	26,2	26,2	26,1	26,1	12,8	12,8	12,3	12,3	12,6	12,6	26,1	26,1	26,2	26,2
V66 (8)		rep	25,7	25,7	27,5	27,5	31,3	31,3	34,1	34,1	38,4	38,4	35,8	33,9	34,2	34,2	33,2	33,2	29,5	29,5	27,0	27,0	22,4	22,4	23,0	23,0	23,0	23,0	12,3	12,3	10,3	10,3	10,2	10,2	11,2	11,2	23,0	23,0	23,0	23,0

Quelle			Teilpegel V08 teilpegel																																			
Bezeichnung	M.	ID	IO 1		IO 2		IO 3		IO 4		IO 5		IO 6		IO 7		IO 8		IO 9		IO 10		IO 11		IO 12.1		IO 12.2		IO 12.3		IO 12.4		IO 12.5		IO 12.6		IO 12.7		IO 12.8	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
V66 (9)		rep	24,5	24,5	26,0	26,0	28,6	28,6	29,9	29,9	33,2	33,2	33,8	31,9	32,8	32,8	38,4	38,4	33,7	33,7	30,2	30,2	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7	23,7	10,9	10,9	10,7	10,7	11,2	11,2	23,8	23,8	23,8	23,8
V66 (10)		rep	23,0	23,0	24,5	24,5	27,4	27,4	30,2	30,2	35,5	35,5	38,3	36,4	38,1	38,1	37,8	37,8	31,6	31,6	28,1	28,1	21,9	21,9	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	9,5	9,5	9,3	9,3	9,9	9,9	21,7	21,7	21,7	21,7
BWP 1		zbbwp	31,4	31,4	33,1	33,1	36,4	36,4	38,5	38,5	42,2	42,2	40,9	39,0	39,6	39,6	40,3	40,3	36,5	36,5	33,9	33,9	28,9	28,9	29,3	29,3	29,3	29,3	19,3	19,3	16,6	16,6	16,5	16,5	17,3	17,3	29,3	29,3	29,3	29,3
BWP 2		zbbwp	34,1	34,1	36,4	36,4	40,9	40,9	41,6	41,6	41,6	41,6	38,4	36,4	36,5	36,5	36,2	36,2	33,9	33,9	32,1	32,1	28,8	28,8	30,2	30,2	30,2	30,2	18,4	18,4	17,1	17,1	17,2	17,2	18,8	18,8	30,2	30,2	30,2	30,2
BWP 3		zbbwp	32,0	32,0	33,5	33,5	35,8	35,8	35,9	35,9	37,6	37,6	37,2	35,3	35,9	35,9	40,7	40,7	38,7	38,7	36,3	36,3	31,2	31,2	31,5	31,5	31,4	31,4	31,4	31,4	18,2	18,2	18,0	18,0	18,6	18,6	31,4	31,4	31,5	31,5
BWP 4		zbbwp	31,0	31,0	32,1	32,1	33,4	33,4	32,8	32,8	34,1	34,1	34,7	32,8	33,4	33,4	40,7	40,7	41,8	41,8	40,1	40,1	33,6	33,6	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	19,5	19,5	19,1	19,1	19,4	19,4	33,0	33,0	33,0	33,0
BWP 5		zbbwp	30,5	30,5	31,2	31,2	31,7	31,7	30,5	30,5	31,4	31,4	32,3	30,3	30,9	30,9	37,6	37,6	40,9	40,9	42,2	42,2	36,8	36,8	35,1	35,1	35,0	35,0	35,0	35,0	21,4	21,4	20,6	20,6	20,8	20,8	23,7	23,7	35,0	35,0
BWP 6		zbbwp	33,0	33,0	33,2	33,2	32,3	32,3	29,8	29,8	29,6	29,6	29,8	27,9	28,3	28,3	32,4	32,4	34,3	34,3	35,6	35,6	39,4	39,4	42,0	42,0	41,9	41,9	41,9	41,9	32,5	32,5	28,8	28,8	31,7	31,7	41,9	41,9	41,9	41,9
EK 1		zbek	39,3	39,3	38,3	38,3	34,9	34,9	30,7	30,7	29,2	29,2	28,8	26,9	27,0	27,0	29,2	29,2	29,8	29,8	30,2	30,2	33,5	33,5	40,6	40,6	35,8	35,8	28,8	28,8	28,2	28,2	34,8	34,8	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6
EK 2		zbek	36,1	36,1	36,0	36,0	34,2	34,2	30,7	30,7	29,9	29,9	29,7	27,7	28,0	28,0	31,1	31,1	32,1	32,1	32,7	32,7	36,1	36,1	42,2	42,2	42,2	42,2	35,1	35,1	29,3	29,3	31,0	31,0	38,1	38,1	42,2	42,2	42,3	42,3
EK 3		zbek	39,3	39,3	39,8	39,8	37,7	37,7	33,1	33,1	31,7	31,7	30,9	29,0	29,1	29,1	31,4	31,4	31,7	31,7	31,7	31,7	33,1	33,1	37,7	37,7	37,7	37,7	23,2	23,2	22,8	22,8	23,1	23,1	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7
EK 4		zbek	35,9	35,9	37,0	37,0	36,8	36,8	33,6	33,6	33,0	33,0	32,4	30,5	30,8	30,8	34,1	34,1	34,5	34,5	34,3	34,3	33,9	33,9	36,6	36,6	36,6	36,6	23,4	23,4	22,0	22,0	22,0	22,0	23,3	23,3	36,6	36,6	36,6	36,6
EK 5		zbek	32,9	32,9	33,7	33,7	33,7	33,7	31,7	31,7	31,8	31,8	32,0	30,0	30,5	30,5	35,4	35,4	37,0	37,0	37,5	37,5	36,5	36,5	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	22,7	22,7	22,4	22,4	22,8	22,8	37,2	37,2	37,2	37,2
EK 6		zbek	30,9	30,9	31,3	31,3	31,1	31,1	29,3	29,3	29,7	29,7	30,3	28,4	28,9	28,9	34,2	34,2	37,0	37,0	39,2	39,2	40,5	40,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	32,0	32,0	26,2	26,2	26,8	26,8	33,5	33,5	38,5	38,5
BWP 1		zbbwpred	31,4	25,6	33,1	27,3	36,4	30,6	38,5	32,7	42,2	36,4	40,9	33,2	39,6	33,8	40,3	34,5	36,5	30,7	33,9	28,1	28,9	23,1	29,3	23,5	29,3	23,5	19,3	13,5	16,6	10,8	16,5	10,7	17,3	11,5	29,3	23,5	29,3	23,5
BWP 2		zbbwpred	34,1	31,8	36,4	34,1	40,9	38,6	41,6	39,3	41,6	39,3	38,4	34,1	36,5	34,2	36,2	33,9	33,9	31,6	32,1	29,8	28,8	26,5	30,2	27,9	30,2	27,9	18,4	16,1	17,1	14,8	17,2	14,9	18,8	16,5	30,2	27,9	30,2	27,9
BWP 3		zbbwpred	32,0	28,2	33,5	29,7	35,8	32,0	35,9	32,1	37,6	33,8	37,2	31,5	35,9	32,1	40,7	36,9	38,7	34,9	36,3	32,5	31,2	27,4	31,5	27,7	31,4	27,6	31,4	27,6	18,2	14,4	18,0	14,2	18,6	14,8	31,4	27,6	31,5	27,7
BWP 4		zbbwpred	31,0	27,2	32,1	28,3	33,4	29,6	32,8	29,0	34,1	30,3	34,7	29,0	33,4	29,6	40,7	36,9	41,8	38,0	40,1	36,3	33,6	29,8	33,0	29,2	33,0	29,2	33,0	29,2	19,5	15,7	19,1	15,3	19,4	15,6	33,0	29,2	33,0	29,2
BWP 5		zbbwpred	30,5	26,7	31,2	27,4	31,7	27,9	30,5	26,7	31,4	27,6	32,3	26,5	30,9	27,1	37,6	33,8	40,9	37,1	42,2	38,4	36,8	33,0	35,1	31,3	35,0	31,2	35,0	31,2	21,4	17,6	20,6	16,8	20,8	17,0	23,7	19,9	35,0	31,2
BWP 6		zbbwpred	33,0	23,2	33,2	23,4	32,3	22,5	29,8	20,0	29,6	19,8	29,8	18,1	28,3	18,5	32,4	22,6	34,3	24,5	35,6	25,8	39,4	29,6	42,0	32,2	41,9	32,1	41,9	32,1	32,5	22,7	28,8	19,0	31,7	21,9	41,9	32,1	41,9	32,1
EK 1		zbekred	39,3	32,5	38,3	31,5	34,9	28,1	30,7	23,9	29,2	22,4	28,8	20,1	27,0	20,2	29,2	22,4	29,8	23,0	30,2	23,4	33,5	26,7	40,6	33,8	35,8	29,0	28,8	22,0	28,2	21,4	34,8	28,0	40,6	33,8	40,6	33,8	40,6	33,8
EK 2		zbekred	36,1	29,3	36,0	29,2	34,2	27,4	30,7	23,9	29,9	23,1	29,7	20,9	28,0	21,2	31,1	24,3	32,1	25,3	32,7	25,9	36,1	29,3	42,2	35,4	42,2	35,4	35,1	28,3	29,3	22,5	31,0	24,2	38,1	31,3	42,2	35,4	42,3	35,5
EK 3		zbekred	39,3	33,5	39,8	34,0	37,7	31,9	33,1	27,3	31,7	25,9	30,9	23,2	29,1	23,3	31,4	25,6	31,7	25,9	31,7	25,9	33,1	27,3	37,7	31,9	37,7	31,9	23,2	17,4	22,8	17,0	23,1	17,3	37,7	31,9	37,7	31,9	37,7	31,9
EK 4		zbekred	35,9	30,1	37,0	31,2	36,8	31,0	33,6	27,8	33,0	27,2	32,4	24,7	30,8	25,0	34,1	28,3	34,5	28,7	34,3	28,5	33,9	28,1	36,6	30,8	36,6	30,8	23,4	17,6	22,0	16,2	22,0	16,2	23,3	17,5	36,6	30,8	36,6	30,8
EK 5		zbekred	32,9	27,1	33,7	27,9	33,7	27,9	31,7	25,9	31,8	26,0	32,0	24,2	30,5	24,7	35,4	29,6	37,0	31,2	37,5	31,7	36,5	30,7	37,2	31,4	37,2	31,4	37,2	31,4	22,7	16,9	22,4	16,6	22,8	17,0	37,2	31,4	37,2	31,4
EK 6		zbekred	30,9	25,1	31,3	25,5	31,1	25,3	29,3	23,5	29,7	23,9	30,3	22,6	28,9	23,1	34,2	28,4	37,0	31,2	39,2	33,4	40,5	34,7	38,5	32,7	38,5	32,7	38,5	32,7	32,0	26,2	26,2	20,4	26,8	21,0	33,5	27,7	38,5	32,7

Anlage 4

Immissionsraster

T&H INGENIEURE
Büro für Umweltschutz und technische Akustik

Anlage 4

Immissionsraster für die Nachtzeit in 5 m Höhe, Gesamtbelastung mit Abregelungskonzept

N

Maßstab: 1:20000

Anlage 5

Hauptergebnisse und Schattenkarten Gesamtbelastung

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_1.wpo (2)
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m

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

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	519.784	5.960.024	0,0	BWP 1	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
2	519.647	5.960.413	0,0	BWP 2	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
3	519.397	5.959.937	0,0	BWP 3	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
4	519.077	5.959.690	0,0	BWP 4	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
5	518.710	5.959.572	0,0	BWP 5	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
6	518.244	5.960.050	0,0	BWP 6	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
7	518.211	5.960.850	0,0	EK 1	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
8	518.271	5.960.452	0,0	EK 2	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
9	518.594	5.960.681	0,0	EK 3	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
10	518.765	5.960.329	0,0	EK 4	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
11	518.639	5.959.957	0,0	EK 5	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
12	518.344	5.959.691	0,0	EK 6	Ja	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	121,0	1.788	10,7
13	521.917	5.960.204	0,0	Tacke TW600	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	62,0	2.000	27,0
14	517.977	5.959.995	0,0	V44 (1)	Nein	VESTAS	V44-600	600	44,0	55,0	771	28,0
15	517.883	5.959.888	0,0	V44 (2)	Nein	VESTAS	V44-600	600	44,0	55,0	771	28,0
16	515.975	5.960.307	0,0	AN Bonus (2)	Nein	ANBONUS	AN 2MW/76-2.000/400	2.000	76,0	60,0	2.000	17,0
17	516.423	5.960.289	0,0	AN Bonus (3)	Nein	ANBONUS	AN 2MW/76-2.000/400	2.000	76,0	60,0	2.000	17,0
18	516.864	5.960.262	0,0	AN Bonus (4)	Nein	ANBONUS	AN 2MW/76-2.000/400	2.000	76,0	60,0	2.000	17,0
19	515.569	5.960.337	0,0	AN Bonus (1)	Nein	ANBONUS	AN 2MW/76-2.000/400	2.000	76,0	60,0	2.000	17,0
20	516.554	5.961.204	0,0	GE Wind Energy T...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	2.000	20,0
21	516.105	5.960.980	0,0	GE Wind Energy T...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	2.000	20,0
22	516.750	5.960.891	0,0	GE Wind Energy T...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	2.000	20,0
23	517.165	5.960.652	0,0	AN Bonus (5)	Nein	ANBONUS	AN 2MW/76-2.000/400	2.000	76,0	60,0	2.000	17,0
24	515.766	5.960.704	0,0	GE Wind Energy T...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	2.000	20,0
25	516.418	5.960.936	0,0	MM82 (1)	Nein	REpower	MM 82-2.000	2.000	82,0	59,0	1.447	17,3
26	516.758	5.960.576	0,0	MM82 (2)	Nein	REpower	MM 82-2.000	2.000	82,0	59,0	1.447	17,3
27	516.537	5.959.996	0,0	E-101 (3)	Nein	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216	14,5
28	516.114	5.960.115	0,0	E-101 (2)	Nein	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216	14,5
29	515.666	5.960.107	0,0	E-101 (1)	Nein	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216	14,5
30	516.024	5.960.617	0,0	Senvion 3.2M 114V...	Ja	SENVION	3.2M114VG-3.200	3.200	114,0	123,0	1.750	12,1
31	516.403	5.960.571	0,0	Senvion 3.2M 114V...	Ja	SENVION	3.2M114VG-3.200	3.200	114,0	123,0	1.750	12,1
32	519.270	5.960.525	0,0	E-126 (1)	Nein	ENERCON	E-126 EP4-4.200	4.200	127,0	135,0	2.108	11,6
33	519.080	5.960.121	0,0	E-126 (2)	Nein	ENERCON	E-126 EP4-4.200	4.200	127,0	135,0	2.108	11,6

Lizenzierter Anwender:
T&H Ingenieure GmbH
Bremerhavener Heerstraße 10
DE-28717 Bremen
+49 (0) 421 79 400 600

Berechnet:
24.05.2021 18:37/3.4.388

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IO 1	518.763	5.961.574	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
B	IO 2	519.026	5.961.430	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
C	IO 3	519.529	5.961.182	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
D	IO 4	520.172	5.960.920	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
E	IO 5	520.376	5.960.369	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
F	IO 6	520.710	5.959.883	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
G	IO 7	520.627	5.959.749	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
H	IO 8	519.709	5.959.202	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
I	IO 9	519.224	5.958.991	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
J	IO 10	518.804	5.958.893	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
K	IO 11	517.573	5.959.445	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
L	IO 12	517.599	5.960.330	0,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IO 1	89:03	90	1:42
B	IO 2	133:38	130	2:01
C	IO 3	170:12	171	2:04
D	IO 4	151:21	186	1:13
E	IO 5	132:01	174	1:16
F	IO 6	86:31	201	0:46
G	IO 7	102:57	183	0:50
H	IO 8	60:52	118	0:42
I	IO 9	3:05	26	0:10
J	IO 10	0:00	0	0:00
K	IO 11	146:07	164	1:35
L	IO 12	272:29	356	1:47

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	BWP 1	149:01
2	BWP 2	238:02
3	BWP 3	79:33
4	BWP 4	66:41
5	BWP 5	62:48
6	BWP 6	75:14
7	EK 1	96:21
8	EK 2	108:52
9	EK 3	114:30
10	EK 4	79:50
11	EK 5	89:54
12	EK 6	106:44
13	Tacke TW600	0:39
14	V44 (1)	10:55
15	V44 (2)	9:35
16	AN Bonus (2)	0:08
17	AN Bonus (3)	3:49
18	AN Bonus (4)	7:27
19	AN Bonus (1)	0:00
20	GE Wind Energy TW 1,5s (1)	0:00
21	GE Wind Energy TW 1,5s (2)	0:15
22	GE Wind Energy TW 1,5s (3)	11:40
23	AN Bonus (5)	11:10
24	GE Wind Energy TW 1,5s (5)	0:00
25	MM82 (1)	1:44
26	MM82 (2)	6:22
27	E-101 (3)	20:06
28	E-101 (2)	6:22
29	E-101 (1)	1:57

(Fortsetzung nächste Seite)...

Lizenzierter Anwender:
T&H Ingenieure GmbH
Bremerhavener Heerstraße 10
DE-28717 Bremen
+49 (0) 421 79 400 600

Berechnet:
24.05.2021 18:37/3.4.388

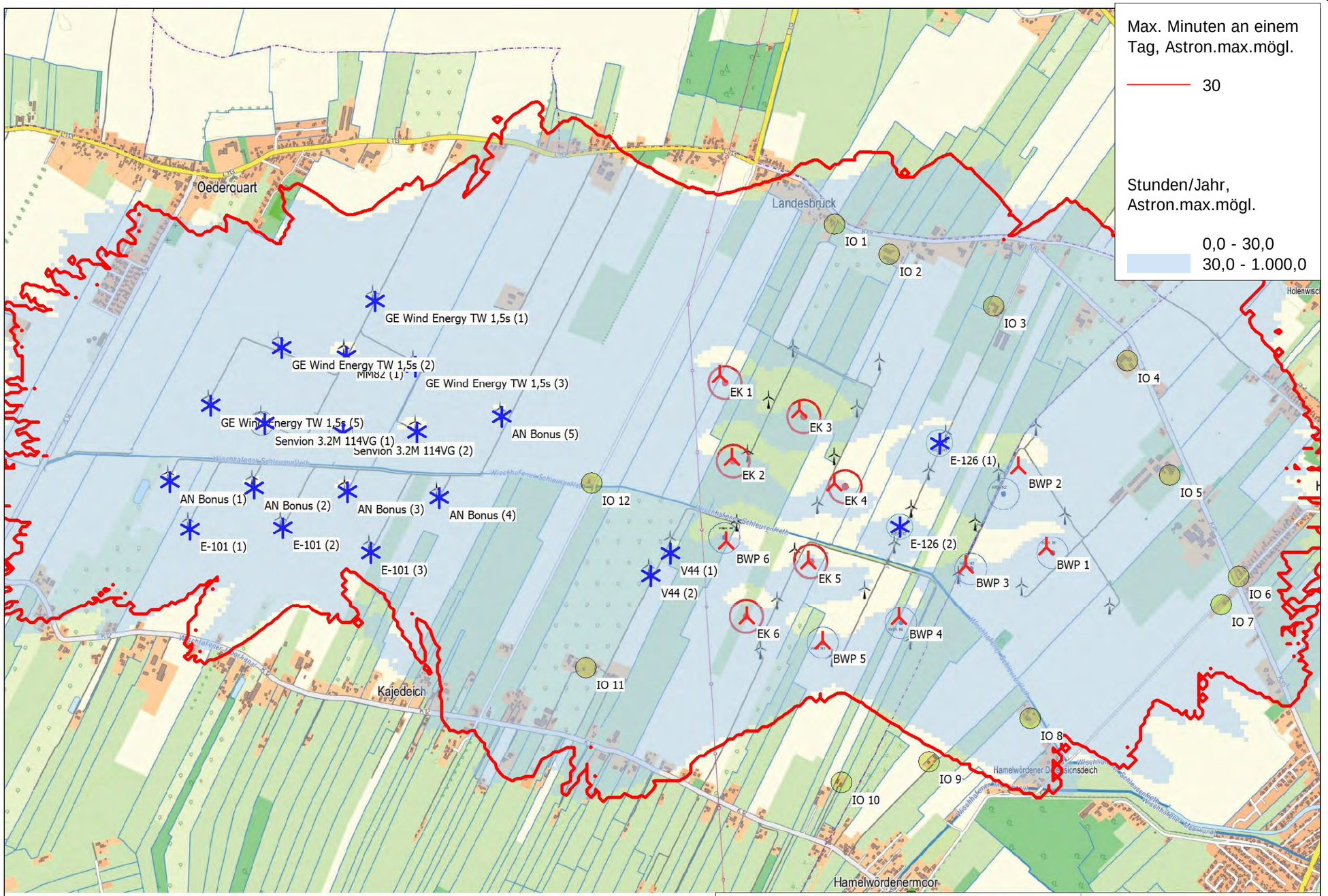
SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
30	Senvion 3.2M 114VG (1)	4:18
31	Senvion 3.2M 114VG (2)	9:07
32	E-126 (1)	126:49
33	E-126 (2)	43:41

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.



Karte: lageplan , Maßstab 1:20.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 517.920 Nord: 5.960.330

Neue WEA Existierende WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_1.wpo (2)

Beschreibung:
Schatten- und Schallvorabprognose für die Errichtung und den Betrieb von zwölf neuen Windenergieanlagen im Windpark Oederquart-Wischhafen

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung

Lizenzierter Anwender:
T&H Ingenieure GmbH
Bremerhavener Heerstraße 10
DE-28717 Bremen
+49 (0) 421 79 400 600

Berechnet:
24.05.2021 18:37/3.4.388