

Schallimmissionsprognose

für 4 neue Windenergieanlagen zum
Windparkvorhaben

Quarnstedt-Störkathen III

25563 Quarnstedt und 25548 Störkathen
(Schleswig-Holstein)

Datum: 15.06.2022

Bericht SG-4488-220615-Rev.00

Erstellt von:

PROKON Regenerative Energien eG
Kirchhoffstraße 3
25524 Itzehoe

Bearbeiter/in:

Gisela Gründer
Dipl.-Ing. Johannes Kloss

Fon (0 48 21) 68 55-100

Fax (0 48 21) 68 55-200

Die vorliegende Schallimmissionsprognose zum Windparkvorhaben Quarnstedt-Störkathen III im Kreis Steinburg (Schleswig-Holstein) wurde von der PROKON Regenerative Energien eG gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Für die Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schallimmissionsprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA Lärm, der DIN ISO 9613-2 und dem Interimsverfahren (Fassung 2015-05.1) unter Berücksichtigung der Empfehlungen aus der 134. Sitzung des LAI Ausschusses vom 05.09. und 06.09.2017, die Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen mit Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise 2016) anzuwenden. Ebenso sind die aktuellen Vorgaben gemäß dem Einführungserlass von Schleswig-Holstein vom 31.01.2018 berücksichtigt.

Itzehoe, 15.06.2022

A blue ink signature in a cursive, stylized script, appearing to read 'G. Gründer'.

Gisela Gründer

A blue ink signature in a cursive, stylized script, appearing to read 'J. Kloss'.

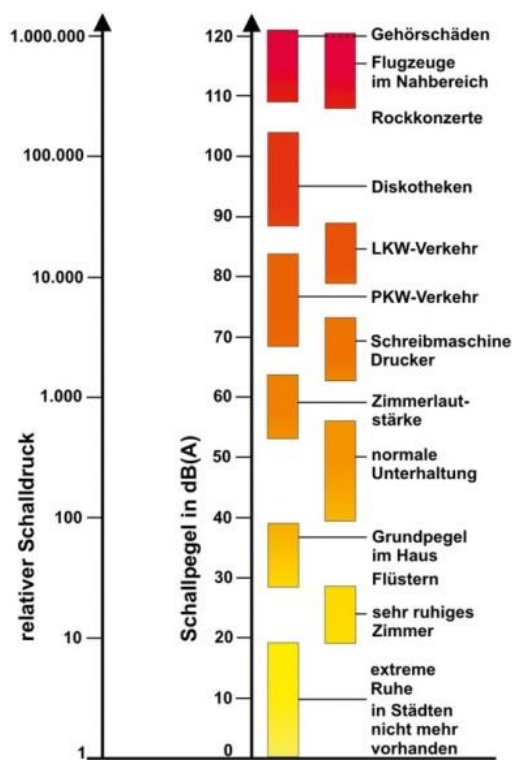
Dipl.-Ing. J. Kloss

Inhalt

1 Einleitung	4
2 Theoretischer Teil.....	5
2.1 Allgemeines zur Schallproblematik.....	5
2.1.1 Grundlagen	5
2.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen.....	6
2.1.3 Schallleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel.....	7
2.1.4 Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung	9
2.1.5 Schallemissionen von Windenergieanlagen.....	9
2.2 Immissionsprognose	10
2.2.1 Grundlage	10
2.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T	12
2.2.3 Impulshaltigkeit, Tieffrequente Geräusche und Infraschall.....	13
2.2.4 Ermittlung der spezifischen Prognoseunsicherheit.....	14
2.2.5 Rundungsregel.....	17
2.2.6 Referenzspektrum.....	17
2.2.7 Weitere Betrachtungen	17
3 Standortdaten	18
3.1 Standortübersicht	18
3.2 Schallkritische Gebiete / Immissionspunkte.....	19
3.3 Schalltechnische Daten der Windenergieanlagen	21
3.3.1 Bestehende Anlagen (Vorbelastung).....	22
3.3.2 Geplante Anlagen (Zusatzbelastung)	25
4 Ergebnisse und Prognosequalität.....	27
4.1 Berechnungsergebnisse	27
4.2 Qualität der Prognose.....	31
5 Zusammenfassung	33
6 Vorschriften und Quellen (Auswahl)	34
7 Anhang	35

1 Einleitung

Die Nutzung der Windkraft gewinnt bei der elektrischen Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu konventionellen Stromerzeugungsanlagen bestehen bei Windenergieanlagen (WEA) wesentlich weniger negative Beeinträchtigungen (u.a. Flächenverbrauch, Schadstoffausstoß) auf unsere Umwelt. Eine der negativen Umwelteinwirkungen durch Windenergieanlagen besteht jedoch in der Geräusentwicklung, die einerseits vom mechanischen Triebstrang (Getriebe, Generator, usw.) und andererseits vom sich drehenden Rotor verursacht wird. Dieser Schall wird aufgrund seiner Geräuschart von den meisten Menschen als unangenehm und lästig empfunden und somit als Lärm wahrgenommen. Da die Menschen alltäglich schon verschiedensten Arten von Lärm ausgesetzt sind (s. Abbildung 1), ist es gerade bei den "sanften Energien" wichtig, dass der Mensch durch sie nicht auch noch zusätzlichen Lärmbelastungen ausgesetzt wird. Durch eine Schallimmissionsprognose wird im Vorfeld der Planung untersucht, ob die einzuhaltenden Schallgrenzwerte (Immissionsrichtwerte) überschritten werden könnten. So kann im Vorfeld eine Beeinträchtigung der Nachbarn



durch die Anlagengeräusche ausgeschlossen werden. Zur Untersuchung und Darstellung der Schallproblematik wurden von den Behörden und verschiedenen Gremien genaue Vorschriften und Richtlinien erarbeitet, die als Grundlage für die Schallimmissionsprognose dienen. Die wesentliche Vorschrift für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm). Nach TA Lärm sind die Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien nach der DIN ISO 9613-2 durchzuführen unter Beachtung des Interimsverfahrens (Fassung 2015-05.1).

Abb. 1 Schallpegel (Quelle: Städtebauliche

Lärmfibel 2013)

2 Theoretischer Teil

2.1 Allgemeines zur Schallproblematik

2.1.1 Grundlagen

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die das menschliche Ohr wahrnimmt. Abbildung 2 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

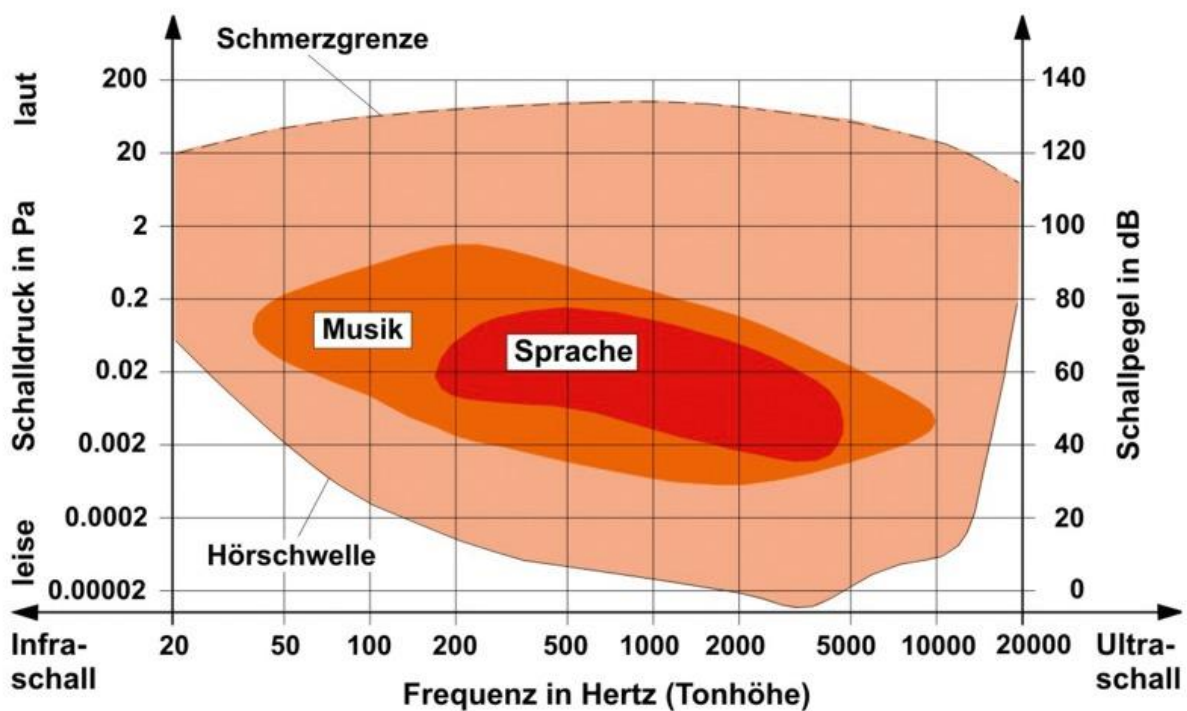


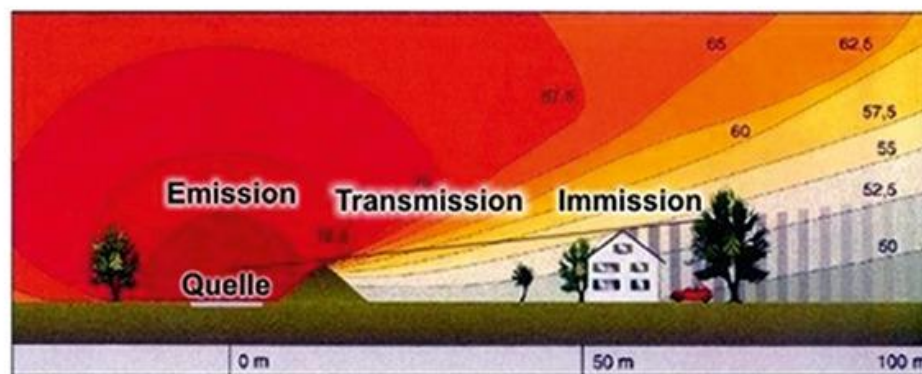
Abb. 2 Hörbereich des Menschen (Quelle: Städtebauliche Lärmfibel 2013)

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 16.000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen ab 0,00002 Pa (Pascal) (=20 dB) wahr, ab 20 Pa (120 dB) wird der Schall schmerzhaft. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall (Körperschall) und der über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

2.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen

Abbildung 3 zeigt den Zusammenhang von Schallentwicklung, -ausbreitung und -immission sowie die entsprechenden jeweiligen Vorschriften und Richtlinien.

- **Emissionen** sind im Allgemeinen die von einer Anlage (Quelle) ausgehenden Luftverunreinigungen, *Geräusche*, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen.
- **Transmission** ist die Ausbreitung der von einer Quelle emittierten Umweltbelastungen, z.B. die *Schallausbreitung*. Die Umgebung wirkt dabei dämpfend auf die von der Quelle ausgestrahlten Belastungen.
- **Immissionen** sind die auf Natur, Tiere, Pflanzen und den Menschen einwirkenden Belastungen (Luftverunreinigung, *Lärm* etc.) sowie lebenswichtige Strahlung (Sonne, Licht, Wärme), die sich aus sämtlichen Quellen überlagert.



Emission: DIN 45635 Abstrahlung: DIN EN 12354-1	Ausbreitung: DIN ISO 9613-2 Abschirmung: VDI 2720	Immission: DIN 45641 DIN 45645 Wertung: TA Lärm	Situation
Aktiv: DIN EN 11690 VDI 3720/2	Passiv: DIN 4109 VDI 2719 VDI 4100		Minderung
16. BImSchV RLS-90, Schall 03 18. BImSchV DIN 18005			

Abb. 3 Normen und Grundlagen zum Schall (Quelle: Städtebauliche Lärmfibel 2013)

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission -Transmission -Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG, 1974, 1990). Bauliche Anlagen müssen von den Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern auf Basis der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (kurz: TA Lärm, 1998) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und des Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Bemessung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 3 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die Immissionsschutzbehörde als Teil des Gewerbeaufsichtsamtes bzw. des Umweltamtes beurteilt die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach Nummer 6.1 der TA Lärm eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet wird. So gelten folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

a) in Industriegebieten	70 dB(A)
b) in Gewerbegebieten	tags 65 dB(A) / nachts 50 dB(A)
c) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	tags 60 dB(A) / nachts 45 dB(A)
d) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	tags 55 dB(A) / nachts 40 dB(A)
e) in reinen Wohngebieten	tags 50 dB(A) / nachts 35 dB(A)
f) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags 45 dB(A) / nachts 35 dB(A)

Die Immissionsrichtwerte nach den Nummern 6.1 bis 6.3 der TA Lärm beziehen sich auf folgende Zeiten:

tags	06.00 – 22.00 Uhr
nachts	22.00 – 06.00 Uhr.

2.1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den *Schalleistungspegel* L_w beschrieben. Der *Schalleistungspegel* L_{WA} ist der maximale Wert in Dezibel/dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionspunkt, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich

des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz bei gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abbildung 2), wird in der Praxis der Schallleistungspegel über einen Filter gemessen, der der Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik "A" nach DIN IEC 651, Index A) gemessene Schallleistungspegel wird A-bewerteter Schallpegel genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 verwendet wird.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schallleistungspegels von WEA kann der Schrift der Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW) *Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18* entnommen werden.

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

Der *Schalldruckpegel* L_s ist der momentane Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionspunkt (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung), berechnet (mit Immissionsprogrammen nach DIN ISO 9613-2, z.B. WindPRO Modul DECIBEL) oder wahrgenommen werden kann (z.B. durch das menschliche Ohr, Maß der Schallausbreitung).

Der *Mittelungspegel* L_{Aeq} ist der zeitlich gemittelte Wert des Schalldruckpegels. Für die Schallimmissionsprognose bei Windenergieanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass die Wetter- und Windbedingungen über einen längeren Zeitraum andauern können, d.h. der Mittelungspegel wird dem Schalldruckpegel gleichgesetzt. Des Weiteren wird bereits bei der schalltechnischen Vermessung eine Mittelung vorgenommen.

Der *Beurteilungspegel* L_r resultiert aus dem Mittelungspegel und ggf. weiteren Zuschlägen aus z.B. der Ton- und Impulshaltigkeit aller Geräuschquellen. Die an den

Immissionspunkten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte beziehen sich auf den Beurteilungspegel.

2.1.4 Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen, Biogasanlagen und ggf. weitere industrielle oder landwirtschaftliche Anlagen), für welche die TA Lärm gilt, so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und zusammen mit den neu geplante(n) Anlage(n) (Zusatzbelastung) zu berechnen. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus den Geräuschen aller zu berücksichtigenden Anlagen, für welche die TA Lärm gilt.

2.1.5 Schallemissionen von Windenergieanlagen

Die Schallabstrahlung einer WEA ist nie konstant, sondern stark von der Momentanleistung und demzufolge von der Windgeschwindigkeit abhängig. So rechnet man grob mit ca. 1 dB(A) Pegelzuwachs pro Zunahme der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (V_{10}) um 1 m/s. Der immissionsrelevante Schalleistungspegel wird bei $V_{10} = 10$ m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im Allgemeinen die windbedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 2,5 dB(A) pro 1 m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WEA, d.h. die Geräuschemission der WEA verliert an Bedeutung.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dies tritt besonders an windgeschützten Orten auf oder dort, wo die WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher gilt nunmehr (federführend der Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen"), dass die Prognose mit dem Schalleistungspegel bei $V_{10} = 10$ m/s oder, da viele Anlagen schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit ihre Nennleistung erreichen, mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt werden muss.

2.2 Immissionsprognose

2.2.1 Grundlage

Die Prognosen sind nach der TA Lärm, der DIN ISO 9613-2, dem Interimsverfahren (Fassung 2015-05.1), den LAI Hinweisen 2016 (Stand 30.06.2016) und ggf. länderspezifischen Erlassen zu erstellen. Eventuell bestehende Vorbelastungen, die in den Anwendungsbereich der TA Lärm fallen, müssen an den Immissionspunkten berücksichtigt werden.

Bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen wird der A-bewertete Schalleistungspegel nach der FGW-Richtlinie (TR 1, Rev. 18) mit Frequenzbandanalyse ermittelt. Nach Empfehlung der LAI werden die Dämpfungswerte oktavbandabhängig verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Schalldruckpegel in einem Immissionspunkt IP ergibt sich aus:

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A$$

L_{WA} : Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet.

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

A : Oktavbanddämpfung in Dezibel, die während der Schallausbreitung von der Punktquelle zum Empfänger vorliegt, wobei für A gilt:

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

$$A_{div} = \left[20 \cdot \lg \left(\frac{d}{1m} \right) + 11 \right] dB$$

d : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption:

$$A_{atm} = \frac{\alpha d}{1000}$$

α : Absorptionskoeffizient der Luft, in Dezibel je Kilometer, für jedes Oktavband bei der Bandmittenfrequenz

A_{gr} : Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts:
Gemäß Interimsverfahren gilt:

$$A_{gr} = - 3 \text{ dB}$$

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz); in der vorliegenden Berechnung wird ohne Schallschutz gerechnet:

$$A_{bar} = 0$$

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In der vorliegenden Berechnung werden diese Effekte nicht berücksichtigt:

$$A_{misc} = 0$$

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

Liegen den Berechnungen mehrere n Schallquellen (u.a. Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATi} entsprechend der Abstände zum betrachteten Immissionspunkt. In der Bewertung der Lärmimmission nach der TA Lärm ist der aus allen n Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

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

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionspunkt

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionspunkt einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

K_{Ti} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

K_{Ii} : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i

C_{met} : Meteorologische Korrektur in Dezibel. Die Meteorologische Korrektur beschreibt die Dämpfung des Schalls durch meteorologische Einflüsse wie Wind und Temperatur über ein Jahr. Diese zusätzliche Dämpfung wird aber erst in größeren Entfernungen wirksam und ist u.a. von der Nabenhöhe der Anlage abhängig. Gemäß Interimsverfahren gilt:

$$C_{met} = 0 \text{ dB}$$

2.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T

Die Ermittlung der Tonhaltigkeit ist ein wesentlicher Bestandteil der Geräuschmessung an WEA und muss dort auch berichtet werden.

Als Quellen für tonhaltige Geräusche sind in erster Linie Getriebe, Generatoren und eventuell Hydraulikanlagen zu nennen. Heben sich aus dem Anlagengeräusch einer oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar hervor, ist nach der TA Lärm für den Zuschlag K_T , rechnerisch ermittelt anhand der DIN 45645-1 oder pauschal, je nach Auffälligkeit des Tons, ein Wert von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen. Orientiert an der Tonhaltigkeit im Nahbereich K_{TN} (gemessen bei der FGW Schalldruckpegelmessung) gilt für Entfernungen über 300 m folgender Zuschlag:

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

WEA, die im Nahbereich höhere tonhaltige Geräuschemissionen hervorrufen, sind nicht Stand der Technik.

Für WEA-Typen, bei denen in Messberichten nach der FGW-Richtlinie ein $K_{TN} = 2$ dB im Nahbereich ausgewiesen wird, ist gemäß LAI Hinweise 2016 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).

2.2.3 Impulshaltigkeit, Tieffrequente Geräusche und Infraschall

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

Die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche sind in der TA Lärm (Kap. 7.3 und Anhang A.1.5) sowie in der Norm DIN 45680 geregelt.

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.

Je niedriger eine Frequenz ist umso höher muss der Schalldruck sein, um die Hörbarkeits-, bzw. Wahrnehmungsschwelle beim Menschen zu erreichen. Für A-bewertete Geräusche durchschnittlicher spektraler Zusammensetzung 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 werden Hinweise gegeben, durch welche Schallquellen und über welche Übertragungswege es zu tieffrequenten Geräuschimmissionen kommen kann.

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 Klimaanlage sowie von Straßen- und Schienenverkehr erzeugt. WEA erzeugen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Geräusche im gesamten Frequenzbereich, u. U. also ebenso im tieffrequenten Bereich, hervorgerufen u.a. durch Verwirbelungen oder Wirbelablösungen. Sie sind vergleichbar mit denen anderer technischer Anlagen.

Daher werden Windenergieanlagen generell infraschallentkoppelt fundamentierte, so dass sich der Infraschall nicht über den Boden ausbreiten kann. Der Körperschall ist daher nur in unmittelbarer Nähe um die WEA vorhanden, wobei er hier für den Menschen nicht wahrnehmbar ist. Maßgeblich für mögliche Belästigungen ist die Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Die Infraschallerzeugung moderner WEA liegt selbst im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. An den Immissionsorten wird diese Schwelle durch Windenergieanlagen bei Weitem nicht erreicht (siehe auch: Windenergie und Infraschall - Tieffrequente Geräusche durch Windenergieanlagen; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe; 4. Auflage Dezember 2014). Damit sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten. Eine weitere Betrachtung diesbezüglich erfolgt hier daher nicht.

2.2.4 Ermittlung der spezifischen Prognoseunsicherheit

Gemäß den Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz ist der Nachweis der Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte (IRW) an den maßgeblichen Immissionsorten mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 90 % zu führen. Die Sicherheit der Nicht-Überschreitung ist insbesondere dann anzunehmen, wenn die unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Emissionsdaten und der Ausbreitungsberechnung bestimmte obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den IRW unterschreitet.

Der Schallleistungspegel des jeweiligen Windenergieanlagentyps sollte aus mindestens drei Einzelmessungen gemäß der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18 der Fördergesellschaft Windenergie e.V. bestimmen werden.

Aus n Einzelvermessungen des WEA Typs werden der arithmetische Mittelwert \bar{L}_w und die Standardabweichung s wie folgt gebildet:

$$\bar{L}_w = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L}_w)^2}$$

Im Fall einer 3-fach vermessenen WEA, wenn nur eine begrenzte Anzahl an Daten für die Produktionsstandardabweichung vorliegen und σ_R sehr klein ist, kann die Produktionsstandardabweichung σ_P abgeschätzt werden als

$$\sigma_P = s$$

Die resultierende Standardabweichung σ_{ges} für den Schallleistungspegel einer Windenergieanlage ergibt sich aus

$$\sigma_{ges} = \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2)}$$

σ_R : Unsicherheit Typvermessung

σ_P : Unsicherheit Serienstreuung

σ_{Prog} : Unsicherheit Prognosemodell

Gemäß der LAI Hinweise 2016 gilt:

Beim Vorliegen einer Mehrfachvermessung (mind. 3 Vermessungen):

$$\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_P = s$$

$$\sigma_{Prog} = 1,0 \text{ dB(A)}$$

Beim Vorliegen einer Einfachvermessung gilt:

$$\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_{Prog} = 1,0 \text{ dB(A)}$$

Bei Verwendung des Schalleistungspegels aus Herstellerangabe gilt:

$$\sigma_R = 0 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_P = 0 \text{ dB(A)}$$

$$\sigma_{Prog} = 1,0 \text{ dB(A)}$$

Der resultierende Schalleistungspegel $L_{WA,90}$ berechnet sich aus der Summe

$$L_{WA,90} = L_m + 1,28 \cdot \sigma_{ges} = L_m + K$$

Der Wert K repräsentiert einen Sicherheitszuschlag im Sinne des oberen Vertrauensbereichs mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 %, dass der ermittelte Schalleistungspegel der WEA aus Vermessung und Messunsicherheit nicht überschritten wird. Dieser Sicherheitszuschlag wird auf den Mittelwert der vermessenen Schalleistungspegel des jeweiligen WEA Typs addiert, bevor die Berechnung im Prognosemodell durchgeführt wird.

In der aktuellen Prognose wird die Unsicherheit für die Serienstreuung σ_P gemäß Vorgabe der zuständigen Genehmigungsbehörde, des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR SH) nicht bei der Bildung der Gesamtunsicherheit berücksichtigt.

Es wird somit nur die Prognoseunsicherheit von 1,0 dB(A) und die Unsicherheit für die Typvermessung von 0,5 dB(A) berücksichtigt, so dass mit einem Sicherheitszuschlag K von 1,43 dB(A) sowohl für die Vor-, als auch die Zusatzbelastung gerechnet wird.

Wenn weniger als drei FGW-konforme Vermessungen zur Verfügung stehen, meist bei alten Bestands-WEA, welche nach alten Richtlinien vermessen wurden, z.B. nur eine Vermessung bei 8 m/s Windgeschwindigkeit vorliegt, dann kann in Absprache mit der Genehmigungsbehörde eine neue Bewertung der Unsicherheitsbetrachtung der zu

verwendenden Schalleistungspegel vorgenommen werden oder der Wert herangezogen werden, welcher ursprünglich in der Genehmigung der WEA verwendet wurde.

2.2.5 Rundungsregel

Gemäß LAI Hinweise 2016 sind Beurteilungspegel nach den Rundungsregeln der DIN 1333 gemäß Ziffer 4.5.1 als ganzzahlige Werte anzugeben (mathematische Rundung, d.h. Abrundung bei $\leq 0,4$ und Aufrundung bei $\geq 0,5$).

2.2.6 Referenzspektrum

Sofern keine Informationen zu anlagenbezogenen Oktavspektren der zu berücksichtigenden WEA vorliegen, kann gemäß LAI Hinweise 2016 folgendes Referenzspektrum als Grundlage für die Eingangsdaten der Prognose herangezogen werden:

Tab. 2.1 Referenzspektrum

f [Hz]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz
$L_{WA, norm}$ [dB]	-20,3	-11,9	-7,7	-5,5	-6,0	-8,0	-12,0	-36,0

2.2.7 Weitere Betrachtungen

Einige Windenergieanlagen besitzen zwei Generatorstufen, um den Gesamtwirkungsgrad der Anlage über eine geringere Drehzahl bei niedrigen Windgeschwindigkeiten zu verbessern. Der Schalleistungspegel in Betrieb bei kleiner Generatorstufe liegt wegen der geringeren Drehzahl und daraus folgend der geringeren Blattspitzengeschwindigkeit sowie der geringeren Leistungsübertragung wesentlich unter dem Schalleistungspegel der hohen Stufe. Daher ist eine gesonderte Schallberechnung bei kleiner Generatorstufe in der Regel nicht notwendig.

3 Standortdaten

3.1 Standortübersicht

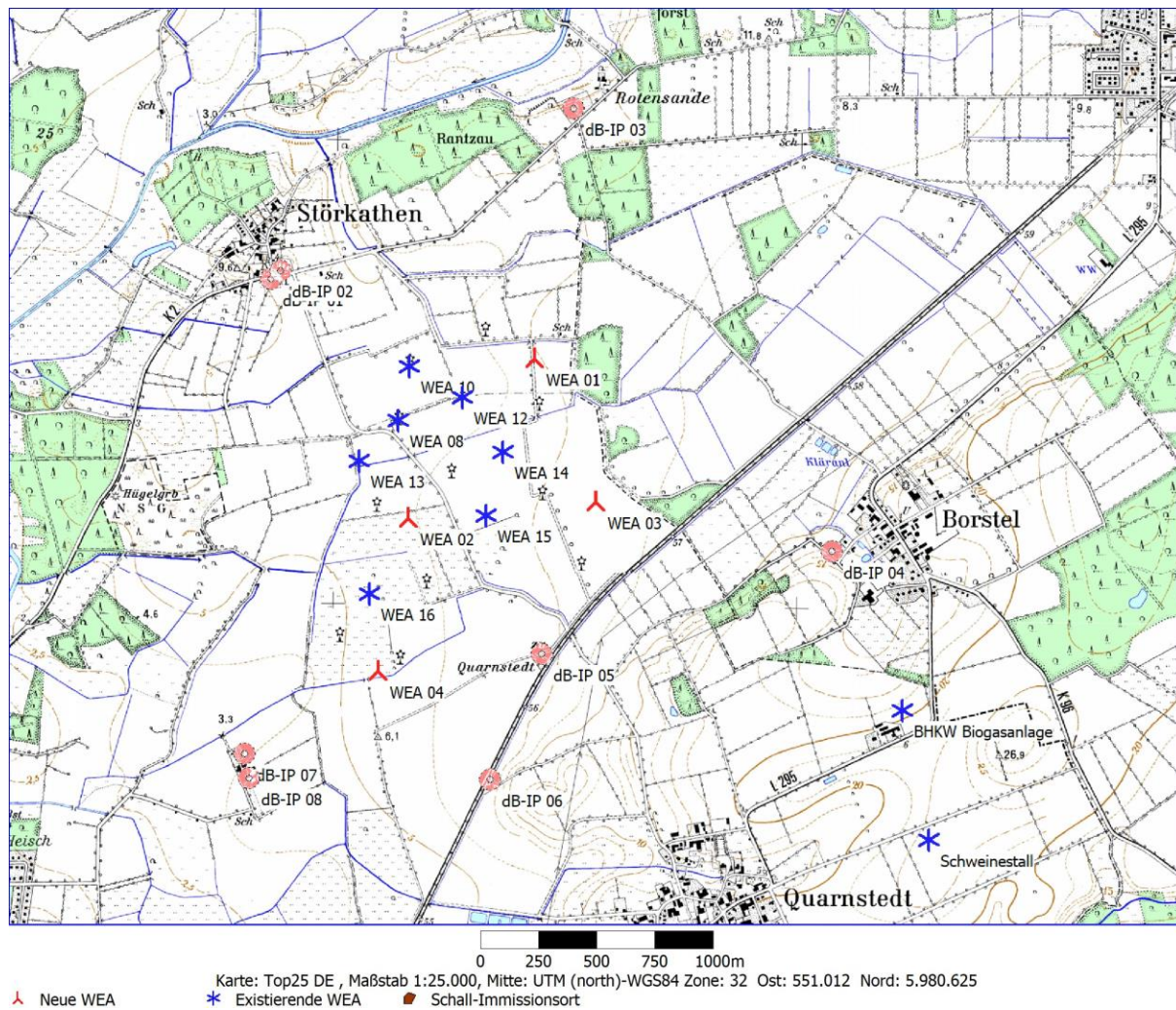


Abb. 1 Standorte der geplanten WEA, der existierenden WEA, der sonstigen Anlagen gemäß TA Lärm¹⁾ und der Immissionsorte

¹⁾ Darstellung der existierenden WEA umfasst auch die sonstigen schallrelevanten technischen Anlagen gemäß TA Lärm

3.2 Schallkritische Gebiete / Immissionspunkte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Quarnstedt-Störkathen III wurden mehrere schallkritische Gebiete bzw. Immissionspunkte auf Basis einer amtlichen topografischen Karte im Maßstab 1:25.000 und in Absprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde untersucht. Die schallkritischen Gebiete entsprechen den in der unmittelbaren Umgebung des Standorts befindlichen Wohngebäuden bzw. Siedlungsbereichen. Die Einstufung nach baulicher Nutzung erfolgte in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde (LLUR SH).

Für die Beurteilung des Lärmpegels an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert (IRW) für die Nachtzeit herangezogen, da die Anlagen in der Nacht und am Tag gleichermaßen in Betrieb sind. Es werden nachfolgend insgesamt acht Immissionsorte aufgeführt, an denen die Schallimmissionen zu untersuchen sind. Hierbei ist es notwendig, eine differenzierte Betrachtung der Immissionspunkte hinsichtlich der Vor-, Zusatz-, und Gesamtbelastung gemäß TA Lärm durchzuführen. In Tabelle 3.1 sind die Immissionspunkte mit ihren in der Prognose verwendeten Bezeichnungen (Spalte IP), den Koordinaten sowie den dort jeweils relevanten Nacht-Immissionsrichtwerten (Nacht-IRW) aufgeführt.

Nach Ziffer 2.2 TA Lärm umfasst der Einwirkungsbereich einer Anlage die Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche weniger als 10,0 dB(A) unter dem für die Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegen. Bei einer großen Anzahl von außen an den regulären Einwirkungsbereich gemäß Ziffer 2.2 TA Lärm angrenzenden Anlagen kann es zu einer Unterschätzung der Gesamtbelastung an Immissionsorten kommen, weil diese Anlagen ansonsten unberücksichtigt blieben, ihr Immissionsbeitrag tatsächlich aber zu einer Überschreitung des Beurteilungspegels um mehr als 1,0 dB(A) führen kann. Unter den vorgenannten Gegebenheiten ist im Rahmen einer Sonderfallprüfung deshalb ein erweiterter Einwirkungsbereich von 12,0 dB(A) gemäß Einführungserlass von Schleswig-Holstein vom 31.01.2018 zu berücksichtigen.

In Absprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde, LLUR SH wird in dieser Schallimmissionsprognose ein Abschneidekriterium einzelner Schallquellen (hier: WEA und weitere zu berücksichtigende Anlagen in Sinne der TA Lärm) der Vor-, Zusatz- und

Gesamtbelastung berücksichtigt, die mind. 12,0 dB(A) unterhalb des jeweiligen maßgebenden Immissionsrichtwertes liegen. Die Ergebnisse der Schallimmissionsprognose in Kapitel 4 sind unter Berücksichtigung des erweiterten Einwirkungsbereichs angegeben. Die detaillierten Berechnungsergebnisse sind im Kapitel 7 aufgeführt.

Nach TA Lärm A.2.3.4 zur Schallausbreitungsrechnung müssen gemäß dem Verfahren der DIN ISO 9613-2 Abschirmungen und Reflexionen berücksichtigt werden. Die Ortsbesichtigung der Immissionsorte und der damit verbundenen Analyse der Lagegeometrie hat ergeben, dass für diese Schallimmissionsprognose Abschirmungen und Reflexionen vernachlässigt werden können und deshalb hier nicht weiter betrachtet werden.

Tab. 3.1 Immissionspunkte

IP	Immissionspunkt	System UTM WGS84		Nacht- IRW [dB(A)]	Auf- punkt- höhe [m]	Höhe [m ü. NHN]
		Ost	Nord			
dB-IP 01	Dorfstraße 4, 25548 Störkathen	32.549.625	5.981.441	45	5,0	6,0
dB-IP 02	Dorfstraße 6, 25548 Störkathen	32.549.667	5.981.478	45	5,0	6,8
dB-IP 03	Rotensande 4, 24616 Brokstedt	32.550.924	5.982.191	45	5,0	10,0
dB-IP 04	Twiete 12, 24616 Borstel	32.552.061	5.980.294	45	5,0	14,1
dB-IP 05	An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt	32.550.813	5.979.840	45	5,0	5,0
dB-IP 06	Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt	32.550.597	5.979.298	45	5,0	5,6
dB-IP 07	Krim 2, 25548 Kellinghusen	32.549.534	5.979.397	45	5,0	3,1
dB-IP 08	Krim 1, 25548 Kellinghusen	32.549.556	5.979.293	45	5,0	3,2

3.3 Schalltechnische Daten der Windenergieanlagen

Zwischen den Ortschaften Störkathen und Quarnstedt im Kreis Steinburg (Schleswig-Holstein) plant die PROKON Regenerative Energien eG die Errichtung von vier Windenergieanlagen vom Typ GE 5.5-158 auf 120,9 m Nabenhöhe.

Am Standort des geplanten Windparks Quarnstedt-Störkathen III befinden sich insgesamt 16 Windenergieanlagen in Betrieb. Im Zuge dieser Planung werden von PROKON Regenerative Energien eG neun Windenergieanlagen des Windparks Quarnstedt-Störkathen vom Typ AN Bonus 1,3MW/62 mit einem Rotordurchmesser von 62 m auf einer Nabenhöhe (NH) von 68 m zurückgebaut.

In räumlich relevanter Nähe zum Windpark befindet sich in dem Gebiet der Gemeinde Quarnstedt eine Biogasanlage mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) und ein landwirtschaftlicher Betrieb mit einem Schweinestall mit Lüftern, die gemäß TA-Lärm berücksichtigt werden. Die vorbelastenden Anlagen, deren Schallquellenhöhen niedriger als 30,0 m sind, werden nach dem alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2 berechnet. Die sieben in Betrieb verbleibenden WEA sowie die sonstigen technischen Anlagen müssen in Absprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde in diesem Gutachten als Vorbelastung berücksichtigt werden.

Alle angegebenen Schallleistungspegel beziehen sich jeweils auf eine Referenzwindgeschwindigkeit von 95 % der Nennleistung bzw. von 10 m/s in 10 m Höhe. Die Vermessungen des Schallleistungspegels der WEA wurden, soweit nicht anders angegeben, entsprechend der Richtlinie der Fördergesellschaft Windenergie e.V. durchgeführt. Des Weiteren wird die Norm zur Schallmesstechnik IEC 61400-11 sowie die DIN 45681 zur Bestimmung der Tonhaltigkeit verwendet.

Die in diesem Gutachten verwendeten Schallleistungspegel werden entweder von den Herstellern garantiert, ergeben sich aus Vorgaben der zuständigen Genehmigungsbehörde (LLUR SH) oder wurden aus Einfach- bzw. Mehrfachvermessungen ermittelt. Falls vom Hersteller keine Oktavspektren vorliegen, werden sie nach Vorgabe der LAI Hinweise 2016 mit dem Referenzspektrum in die zugehörigen Oktavspektren überführt.

3.3.1 Bestehende Anlagen (Vorbelastung)

Im Gebiet des geplanten Windparks befindet sich derzeit der Windpark Quarnstedt-Störkathen und Quarnstedt-Störkathen II mit insgesamt 16 Windenergieanlagen in Betrieb:

- WP Quarnstedt-Störkathen (11x AN-Bonus 1,3MW/62 auf 68 m Nabenhöhe)
- WP Quarnstedt-Störkathen II (2x Vestas V80-2,0MW auf 100 m +
3x Vestas V90-2,0MW auf 105 m Nabenhöhe)

Desweiteren befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Windpark in dem Gebiet der Gemeinde Quarnstedt eine Biogasanlage mit einem BHKW und ein landwirtschaftlicher Betrieb mit einem Schweinestall mit Lüftern, die gemäß TA-Lärm berücksichtigt werden.

Windpark Quarnstedt-Störkathen

Sieben der elf Windenergieanlagen vom Typ AN Bonus 1,3MW/62 sollen zurückgebaut werden. Nach Vorgaben der zuständigen Genehmigungsbehörde werden die verbleibenden zwei Windenergieanlagen des Windparks Quarnstedt-Störkathen mit den behördlich vorgegebenen Koordinaten und Schalleistungspegeln inkl. Unsicherheiten ($L_{WA,90}$) als Vorbelastung berücksichtigt (E-Mail LLUR SH, Hr. Peters vom 07.01.2022 gem. Excel-Liste "WKA Störkathen"). Für diese vorbelastenden Windenergieanlagen liegen keine Informationen bzgl. der Oktavspektren vor, daher wurden diese mit dem Referenzspektrum ermittelt (s. Tabelle 3.6).

AN-Bonus 1,3 MW/62 (WEA 08 + WEA 10)

Tab. 3.2 Schallrelevante Daten der AN-Bonus 1,3 MW/62 (in Betrieb)

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
AN Bonus 1,3MW/62	1.300 kW	68,0 m	62,0 m
	Prüfbericht	Datum	Schalleistungspegel
Vermessung	-	-	-
	Wert		Wert
Unsicherheit Typvermessung σ_R	0,5 dB(A)	Unsicherheit Serienstreuung σ_p bzw. Standardabweichung s	0,0 dB(A)
Prognoseunsicherheit	1,0 dB(A)	Gesamtzuschlag K	1,43 dB(A)
	Bezug	Bemerkung	Wert
Vorgabe LLUR L_{WA}	95% Nennleistung	Tabelle Vorbelastung 07.01.2022	101,5 dB(A)
Verwendeter Wert $L_{WA,90}$	95% Nennleistung	-	102,9 dB(A)

Windpark Quarnstedt-Störkathen II

Am Standort des geplanten Windparks Quarnstedt-Störkathen III befindet sich der WP Quarnstedt-Störkathen II mit drei WEA vom Typ Vestas V90-2,0MW und zwei WEA vom Typ Vestas V80-2,0MW. Die entsprechenden Oktavspektren für die V90-2,0MW wurden aus dem Vermessungsbericht-Nr. WT 5633/07 vom März 2007 (3-fach Vermessung) und für die V80-2,0MW aus dem Vermessungsbericht-Nr. WT 3718/04 vom Sep. 2004 (3-fach VM) übernommen (s. Tab. 3.6) und auf den vorgegeben bzw. genehmigten Schalleistungspegel angepasst (s. Tab. 3.5).

Vestas V90-2,0MW (WEA 12, 15 + 16)

Tab. 3.3 Schallrelevante Daten der Vestas V90-2,0MW (in Betrieb)

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
Vestas V90-2,0MW	2.000 kW	105,0 m	90,0 m
	Prüfbericht	Datum	Schalleistungspegel
Vermessung	WT 5633/07	07.03.2007	103,3 dB(A)
	Wert		Wert
Unsicherheit Typvermessung σ_R	0,5 dB(A)	Unsicherheit Serienstreuung σ_p bzw. Standardabweichung s	-
Prognoseunsicherheit	1,0 dB(A)	Gesamtzuschlag K	1,43 dB(A)
	Bezug	Bemerkung	Wert
Vorgabe LLUR	95% Nennleistung	E-Mail LLUR Hr. Peters v. 10.01.2022	103,3 dB(A)
Verwendeter Wert $L_{WA,90}$	95% Nennleistung	-	104,7 dB(A)

Vestas V80-2,0MW (WEA 13 + 14)

Tab. 3.4 Schallrelevante Daten der Vestas V80-2,0MW (in Betrieb)

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
Vestas V80-2,0MW	2.000 kW	100,0 m	80,0 m
	Prüfbericht	Datum	Schalleistungspegel
Vermessung	WT 3718/04	10.09.2004	103,4 dB(A)
	Wert		Wert
Unsicherheit Typvermessung σ_R	0,5 dB(A)	Unsicherheit Serienstreuung σ_p bzw. Standardabweichung s	-
Prognoseunsicherheit	1,0 dB(A)	Gesamtzuschlag K	1,43 dB(A)
	Bezug	Bemerkung	Wert
Vorgabe LLUR	95% Nennleistung	E-Mail LLUR Hr. Peters v. 10.01.2022	103,4 dB(A)
Verwendeter Wert $L_{WA,90}$	95% Nennleistung	-	104,8 dB(A)

Tab. 3.5 Schallrelevante WEA-Daten Vorbelastung

Bezeichnung	System UTM WGS84		Anlagentyp	Höhe [m ü. NHN]	Naben- höhe [m]	L _{WA} [dB(A)]	K [dB(A)]	L _{WA,90} [dB(A)]
	Ost	Nord						
WEA 08	32.550.181	5.980.841	AN Bonus 1,3MW/62	5,0	68,0	101,5	1,43	102,9
WEA 10	32.550.227	5.981.072	AN Bonus 1,3MW/62	4,0	68,0	101,5	1,43	102,9
WEA 12	32.550.456	5.980.941	Vestas V90-2,0MW	4,1	105,0	103,3	1,43	104,7
WEA 13	32.550.014	5.980.664	Vestas V80-2,0MW	3,5	100,0	103,4	1,43	104,8
WEA 14	32.550.635	5.980.708	Vestas V80-2,0MW	4,0	100,0	103,4	1,43	104,8
WEA 15	32.550.564	5.980.434	Vestas V90-2,0MW	4,5	105,0	103,3	1,43	104,7
WEA 16	32.550.066	5.980.092	Vestas V90-2,0MW	3,7	105,0	103,3	1,43	104,7

Tab. 3.6 Oktavspektren der Vorbelastung

Anlagentyp	f [Hz]								
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	L _{WA,90} [dB(A)]
AN-Bonus 1,3MW/62 (WEA 08 + 10)	82,6	91,0	95,2	97,4	96,9	94,9	90,9	66,9	102,9
Vestas V90-2,0MW (WEA 12, 15 + 16)	86,1	91,5	95,0	97,7	99,5	97,7	95,2	84,5	104,7
Vestas V80-2,0MW (WEA 13+14)	86,2	93,3	97,9	99,6	98,4	96,1	90,4	78,3	104,8

Sonstige Vorbelastung: landwirtschaftliche Betriebe

Folgende sonstige Anlagen gemäß TA Lärm wurden als Vorbelastung berücksichtigt:

- Biogasanlage mit BHKW
- Tierhaltungsanlagen -> Schweinestall mit Lüftern

Da keine Informationen über die Betriebsweise bzw. den Betriebszeitraum dieser Anlage vorliegen, wird im Sinne eines konservativen Ansatzes von einem 24h-Betrieb ausgegangen. Der Schallleistungspegel (L_{WA}) wird pauschal mit einem konservativen Wert von 100,0 dB(A) für das BHKW und 95,0 dB(A) für die Lüfter vom Gutachter angesetzt, was einem durchschnittlichen Schallleistungspegel für solche Anlagen entspricht. Die Schallleistungspegel der Tierhaltungsanlage und des BHKW beinhalten bereits Unsicherheiten.

Die vorbelastenden Anlagen, deren Schallquellenhöhen niedriger als 30,0 m sind, werden nach dem bisherigen alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2 berechnet.

Tab. 3.7 Schallrelevante Daten sonst. Vorbelastung

Bezeichnung	System UTM WGS84		Anlagentyp	Höhe [m ü. NHN]	Quell- höhe [m]	L _{WA,90} (Nacht) [dB(A)]
	Ost	Nord				
BHKW	32.552.371	5.979.615	Biogasanlage Quarnstedt	17,1	6,0	100,0
Lüfter Schweinestall	32.552.491	5.979.060	Schweinestall Quarnstedt	19,0	10,0	95,0

3.3.2 Geplante Anlagen (Zusatzbelastung)

GE 5.5-158

Die Windenergieanlage GE 5.5-158 des Herstellers GE Renewable Energy verfügt über eine Nennleistung von 5.500 kW, einen Rotordurchmesser von 158,0 m und eine Nabhöhe von 120,9 m.

Für diesen Anlagentyp liegt ein FGW-konformer Messbericht im Normalbetrieb Mode „NO“ der WEA (offene, nicht schallreduzierte Fahrweise) vor. Gemäß Vermessung hat dieser Anlagentyp hierbei einen Schallleistungspegel von $L_{WA} = 105,7$ dB(A) zuzüglich eines projektspezifischen Zuschlags von 0,7 dB(A).

Die Unsicherheit der Typvermessung wird mit $\sigma_R = 0,5$ dB(A) angesetzt und die Unsicherheit des Prognosemodells wird weiterhin nach Vorgabe der LAI Hinweise 2016 mit $\sigma_{Prog} = 1,0$ dB(A) angenommen. Daraus ergibt sich die Standardabweichung $\sigma_{ges} = 1,12$ dB(A) und somit der Zuschlag $K = 1,43$ dB(A) für die Gesamtunsicherheit mit einem oberen Vertrauensniveau von 90 %.

Die entsprechenden Oktavspektren für die offene Fahrweise wurden aus der Vermessung SE20015B2, vollständiger Bericht vom 19.02.2021 (s. Seite 29 von 39 Tabelle Terz- und Oktavschallleistungsspektrum bei 9m/s) entnommen. In allen Oktavspektren wurde der projektspezifische Zuschlag und anschließend der Sicherheitszuschlag K addiert (s. Tab. 3.8).

GE 5.5-158 (WEA 01-04)

Tab. 3.8 Schallrelevante Daten der GE 5.5-158 im Mode „NO“ (Normalbetrieb)

	Nennleistung	Nabenhöhe	Rotordurchmesser
GE 5.5-158	5.500 kW	120,9 m	158,0 m
	Prüfbericht/Datum	Bemerkung	Schalleistungspegel
Vermessung	SE20015B2 / 19.02.2021	Lwa 105,7 dB(A) zzgl. projektspezifischem Zuschlag	106,4 dB(A)
	Wert		Wert
Unsicherheit Typvermessung σ_R	0,5 dB(A)	Unsicherheit Serienstreuung σ_P bzw. Standardabweichung S	-
Tonhaltigkeit. Nah/Fern	0 dB/0 dB	Gesamtzuschlag K	1,43 dB(A)
	Bezug	Bemerkung	Wert
Verwendeter Wert $L_{WA,90}$	95% Nennleistung	--	107,8 dB(A)

Tab. 3.9 Schallrelevante WEA-Daten Zusatzbelastung

Bezeichnung	System UTM WGS84		Anlagentyp	Höhe [m ü. NHN]	Nabenhöhe [m]	L_{WA} [dB(A)]	K [dB(A)]	$L_{WA,90}$ [dB(A)]
	Ost	Nord						
WEA 01	32.550.773	5.981.113	GE WIND ENERGY GE 5.5-158	5,4	120,9	106,4	1,43	107,8
WEA 02	32.550.231	5.980.419	GE WIND ENERGY GE 5.5-158	3,1	120,9	106,4	1,43	107,8
WEA 03	32.551.039	5.980.497	GE WIND ENERGY GE 5.5-158	5,0	120,9	106,4	1,43	107,8
WEA 04	32.550.106	5.979.760	GE WIND ENERGY GE 5.5-158	3,0	120,9	106,4	1,43	107,8

Tab. 3.10 Oktavspektren der Zusatzbelastung gem. Messbericht inkl. projektspezifischem Zuschlag (L_{WA})

Anlagentyp \ f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	L_{WA} [dB(A)]
GE 5.5-158 (WEA 01-04)	86,9	93,3	98,8	98,6	100,4	101,2	92,9	78,5	106,4

Tab. 3.11 Oktavspektren der Zusatzbelastung mit Sicherheit 90 % ($L_{WA,90}$)

Anlagentyp \ f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	$L_{WA,90}$ [dB(A)]
GE 5.5-158 (WEA 01-04)	88,3	94,8	100,2	100,1	101,8	102,7	94,3	79,9	107,8

4 Ergebnisse und Prognosequalität

4.1 Berechnungsergebnisse

Aufgrund der existierenden Windenergieanlagen, sowie der sonstigen schallrelevanten technischen Anlagen gemäß TA Lärm in unmittelbarer Umgebung der Windparkplanung Quarnstedt-Störkathen III wurden die Berechnungen der Schallimmissionen für

- die Vorbelastung VB (7 x WEA und 2 x sonst. VB)
- die Zusatzbelastung ZB (4 x WEA)
- die Gesamtbelastung GB (VB und ZB)

durchgeführt und folgende Schalldruckpegel an den untersuchten Immissionsorten ermittelt.

In den nachfolgenden Tabellen 4.1 bis 4.3 wird die Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs für die Vorbelastung (VB), die Zusatzbelastung (ZB) und die Gesamtbelastung (GB) geprüft. Die hierbei angegebenen Teilbeurteilungspegel der einzelnen Anlagen sind textlich durchgestrichen, sofern sie das Abschneidekriterium (Teilbeurteilungspegel mind. 12 dB(A) unterhalb des Immissionsrichtwertes, siehe Kap. 3.2) erfüllen. Sie werden in diesem Falle nicht bei der Ermittlung des Gesamtbeurteilungspegels berücksichtigt. Ferner werden mögliche Überschreitungen in Tabelle 4.4 grau hervorgehoben.

Anmerkung:

Die Ergebnisse sind nur in Verbindung mit den WindPRO-Berechnungen vom 09. März 2022 gültig.

Die exakten Koordinaten der Windenergieanlagen und Immissionsorte sind diesen Berechnungen zu entnehmen. Die Berechnungen stellen lediglich eine Abschätzung der Schallimmissionen dar und sind nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Tab. 4.1 Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs für die Vorbelastung (VB) mit oberer Vertrauensbereichsgrenze $L_{r,90}$

Objekt	IP 01	IP 02	IP 03	IP 04	IP 05	IP 06	IP 07	IP 08
IRW Nacht [dB(A)]	45	45	45	45	45	45	45	45
BHKW Biogasanlage	40,58	40,64	42,19	28,62	20,27	18,67	12,80	12,85
Lüfter Schweinestall	3,80	3,84	4,67	17,58	13,35	13,08	7,18	7,34
WEA 08	34,08	34,07	27,17	24,38	30,11	26,74	26,86	26,24
WEA 10	35,61	35,82	28,93	24,17	28,54	25,28	25,28	24,72
WEA 12	33,24	33,41	29,64	26,59	31,26	27,16	26,12	25,60
WEA 13	35,61	35,42	27,82	25,99	32,67	29,85	30,87	30,15
WEA 14	31,77	31,87	29,66	29,86	35,40	30,42	28,24	27,80
WEA 15	29,28	29,28	26,16	28,26	37,59	31,46	28,58	28,10
WEA 16	28,93	28,74	23,28	24,81	35,47	33,39	34,34	33,47
Summe VB $L_{r,90}$ [dB(A)]	40,77	40,81	--	--	41,05	33,39	34,34	33,47

Die Berechnungen zur Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs der Vorbelastung in der Nacht zeigen im Ergebnis, dass einige Immissionspunkte außerhalb des Einwirkungsbereichs einzelner in Betrieb befindlicher sonst. Anlagen und WEA liegen. Der Teilbeitrag dieser Anlagen wird bei der Ermittlung des Gesamtbeurteilungspegels am jeweiligen Immissionspunkt nicht berücksichtigt.

Tab. 4.2 Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs für die Zusatzbelastung (ZB) mit oberer Vertrauensbereichsgrenze $L_{r,90}$

Objekt	IP 01	IP 02	IP 03	IP 04	IP 05	IP 06	IP 07	IP 08
IRW Nacht [dB(A)]	45	45	45	45	45	45	45	45
WEA 01	34,24	34,52	35,28	31,45	33,51	29,36	27,58	27,17
WEA 02	34,30	34,19	28,87	29,30	38,35	34,37	33,83	33,16
WEA 03	30,19	30,28	30,20	35,77	40,10	33,47	29,10	28,81
WEA 04	29,86	29,69	25,24	28,11	39,87	40,43	40,37	39,71
Summe ZB $L_{r,90}$ [dB(A)]	37,28	37,37	35,28	35,77	44,63	42,04	41,24	40,58

Die Berechnungen zur Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs der Zusatzbelastung zeigen im Ergebnis, dass sich einige Immissionspunkte außerhalb des Einwirkungsbereichs einzelner geplanter WEA befinden. Der Teilbeitrag dieser Anlagen wird bei der Ermittlung des Gesamtbeurteilungspegels am jeweiligen Immissionspunkt nicht berücksichtigt.

Tab. 4.3 Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs für die Gesamtbelastung (GB) mit oberer Vertrauensbereichsgrenze $L_{r,90}$

Objekt	IP 01	IP 02	IP 03	IP 04	IP 05	IP 06	IP 07	IP 08
IRW Nacht [dB(A)]	45	45	45	45	45	45	45	45
WEA 08	34,08	34,07	27,17	24,38	30,11	26,74	26,86	26,24
WEA 10	35,61	35,82	28,93	24,17	28,54	25,28	25,28	24,72
WEA 12	33,24	33,41	29,64	26,59	31,26	27,16	26,12	25,60
WEA 13	35,61	35,42	27,82	25,99	32,67	29,85	30,87	30,15
WEA 14	31,77	31,87	29,66	29,86	35,40	30,42	28,24	27,80
WEA 15	29,28	29,28	26,16	28,26	37,59	31,46	28,58	28,10
WEA 16	28,93	28,74	23,28	24,81	35,47	33,39	34,34	33,47
Summe VB $L_{r,90}$ [dB(A)]	40,77	40,81	--	--	41,05	33,39	34,34	33,47
WEA 01	34,24	34,52	35,28	31,45	33,51	29,36	27,58	27,17
WEA 02	34,30	34,19	28,87	29,30	38,35	34,37	33,83	33,16
WEA 03	30,19	30,28	30,20	35,77	40,10	33,47	29,10	28,81
WEA 04	29,86	29,69	25,24	28,11	39,87	40,43	40,37	39,71
Summe ZB $L_{r,90}$ [dB(A)]	37,28	37,37	35,28	35,77	44,63	42,04	41,24	40,58
Summe GB $L_{r,90}$ [dB(A)]	42,38	42,43	35,28	35,77	46,21	42,60	42,05	41,35

Die Berechnungen zur Anwendung des erweiterten Einwirkungsbereichs der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung zeigen im Ergebnis, dass einige Immissionspunkte außerhalb des Einwirkungsbereichs einzelner in Betrieb, vor Inbetriebnahme, im Genehmigungsverfahren befindlicher und geplanter WEA liegen. Der Teilbeitrag dieser Anlagen wird bei der Ermittlung des Gesamtbeurteilungspegels am jeweiligen Immissionspunkt nicht berücksichtigt.

Tab. 4.4 Ergebnisse der Schallimmissionsprognose inkl. Vertrauensbereich 90 %

IP	Bezeichnung	Nacht- Immissions- richtwert [dB(A)]	Beurteilungs- pegel $L_{r,90}$ VB [dB(A)]	Beurteilungs- pegel $L_{r,90}$ ZB [dB(A)]	Beurteilungs- pegel $L_{r,90}$ GB [dB(A)]
dB-IP 01	Dorfstraße 4, 25548 Störkathen	45	41	37	42
dB-IP 02	Dorfstraße 6, 25548 Störkathen	45	41	37	42
dB-IP 03	Rotensande 4, 24616 Brokstedt	45	--*)	35	35
dB-IP 04	Twiete 12, 24616 Borstel	45	--*)	36	36
dB-IP 05	An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt	45	41	45	46
dB-IP 06	Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt	45	33	42	43
dB-IP 07	Krim 2, 25548 Kellinghusen	45	34	41	42
dB-IP 08	Krim 1, 25548 Kellinghusen	45	33	41	41

*) Immissionspunkte liegen nicht im Einwirkungsbereich

Mögliche Überschreitungen der Immissionsrichtwerte werden grau hinterlegt dargestellt.

Die Beurteilungspegel einschließlich der oberen Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90 % ($L_{r,90}$) werden nach der DIN 1333 gemäß Ziffer 4.5.1 als ganzzahlige Werte angegeben.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass es zu einer Überschreitung des Nacht-Immissionsrichtwertes gemäß TA Lärm in der Gesamtbelastung am Immissionsort dB-IP 05 kommt.

Weitere Hinweise hierzu sind im Kap. 4.2 und Kap. 7 aufgeführt.

4.2 Qualität der Prognose

Die bei der Ausbreitungsberechnung verwendeten Schallleistungspegel sind im Sinne der Statistik Schätzwerte. Daher ist im Rahmen einer Schallimmissionsprognose der obere Vertrauensbereich der Schalldruckpegel an den Immissionsorten zu ermitteln. Dieser soll mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % nachgewiesen werden.

Bei der Ermittlung der in den vorangegangenen Tabellen 4.1 bis 4.4 dargestellten oberen Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels von 90 % wird neben der Ungenauigkeit der Vermessung des Schallleistungspegels auch die Unsicherheit des Prognosemodells berücksichtigt (siehe Kap. 2.2.4). Die Serienstreuung der WEA wurde gemäß der Vorgabe der Genehmigungsbehörde (LLUR SH) nicht bei der Bildung der Gesamtunsicherheit berücksichtigt. Die Ermittlung der Sicherheitsreserve zu den Immissionsrichtwerten ist in nachfolgender Tab. 4.5 dargestellt, wobei mögliche Überschreitungen grau hervorgehoben werden.

Tab. 4.5: Ergebnisse der Schallimmissionsprognose (Vorbelastung) mit oberer Vertrauensbereichsgrenze $L_{r,90}$ und Sicherheitsreserve zum Immissionsrichtwert (IRW)

IP	Immissionsort	Nacht- IRW [dB(A)]	Vorbelastung		Zusatzbelastung		Gesamtbelastung	
			$L_{r,90}$ [dB(A)]	Abstand z. IRW	$L_{r,90}$ [dB(A)]	Abstand z. IRW	$L_{r,90}$ [dB(A)]	Abstand z. IRW
dB-IP 01	Dorfstraße 4, 25548 Störkathen	45	41	4	37	8	42	3
dB-IP 02	Dorfstraße 6, 25548 Störkathen	45	41	4	37	8	42	3
dB-IP 03	Rotensande 4, 24616 Brokstedt	45	--*)	45	35	10	35	10
dB-IP 04	Twiete 12, 24616 Borstel	45	--*)	45	36	9	36	9
dB-IP 05	An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt	45	41	4	45	0	46	-1
dB-IP 06	Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt	45	33	12	42	3	43	2
dB-IP 07	Krim 2, 25548 Kellinghusen	45	34	11	41	4	42	3
dB-IP 08	Krim 1, 25548 Kellinghusen	45	33	12	41	4	41	4

*) Immissionspunkte liegen nicht im Einwirkungsbereich

Mögliche Überschreitungen der Immissionsrichtwerte werden grau hinterlegt dargestellt.

Tabelle 4.5 zeigt die Berechnungsergebnisse der Beurteilungspegel in der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung unter Berücksichtigung einer spezifischen Prognoseunsicherheit von 90 % für die einzelnen Immissionspunkte.

Bei der Gesamtbelastung kommt es am Immissionsort dB-IP 05 zu einer Überschreitung des zulässigen Immissionsrichtwertes (Nacht-IRW) gemäß TA Lärm um 1 dB(A).

Nach TA Lärm 3.2.1 Abs. 3 gilt:

„Unbeschadet der Regelung in Absatz 2 soll für die zu beurteilende Anlage die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 aufgrund der Vorbelastung auch dann nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1,0 dB(A) beträgt.“

An allen anderen Immissionsorten zeigen die Berechnungen unter Berücksichtigung einer spezifischen Prognoseunsicherheit von 90 %, dass es zu keiner Überschreitung der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm bei der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung kommt bzw. diese deutlich unterschritten werden.

Daher hält die PROKON Regenerative Energien eG das Vorhaben aus schallimmissionsschutzrechtlicher Sicht grundsätzlich für genehmigungsfähig.

Sollte sich der Standort, der Anlagentyp oder die Nabenhöhe der Windenergieanlagen ändern, sind die Werte des Schalldruckpegels an den Immissionsorten nicht mehr gültig und müssen neu berechnet werden.

5 Zusammenfassung

Für das Windparkvorhaben Quarnstedt-Störkathen III im Landkreis Steinburg (Schleswig-Holstein) wurde diese Schallimmissionsprognose durch die Firma PROKON Regenerative Energien eG gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik unparteiisch erstellt.

Unter Beachtung der sieben existierenden Windenergieanlagen sowie zwei weiterer schallrelevanter technischer Anlagen gemäß TA Lärm wurde der Schalldruckpegel der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung an acht Immissionsorten ermittelt und ausgewertet.

Die Berechnung der Beurteilungspegel zeigt bei offener, nicht schallreduzierter Fahrweise aller geplanten WEA unter Berücksichtigung einer spezifischen Prognoseunsicherheit von 90 % und unter Berücksichtigung des erweiterten Einwirkungsbereichs gemäß Einführungsverordnung Schleswig-Holstein vom 31.01.2018, dass es am kritischen Immissionsort dB-IP 05 bei der Gesamtbelastung zu einer Überschreitung des zulässigen Richtwertes kommt. Da diese Überschreitung nicht mehr als 1,0 dB(A) beträgt, kann die Regelung der TA Lärm in Kapitel 3.2.1, Absatz 3 angewandt werden. An allen anderen Immissionsorten werden die Richtwerte eingehalten bzw. deutlich unterschritten.

Daher hält die PROKON Regenerative Energien eG das Vorhaben aus schallimmissionsschutzrechtlicher Sicht grundsätzlich für genehmigungsfähig.

Sollte sich der Standort, der Anlagentyp oder die Nabenhöhe der Windenergieanlagen ändern, sind die Werte des Schalldruckpegels an den Immissionsorten nicht mehr gültig und müssen neu berechnet werden.

Die berechneten Ergebnisse stellen lediglich eine Prognose dar. Sie sind nach bestem Wissen und Gewissen und mit Berechnungsprogrammen nach dem neuesten Stand der Wissenschaft und Technik erstellt worden.

6 Vorschriften und Quellen (Auswahl)

- BImSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG)
- TA Lärm: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm)
- DIN ISO 9613-2: Akustik: Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- DIN 18005-1: Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren
- DIN 45645: Ermittlung Impulshaltigkeit, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen
- DIN 45681: Ermittlung Tonhaltigkeit, Schmalbandanalyse des unbewerteten Schalldruckpegels
- IEC TS 61400-14: Wind turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, 2005-03
- FGW TR1: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte; Fördergesellschaft Windenergie e. V. (FGW), 01.02.2008
- Dokumentation zur Schallausbreitung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1
- LAI Hinweise 2016: Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Stand 30.06.2016
- Windenergiehandbuch, Monika Agatz, 17. Ausgabe; Dezember 2020
- Städtebauliche Lärmfibel: Hinweise für die Bauleitplanung, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur, Baden-Württemberg; 2013
- WKA Einführungserlass Schleswig-Holstein vom 31.01.2018

7 Anhang

- Anhang A: Detaillierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
sonst. Vorbelastung mit Annahmen für Schallberechnung
- Anhang B: Detaillierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
Vorbelastung mit Annahmen für Schallberechnung
- Anhang C: Detaillierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
Zusatzbelastung mit Annahmen für Schallberechnung
- Anhang D: Detaillierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
Gesamtbelastung mit Annahmen für Schallberechnung
- Anhang E: Schallvermessung Windtest Grevenbroich GE 5.5-158
- Prüfbericht gemäß FGW (Dok.-Nr. SE20015B2 vom 19.02.2021)
 - offener Betriebsmodus („NO“)
- Anhang F: Fotodokumentation der Immissionspunkte

Anhang A

Detallierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
sonst. Vorbelastung mit Annahmen für Schallberechnung

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: sonst. Vorbelastung (Alternative Verfahren) **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Annahmen

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

LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA
K:	Einzelöne
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: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	3.298	3.298	9,0	Nein	10,58	100,0	3,01	81,36	6,27	4,80	0,00	0,00	92,43
Lüfter Schweinestall	3.726	3.726	10,5	Ja	3,80	95,0	3,01	82,42	7,08	4,70	0,00	0,00	94,21
Summe					11,41								

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	3.284	3.284	9,5	Nein	10,64	100,0	3,01	81,33	6,24	4,80	0,00	0,00	92,37
Lüfter Schweinestall	3.718	3.718	10,8	Ja	3,84	95,0	3,01	82,41	7,06	4,70	0,00	0,00	94,17
Summe					11,47								

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	2.955	2.955	8,6	Nein	12,19	100,0	3,01	80,41	5,61	4,80	0,00	0,00	90,82
Lüfter Schweinestall	3.501	3.501	10,0	Nein	4,67	95,0	3,01	81,89	6,65	4,80	0,00	0,00	93,34
Summe					12,89								

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	747	747	6,5	Ja	28,62	100,0	3,01	68,47	1,42	4,50	0,00	0,00	74,39
Lüfter Schweinestall	1.308	1.308	7,2	Ja	17,58	95,0	3,01	73,33	2,48	4,61	0,00	0,00	80,43
Summe					28,95								

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	1.575	1.575	2,8	Nein	20,27	100,0	3,01	74,94	2,99	4,80	0,00	0,00	82,74
Lüfter Schweinestall	1.851	1.851	4,7	Nein	13,35	95,0	3,01	76,35	3,52	4,80	0,00	0,00	84,66
Summe					21,08								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 10:01/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: sonst. Vorbelastung (Alternative Verfahren) **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronsoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	1.802	1.802	3,3	Nein	18,67	100,0	3,01	76,12	3,42	4,80	0,00	0,00	84,34
Lüfter Schweinestall	1.909	1.909	6,1	Ja	13,08	95,0	3,01	76,62	3,63	4,69	0,00	0,00	84,93
Summe					19,73								

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	2.846	2.846	6,5	Ja	12,80	100,0	3,01	80,09	5,41	4,72	0,00	0,00	90,21
Lüfter Schweinestall	2.977	2.977	8,8	Ja	7,18	95,0	3,01	80,48	5,66	4,70	0,00	0,00	90,83
Summe					13,85								

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
BHKW Biogasanlage	2.834	2.834	6,2	Ja	12,85	100,0	3,01	80,05	5,38	4,73	0,00	0,00	90,16
Lüfter Schweinestall	2.945	2.945	8,8	Ja	7,34	95,0	3,01	80,38	5,60	4,70	0,00	0,00	90,67
Summe					13,93								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG
Kirchhoffstraße 3
DE-25524 Itzehoe
+49 4821 6855 100
Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net
Berechnet:
09.03.2022 10:01/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: sonst. Vorbelastung (Alternative Verfahren)

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Alternatives Verf.

Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

-12,0 dB(A)

Keine Oktavbanddaten verwendet

Frequenzunabhängige Luftdämpfung: 1,9 dB/km

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 32

WEA: Biogasanlage 100 5.0 !-!

Schall: Lwa = 100 dB(A)

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
	12.08.2014	USER	17.11.2015 16:15

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	100,0	Nein

WEA: Sonstige Schweinemastanlage 1 1.0 !-!

Schall: 95,0dB(A)

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
LUGV Vorgabe WP Sembten II	21.01.2016	USER	08.02.2016 09:19

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	95,0	Nein

Schall-Immissionsort: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 10:01/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: sonst. Vorbelastung (Alternative Verfahren)

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Anhang B

Detallierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
Vorbelastung mit Annahmen für Schallberechnung

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Annahmen

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

LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA
K:	Einzelöne
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: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

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 08	818	820	34,08	102,9	0,00	69,28	2,54	-3,00	0,00	0,00	68,81
WEA 10	706	708	35,61	102,9	0,00	68,00	2,28	-3,00	0,00	0,00	67,28
WEA 12	969	974	33,24	104,7	0,00	70,77	3,65	-3,00	0,00	0,00	71,43
WEA 13	869	873	35,61	104,8	0,00	69,83	2,34	-3,00	0,00	0,00	69,16
WEA 14	1.247	1.251	31,77	104,8	0,00	72,94	3,06	-3,00	0,00	0,00	73,00
WEA 15	1.376	1.380	29,28	104,7	0,00	73,80	4,59	-3,00	0,00	0,00	75,38
WEA 16	1.419	1.422	28,93	104,7	0,00	74,06	4,68	-3,00	0,00	0,00	75,74
Summe			41,78								

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

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 08	818	821	34,07	102,9	0,00	69,28	2,54	-3,00	0,00	0,00	68,82
WEA 10	692	694	35,82	102,9	0,00	67,83	2,24	-3,00	0,00	0,00	67,07
WEA 12	954	959	33,41	104,7	0,00	70,64	3,62	-3,00	0,00	0,00	71,25
WEA 13	885	889	35,42	104,8	0,00	69,98	2,37	-3,00	0,00	0,00	69,35
WEA 14	1.237	1.240	31,87	104,8	0,00	72,87	3,04	-3,00	0,00	0,00	72,91
WEA 15	1.376	1.380	29,28	104,7	0,00	73,80	4,59	-3,00	0,00	0,00	75,38
WEA 16	1.442	1.445	28,74	104,7	0,00	74,20	4,72	-3,00	0,00	0,00	75,92
Summe			41,81								

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

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 08	1.540	1.541	27,17	102,9	0,00	74,76	3,97	-3,00	0,00	0,00	75,73
WEA 10	1.318	1.319	28,93	102,9	0,00	73,40	3,56	-3,00	0,00	0,00	73,97
WEA 12	1.334	1.337	29,64	104,7	0,00	73,53	4,49	-3,00	0,00	0,00	75,02
WEA 13	1.777	1.779	27,82	104,8	0,00	76,00	3,95	-3,00	0,00	0,00	76,95
WEA 14	1.510	1.513	29,66	104,8	0,00	74,60	3,51	-3,00	0,00	0,00	75,11
WEA 15	1.793	1.795	26,16	104,7	0,00	76,08	5,42	-3,00	0,00	0,00	78,50
WEA 16	2.267	2.269	23,28	104,7	0,00	78,12	6,26	-3,00	0,00	0,00	81,38
Summe			36,41								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 11:05/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

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 08	1.957	1.958	24,38	102,9	0,00	76,84	4,68	-3,00	0,00	0,00	78,52
WEA 10	1.992	1.992	24,17	102,9	0,00	76,99	4,73	-3,00	0,00	0,00	78,72
WEA 12	1.730	1.732	26,59	104,7	0,00	75,77	5,30	-3,00	0,00	0,00	78,07
WEA 13	2.080	2.081	25,99	104,8	0,00	77,37	4,41	-3,00	0,00	0,00	78,78
WEA 14	1.484	1.487	29,86	104,8	0,00	74,45	3,47	-3,00	0,00	0,00	74,91
WEA 15	1.503	1.506	28,26	104,7	0,00	74,56	4,85	-3,00	0,00	0,00	76,40
WEA 16	2.005	2.007	24,81	104,7	0,00	77,05	5,81	-3,00	0,00	0,00	79,86
Summe			35,22								

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

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 08	1.184	1.186	30,11	102,9	0,00	72,48	3,30	-3,00	0,00	0,00	72,78
WEA 10	1.364	1.366	28,54	102,9	0,00	73,71	3,65	-3,00	0,00	0,00	74,36
WEA 12	1.158	1.162	31,26	104,7	0,00	72,30	4,10	-3,00	0,00	0,00	73,41
WEA 13	1.148	1.152	32,67	104,8	0,00	72,23	2,88	-3,00	0,00	0,00	72,10
WEA 14	886	891	35,40	104,8	0,00	70,00	2,37	-3,00	0,00	0,00	69,37
WEA 15	644	652	37,59	104,7	0,00	67,28	2,79	-3,00	0,00	0,00	67,08
WEA 16	788	794	35,47	104,7	0,00	69,00	3,19	-3,00	0,00	0,00	69,19
Summe			42,47								

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronsoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

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 08	1.598	1.600	26,74	102,9	0,00	75,08	4,07	-3,00	0,00	0,00	76,15
WEA 10	1.813	1.814	25,28	102,9	0,00	76,17	4,44	-3,00	0,00	0,00	77,61
WEA 12	1.649	1.652	27,16	104,7	0,00	75,36	5,14	-3,00	0,00	0,00	77,51
WEA 13	1.486	1.488	29,85	104,8	0,00	74,45	3,47	-3,00	0,00	0,00	74,92
WEA 14	1.411	1.414	30,42	104,8	0,00	74,01	3,34	-3,00	0,00	0,00	74,35
WEA 15	1.137	1.141	31,46	104,7	0,00	72,15	4,05	-3,00	0,00	0,00	73,20
WEA 16	956	961	33,39	104,7	0,00	70,65	3,62	-3,00	0,00	0,00	71,27
Summe			38,44								

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

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 08	1.582	1.584	26,86	102,9	0,00	74,99	4,04	-3,00	0,00	0,00	76,04
WEA 10	1.813	1.814	25,28	102,9	0,00	76,17	4,44	-3,00	0,00	0,00	77,61
WEA 12	1.798	1.801	26,12	104,7	0,00	76,11	5,43	-3,00	0,00	0,00	78,54
WEA 13	1.355	1.358	30,87	104,8	0,00	73,66	3,25	-3,00	0,00	0,00	73,90
WEA 14	1.712	1.715	28,24	104,8	0,00	75,68	3,84	-3,00	0,00	0,00	76,53
WEA 15	1.462	1.465	28,58	104,7	0,00	74,32	4,77	-3,00	0,00	0,00	76,08
WEA 16	875	881	34,34	104,7	0,00	69,90	3,42	-3,00	0,00	0,00	70,32
Summe			38,17								

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

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 08	1.670	1.671	26,24	102,9	0,00	75,46	4,20	-3,00	0,00	0,00	76,66
WEA 10	1.902	1.903	24,72	102,9	0,00	76,59	4,59	-3,00	0,00	0,00	78,18
WEA 12	1.878	1.881	25,60	104,7	0,00	76,49	5,58	-3,00	0,00	0,00	79,07
WEA 13	1.446	1.449	30,15	104,8	0,00	74,22	3,40	-3,00	0,00	0,00	74,62
WEA 14	1.780	1.782	27,80	104,8	0,00	76,02	3,95	-3,00	0,00	0,00	76,97

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenziertes Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 11:05/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Vorbelastung (Interimsverfahren) **Schallberechnungs-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]
WEA 15	1.523	1.526	28,10	104,7	0,00	74,67	4,89	-3,00	0,00	0,00	76,56
WEA 16	948	954	33,47	104,7	0,00	70,59	3,60	-3,00	0,00	0,00	71,19
Summe			37,47								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG
 Kirchhoffstraße 3
 DE-25524 Itzehoe
 +49 4821 6855 100
 Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net
 Berechnet:
 09.03.2022 11:05/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Vorbelastung (Interimsverfahren)

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 32

WEA: AN Windenergie GmbH AN BONUS 1,3 MW/62 1300-250 62.0 !O!

Schall: 101,5 dB(A)* + 1,4 dB(A) - 4488 BImSch-G.

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Nachbewertung aus Schallprüfung	07.01.2022	USER	11.01.2022 08:34
Vorgabe LLUR per Mail von Hr. Maas Peter Peters - + 1,43dB(A) SZ gem. LLUR SH LAI Hinweise 2016 - Referenzspektrum für Oktavbanddaten gemäß Entwurf LAI-Hinweise 2016			

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Von WEA-Katalog	68,0		10,0	102,9	Nein	82,6	91,0	95,2	97,4	96,9	94,9	90,9	66,9

WEA: VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O!

Schall: Mode 0 - 103,4 dB(A)* + 1,4 dB - 3010 BImSch-G.

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
BImSch-Genehmigung Q-S II	25.10.2010	USER	25.01.2022 10:39
Vorgabe LLUR am 10.01.2022 per Mail von Hr. Peters - + 1,43dB(A) SZ gem. LLUR SH LAI Hinweise 2016 -> Spektrum für Oktavbanddaten aus dem Vermessungsbericht-Nr. WT 3718/04 vom Sep.2004 (3-fach VM) -> angepasst auf den genehmigten o. g. SLP bei 9 m/s + SZ)			

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	104,8	Nein	86,2	93,3	97,9	99,6	98,4	96,1	90,4	78,3

WEA: VESTAS V90 2000 90.0 !O!

Schall: Mode 0 - 103,3 dB(A)* + 1,4 dB - 3010 BImSch-G.

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
BImSch-Genehmigung Q-S II	25.10.2010	USER	25.01.2022 11:14
Vorgabe LLUR am 10.01.2022 per Mail von Hr. Peters - + 1,43dB(A) SZ gem. LLUR SH LAI Hinweise 2016 -> Spektrum für Oktavbanddaten aus dem Vermessungsbericht-Nr. WT 5633/07 vom März 2007 (3-fach VM) -> 103,4dB(A) -> angepasst auf den o. g. genehmigten SLP + SZ)			

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Von WEA-Katalog	105,0		10,0	104,7	Nein	86,1	91,5	95,0	97,7	99,5	97,7	95,2	84,5

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG
Kirchhoffstraße 3
DE-25524 Itzehoe
+49 4821 6855 100
Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net
Berechnet:
09.03.2022 11:05/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Vorbelastung (Interimsverfahren)

Schall-Immissionsort: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Anhang C

Detallierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
Zusatzbelastung mit Annahmen für Schallberechnung

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Annahmen

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

LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA
K:	Einzelöne
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: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

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 01	1.194	1.199	34,24	107,8	0,00	72,58	4,03	-3,00	0,00	0,00	73,61
WEA 02	1.188	1.193	34,30	107,8	0,00	72,53	4,02	-3,00	0,00	0,00	73,55
WEA 03	1.700	1.704	30,19	107,8	0,00	75,63	5,03	-3,00	0,00	0,00	77,66
WEA 04	1.749	1.752	29,86	107,8	0,00	75,87	5,12	-3,00	0,00	0,00	77,99
Summe			38,67								

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

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 01	1.165	1.170	34,52	107,8	0,00	72,36	3,97	-3,00	0,00	0,00	73,33
WEA 02	1.200	1.205	34,19	107,8	0,00	72,62	4,04	-3,00	0,00	0,00	73,66
WEA 03	1.687	1.691	30,28	107,8	0,00	75,56	5,01	-3,00	0,00	0,00	77,57
WEA 04	1.774	1.777	29,69	107,8	0,00	75,99	5,17	-3,00	0,00	0,00	78,16
Summe			38,72								

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

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 01	1.088	1.094	35,28	107,8	0,00	71,78	3,79	-3,00	0,00	0,00	72,57
WEA 02	1.902	1.905	28,87	107,8	0,00	76,60	5,39	-3,00	0,00	0,00	78,98
WEA 03	1.698	1.701	30,20	107,8	0,00	75,61	5,03	-3,00	0,00	0,00	77,64
WEA 04	2.565	2.567	25,24	107,8	0,00	79,19	6,42	-3,00	0,00	0,00	82,61
Summe			37,42								

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

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 01	1.526	1.529	31,45	107,8	0,00	74,69	4,71	-3,00	0,00	0,00	76,40
WEA 02	1.833	1.836	29,30	107,8	0,00	76,28	5,27	-3,00	0,00	0,00	78,55
WEA 03	1.041	1.047	35,77	107,8	0,00	71,40	3,68	-3,00	0,00	0,00	72,08
WEA 04	2.026	2.029	28,11	107,8	0,00	77,14	5,59	-3,00	0,00	0,00	79,74
Summe			38,24								

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

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 01	1.274	1.279	33,51	107,8	0,00	73,14	4,20	-3,00	0,00	0,00	74,34
WEA 02	821	829	38,35	107,8	0,00	69,37	3,13	-3,00	0,00	0,00	69,50
WEA 03	695	705	40,10	107,8	0,00	67,96	2,79	-3,00	0,00	0,00	67,75
WEA 04	711	720	39,87	107,8	0,00	68,15	2,83	-3,00	0,00	0,00	67,98
Summe			44,63								

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

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 01	1.824	1.827	29,36	107,8	0,00	76,24	5,25	-3,00	0,00	0,00	78,49
WEA 02	1.180	1.185	34,37	107,8	0,00	72,48	4,00	-3,00	0,00	0,00	73,48
WEA 03	1.278	1.283	33,47	107,8	0,00	73,17	4,21	-3,00	0,00	0,00	74,38
WEA 04	674	683	40,43	107,8	0,00	67,69	2,72	-3,00	0,00	0,00	67,42
Summe			42,27								

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

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 01	2.116	2.120	27,58	107,8	0,00	77,53	5,74	-3,00	0,00	0,00	80,27
WEA 02	1.237	1.243	33,83	107,8	0,00	72,89	4,13	-3,00	0,00	0,00	74,02
WEA 03	1.865	1.868	29,10	107,8	0,00	76,43	5,32	-3,00	0,00	0,00	78,75
WEA 04	678	687	40,37	107,8	0,00	67,75	2,74	-3,00	0,00	0,00	67,48
Summe			41,67								

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

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 01	2.190	2.193	27,17	107,8	0,00	77,82	5,86	-3,00	0,00	0,00	80,67
WEA 02	1.314	1.319	33,16	107,8	0,00	73,40	4,29	-3,00	0,00	0,00	74,69
WEA 03	1.911	1.914	28,81	107,8	0,00	76,64	5,40	-3,00	0,00	0,00	79,04
WEA 04	722	731	39,71	107,8	0,00	68,28	2,86	-3,00	0,00	0,00	68,14
Summe			41,04								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG
Kirchhoffstraße 3
DE-25524 Itzehoe
+49 4821 6855 100
Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net
Berechnet:
09.03.2022 10:02/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung (Interimsverfahren)

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 32

WEA: GE WIND ENERGY GE 5.5-158 5500 158.0 !-!

Schall: Mode NO - 106,4dB(A)* + 1,4 dB - 1-fach VM - PS4488

Datenquelle

Quelle/Datum Quelle Bearbeitet

BImSch-Genehmigung Horst IV - LLUR SH 19.02.2021 USER 06.01.2022 12:17

Q-S III BImSch-G. gem. Vorgabe vom LLUR SH: +1,43 dB SZ -> 1.Vermessung von Windtest Messbericht: SE20015B2 vom 19.02.2021 Messung am 05/06.02.2021 am Standort Wieringermeer (NL) 105,7 dB + projektspezifischen Zuschlag

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
				[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Von WEA-Katalog		10,0	107,8	88,3	94,8	100,2	100,1	101,8	102,7	94,3	79,9	

Schall-Immissionsort: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 10:02/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Zusatzbelastung (Interimsverfahren)

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronsoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Anhang D

Detallierte Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung
Gesamtbelastung mit Annahmen für Schallberechnung

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Annahmen

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

LWA,ref:	Schalleistungspegel der WEA
K:	Einzelöne
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: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

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 01	1.194	1.199	34,24	107,8	0,00	72,58	4,03	-3,00	0,00	0,00	73,61
WEA 02	1.188	1.193	34,30	107,8	0,00	72,53	4,02	-3,00	0,00	0,00	73,55
WEA 03	1.700	1.704	30,19	107,8	0,00	75,63	5,03	-3,00	0,00	0,00	77,66
WEA 04	1.749	1.752	29,86	107,8	0,00	75,87	5,12	-3,00	0,00	0,00	77,99
WEA 08	818	820	34,08	102,9	0,00	69,28	2,54	-3,00	0,00	0,00	68,81
WEA 10	706	708	35,61	102,9	0,00	68,00	2,28	-3,00	0,00	0,00	67,28
WEA 12	969	974	33,24	104,7	0,00	70,77	3,65	-3,00	0,00	0,00	71,43
WEA 13	869	873	35,61	104,8	0,00	69,83	2,34	-3,00	0,00	0,00	69,16
WEA 14	1.247	1.251	31,77	104,8	0,00	72,94	3,06	-3,00	0,00	0,00	73,00
WEA 15	1.376	1.380	29,28	104,7	0,00	73,80	4,59	-3,00	0,00	0,00	75,38
WEA 16	1.419	1.422	28,93	104,7	0,00	74,06	4,68	-3,00	0,00	0,00	75,74
Summe			43,51								

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

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 01	1.165	1.170	34,52	107,8	0,00	72,36	3,97	-3,00	0,00	0,00	73,33
WEA 02	1.200	1.205	34,19	107,8	0,00	72,62	4,04	-3,00	0,00	0,00	73,66
WEA 03	1.687	1.691	30,28	107,8	0,00	75,56	5,01	-3,00	0,00	0,00	77,57
WEA 04	1.774	1.777	29,69	107,8	0,00	75,99	5,17	-3,00	0,00	0,00	78,16
WEA 08	818	821	34,07	102,9	0,00	69,28	2,54	-3,00	0,00	0,00	68,82
WEA 10	692	694	35,82	102,9	0,00	67,83	2,24	-3,00	0,00	0,00	67,07
WEA 12	954	959	33,41	104,7	0,00	70,64	3,62	-3,00	0,00	0,00	71,25
WEA 13	885	889	35,42	104,8	0,00	69,98	2,37	-3,00	0,00	0,00	69,35
WEA 14	1.237	1.240	31,87	104,8	0,00	72,87	3,04	-3,00	0,00	0,00	72,91
WEA 15	1.376	1.380	29,28	104,7	0,00	73,80	4,59	-3,00	0,00	0,00	75,38
WEA 16	1.442	1.445	28,74	104,7	0,00	74,20	4,72	-3,00	0,00	0,00	75,92
Summe			43,55								

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

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 01	1.088	1.094	35,28	107,8	0,00	71,78	3,79	-3,00	0,00	0,00	72,57
WEA 02	1.902	1.905	28,87	107,8	0,00	76,60	5,39	-3,00	0,00	0,00	78,98
WEA 03	1.698	1.701	30,20	107,8	0,00	75,61	5,03	-3,00	0,00	0,00	77,64
WEA 04	2.565	2.567	25,24	107,8	0,00	79,19	6,42	-3,00	0,00	0,00	82,61
WEA 08	1.540	1.541	27,17	102,9	0,00	74,76	3,97	-3,00	0,00	0,00	75,73
WEA 10	1.318	1.319	28,93	102,9	0,00	73,40	3,56	-3,00	0,00	0,00	73,97

(Fortsetzung nächste Seite)...

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung (Interimsverfahren)**Schallberechnungs-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]
WEA 12	1.334	1.337	29,64	104,7	0,00	73,53	4,49	-3,00	0,00	0,00	75,02
WEA 13	1.777	1.779	27,82	104,8	0,00	76,00	3,95	-3,00	0,00	0,00	76,95
WEA 14	1.510	1.513	29,66	104,8	0,00	74,60	3,51	-3,00	0,00	0,00	75,11
WEA 15	1.793	1.795	26,16	104,7	0,00	76,08	5,42	-3,00	0,00	0,00	78,50
WEA 16	2.267	2.269	23,28	104,7	0,00	78,12	6,26	-3,00	0,00	0,00	81,38
Summe			39,96								

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

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 01	1.526	1.529	31,45	107,8	0,00	74,69	4,71	-3,00	0,00	0,00	76,40
WEA 02	1.833	1.836	29,30	107,8	0,00	76,28	5,27	-3,00	0,00	0,00	78,55
WEA 03	1.041	1.047	35,77	107,8	0,00	71,40	3,68	-3,00	0,00	0,00	72,08
WEA 04	2.026	2.029	28,11	107,8	0,00	77,14	5,59	-3,00	0,00	0,00	79,74
WEA 08	1.957	1.958	24,38	102,9	0,00	76,84	4,68	-3,00	0,00	0,00	78,52
WEA 10	1.992	1.992	24,17	102,9	0,00	76,99	4,73	-3,00	0,00	0,00	78,72
WEA 12	1.730	1.732	26,59	104,7	0,00	75,77	5,30	-3,00	0,00	0,00	78,07
WEA 13	2.080	2.081	25,99	104,8	0,00	77,37	4,41	-3,00	0,00	0,00	78,78
WEA 14	1.484	1.487	29,86	104,8	0,00	74,45	3,47	-3,00	0,00	0,00	74,91
WEA 15	1.503	1.506	28,26	104,7	0,00	74,56	4,85	-3,00	0,00	0,00	76,40
WEA 16	2.005	2.007	24,81	104,7	0,00	77,05	5,81	-3,00	0,00	0,00	79,86
Summe			40,00								

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

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 01	1.274	1.279	33,51	107,8	0,00	73,14	4,20	-3,00	0,00	0,00	74,34
WEA 02	821	829	38,35	107,8	0,00	69,37	3,13	-3,00	0,00	0,00	69,50
WEA 03	695	705	40,10	107,8	0,00	67,96	2,79	-3,00	0,00	0,00	67,75
WEA 04	711	720	39,87	107,8	0,00	68,15	2,83	-3,00	0,00	0,00	67,98
WEA 08	1.184	1.186	30,11	102,9	0,00	72,48	3,30	-3,00	0,00	0,00	72,78
WEA 10	1.364	1.366	28,54	102,9	0,00	73,71	3,65	-3,00	0,00	0,00	74,36
WEA 12	1.158	1.162	31,26	104,7	0,00	72,30	4,10	-3,00	0,00	0,00	73,41
WEA 13	1.148	1.152	32,67	104,8	0,00	72,23	2,88	-3,00	0,00	0,00	72,10
WEA 14	886	891	35,40	104,8	0,00	70,00	2,37	-3,00	0,00	0,00	69,37
WEA 15	644	652	37,59	104,7	0,00	67,28	2,79	-3,00	0,00	0,00	67,08
WEA 16	788	794	35,47	104,7	0,00	69,00	3,19	-3,00	0,00	0,00	69,19
Summe			46,69								

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

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 01	1.824	1.827	29,36	107,8	0,00	76,24	5,25	-3,00	0,00	0,00	78,49
WEA 02	1.180	1.185	34,37	107,8	0,00	72,48	4,00	-3,00	0,00	0,00	73,48
WEA 03	1.278	1.283	33,47	107,8	0,00	73,17	4,21	-3,00	0,00	0,00	74,38
WEA 04	674	683	40,43	107,8	0,00	67,69	2,72	-3,00	0,00	0,00	67,42
WEA 08	1.598	1.600	26,74	102,9	0,00	75,08	4,07	-3,00	0,00	0,00	76,15
WEA 10	1.813	1.814	25,28	102,9	0,00	76,17	4,44	-3,00	0,00	0,00	77,61
WEA 12	1.649	1.652	27,16	104,7	0,00	75,36	5,14	-3,00	0,00	0,00	77,51
WEA 13	1.486	1.488	29,85	104,8	0,00	74,45	3,47	-3,00	0,00	0,00	74,92
WEA 14	1.411	1.414	30,42	104,8	0,00	74,01	3,34	-3,00	0,00	0,00	74,35
WEA 15	1.137	1.141	31,46	104,7	0,00	72,15	4,05	-3,00	0,00	0,00	73,20
WEA 16	956	961	33,39	104,7	0,00	70,65	3,62	-3,00	0,00	0,00	71,27
Summe			43,77								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 10:02/3.5.576

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

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 01	2.116	2.120	27,58	107,8	0,00	77,53	5,74	-3,00	0,00	0,00	80,27
WEA 02	1.237	1.243	33,83	107,8	0,00	72,89	4,13	-3,00	0,00	0,00	74,02
WEA 03	1.865	1.868	29,10	107,8	0,00	76,43	5,32	-3,00	0,00	0,00	78,75
WEA 04	678	687	40,37	107,8	0,00	67,75	2,74	-3,00	0,00	0,00	67,48
WEA 08	1.582	1.584	26,86	102,9	0,00	74,99	4,04	-3,00	0,00	0,00	76,04
WEA 10	1.813	1.814	25,28	102,9	0,00	76,17	4,44	-3,00	0,00	0,00	77,61
WEA 12	1.798	1.801	26,12	104,7	0,00	76,11	5,43	-3,00	0,00	0,00	78,54
WEA 13	1.355	1.358	30,87	104,8	0,00	73,66	3,25	-3,00	0,00	0,00	73,90
WEA 14	1.712	1.715	28,24	104,8	0,00	75,68	3,84	-3,00	0,00	0,00	76,53
WEA 15	1.462	1.465	28,58	104,7	0,00	74,32	4,77	-3,00	0,00	0,00	76,08
WEA 16	875	881	34,34	104,7	0,00	69,90	3,42	-3,00	0,00	0,00	70,32
Summe			43,27								

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

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 01	2.190	2.193	27,17	107,8	0,00	77,82	5,86	-3,00	0,00	0,00	80,67
WEA 02	1.314	1.319	33,16	107,8	0,00	73,40	4,29	-3,00	0,00	0,00	74,69
WEA 03	1.911	1.914	28,81	107,8	0,00	76,64	5,40	-3,00	0,00	0,00	79,04
WEA 04	722	731	39,71	107,8	0,00	68,28	2,86	-3,00	0,00	0,00	68,14
WEA 08	1.670	1.671	26,24	102,9	0,00	75,46	4,20	-3,00	0,00	0,00	76,66
WEA 10	1.902	1.903	24,72	102,9	0,00	76,59	4,59	-3,00	0,00	0,00	78,18
WEA 12	1.878	1.881	25,60	104,7	0,00	76,49	5,58	-3,00	0,00	0,00	79,07
WEA 13	1.446	1.449	30,15	104,8	0,00	74,22	3,40	-3,00	0,00	0,00	74,62
WEA 14	1.780	1.782	27,80	104,8	0,00	76,02	3,95	-3,00	0,00	0,00	76,97
WEA 15	1.523	1.526	28,10	104,7	0,00	74,67	4,89	-3,00	0,00	0,00	76,56
WEA 16	948	954	33,47	104,7	0,00	70,59	3,60	-3,00	0,00	0,00	71,19
Summe			42,62								

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG
 Kirchhoffstraße 3
 DE-25524 Itzehoe
 +49 4821 6855 100
 Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net
 Berechnet:
 09.03.2022 10:02/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung (Interimsverfahren)

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Feste Werte, Agr: -3,0, Dc: 0,0

Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)

Schalleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt

WEA-Katalog

Aufpunkthöhe ü.Gr.:

5,0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

Unsicherheitszuschlag:

0,0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität

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

0,0 dB(A)

Oktavbanddaten verwendet

Frequenzabhängige Luftdämpfung

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

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 32

WEA: GE WIND ENERGY GE 5.5-158 5500 158.0 !-!

Schall: Mode NO - 106,4dB(A)* + 1,4 dB - 1-fach VM - PS4488

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 BImSch-Genehmigung Horst IV - LLUR SH 19.02.2021 USER 06.01.2022 12:17

Q-S III BImSch-G. gem. Vorgabe vom LLUR SH: +1,43 dB SZ -> 1.Vermessung von Windtest Messbericht: SE20015B2 vom 19.02.2021 Messung am 05/06.02.2021 am Standort Wieringermeer (NL) 105,7 dB + projektspezifischen Zuschlag

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Von WEA-Katalog		10,0	107,8	Nein	88,3	94,8	100,2	100,1	101,8	102,7	94,3	79,9

WEA: AN Windenergie GmbH AN BONUS 1,3 MW/62 1300-250 62.0 !O!

Schall: 101,5 dB(A)* + 1,4 dB(A) - 4488 BImSch-G.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 Nachbewertung aus Schallprüfung 07.01.2022 USER 11.01.2022 08:34

Vorgabe LLUR per Mail von Hr. Maas Peter Peters - + 1,43dB(A) SZ gem. LLUR SH LAI Hinweise 2016 - Referenzspektrum für Oktavbanddaten gemäß Entwurf LAI-Hinweise 2016

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Von WEA-Katalog	68,0		10,0	102,9	Nein	82,6	91,0	95,2	97,4	96,9	94,9	90,9	66,9

WEA: VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O!

Schall: Mode 0 - 103,4 dB(A)*+ 1,4 dB - 3010 BImSch-G.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 BImSch-Genehmigung Q-S II 25.10.2010 USER 25.01.2022 10:39

Vorgabe LLUR am 10.01.2022 per Mail von Hr. Peters - + 1,43dB(A) SZ gem. LLUR SH LAI Hinweise 2016 -> Spektrum für Oktavbanddaten aus dem Vermessungsbericht-Nr. WT 3718/04 vom Sep.2004 (3-fach VM) -> angepasst auf den genehmigten o. g. SLP bei 9 m/s + SZ)

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	104,8	Nein	86,2	93,3	97,9	99,6	98,4	96,1	90,4	78,3

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 10:02/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung (Interimsverfahren)**WEA:** VESTAS V90 2000 90.0 !O!**Schall:** Mode 0 - 103,3 dB(A)* + 1,4 dB - 3010 BImSch-G.

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 BImSch-Genehmigung Q-S II 25.10.2010 USER 25.01.2022 11:14
 Vorgabe LLUR am 10.01.2022 per Mail von Hr. Peters - + 1,43dB(A) SZ gem. LLUR SH LAI Hinweise 2016 -> Spektrum für Oktavbanddaten aus dem Vermessungsbericht-Nr. WT 5633/07 vom März 2007 (3-fach VM) -> 103,4dB(A) -> angepasst auf den o. g. genehmigten SLP + SZ)

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton Nein	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	105,0	10,0	104,7	Nein	86,1	91,5	95,0	97,7	99,5	97,7	95,2	84,5

Schall-Immissionsort: dB-IP 01 dB-IP 01 - Dorfstraße 4, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Schall-Immissionsort: dB-IP 02 dB-IP 02 - Dorfstraße 6, 25548 Störkathen

Vordefinierter Berechnungsstandard:**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Schall-Immissionsort: dB-IP 03 dB-IP 03 - Rotensande 4, 24616 Brokstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Schall-Immissionsort: dB-IP 04 dB-IP 04 - Twiete 12, 24616 Borstel

Vordefinierter Berechnungsstandard:**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Schall-Immissionsort: dB-IP 05 dB-IP 05 - An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard:**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Schall-Immissionsort: dB-IP 06 dB-IP 06 - Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt

Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Schall-Immissionsort: dB-IP 07 dB-IP 07 - Krim 2, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells**Unsicherheitszuschlag:** Standardwert des Berechnungsmodells**Schallrichtwert:** 45,0 dB(A)**Keine Abstandsanforderung**

Projekt:

Quarnstedt-Störkathen III

Lizenziertes Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Gisela Gründer / g.gruender@prokon.net

Berechnet:

09.03.2022 10:02/3.5.576

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: Gesamtbelastung (Interimsverfahren)

Schall-Immissionsort: dB-IP 08 dB-IP 08 - Krim 1, 25548 Kellinghusen

Vordefinierter Berechnungsstandard:

Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells

Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45,0 dB(A)

Keine Abstandsanforderung

Anhang E

Schallvermessung Windtest Grevenbroich GE 5.5-158
Prüfbericht gemäß FGW (Dok.-Nr. SE20015B2 vom 19.02.2021)

offener Betriebsmodus („NO“)

**Prüfbericht gemäß FGW TR 1
über Geräuschemissionen einer GE
Windenergieanlage des Typs 5.5-158
Ser.-Nr. 53186873
am Standort Wieringermeer (Niederlande)**

- offener Betriebsmodus (NO) -

**Messung 2021-02-05/06
Vollständiger Bericht 2021-02-19**

SE20015B2

**Prüfbericht gemäß FGW TR 1
über Geräuschemissionen einer GE
Windenergieanlage des Typs 5.5-158
Ser.-Nr. 53186873
am Standort Wieringermeer (Niederlande)**

- offener Betriebsmodus (NO) -

Bericht SE20015B2

Standort:	Wieringermeer (Niederlande)		
Auftraggeber:	GE Wind Energy GmbH Holsterfeld 16 48499 Salzbergen Deutschland		
Auftragnehmer:	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73a 41517 Grevenbroich Deutschland		
Auftragsdatum:	2020-07-15	Auftragsnummer:	20 0155 06
Prüfer:			Bearbeiter:

B.Eng. Paul Ehrhardt
Senior Expert

Grevenbroich, 2021-02-19

B.Eng. Florian Kirsten
Projektleiter



**Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh
vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 39 Seiten inkl. der Anlagen.**



1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG	4
2.1	Messverfahren	4
2.2	Messobjekt	4
2.3	Messort	4
2.4	Messaufbau	4
2.5	Messdurchführung und Bedingungen	5
3	MESSERGEBNISSE	7
3.1	Immissionsrelevanter Schalleistungspegel	7
3.2	Tonhaltigkeitsanalyse	9
3.2.1	Verfahren der Tonhaltigkeitsanalyse	9
3.2.2	Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse	9
3.3	Subjektives Geräuschempfinden	11
3.4	Sonstige akustische Auffälligkeiten	11
3.4.1	Pegel von Einzelereignissen	11
3.4.2	Impulshaltigkeit	11
3.5	Turbulenzintensität	11
4	MESSUNSICHERHEITEN	12
4.1	Messunsicherheiten Typ A	12
4.2	Messunsicherheiten Typ B	12
4.3	Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit U_c	12
4.4	Messunsicherheiten für Tonhaltigkeiten	13
4.5	Messunsicherheiten für Terzspektren	13
5	ABWEICHUNGEN VON DER RICHTLINIE FGW TR 1	14
6	ZUSAMMENFASSUNG	15
7	LITERATURVERZEICHNIS	16
8	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	17
9	BEARBEITUNGSVERLAUF	18
10	ANHANG	18
Anhang 1	Lageplan	
Anhang 2	Herstellerbescheinigung	
Anhang 3	Leistungskurve	
Anhang 4	Messgeräte	
Anhang 5	Einfügungsdämpfung des sekundären Windschirms	
Anhang 6	Messaufbau	
Anhang 7	Messdaten	
Anhang 8	Betriebszustand	
Anhang 9	Terz- und Oktavspektren	
Anhang 10	Schmalbandspektren	



1 Aufgabenstellung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) wurde 2020-07-15 von der GE Wind Energy GmbH beauftragt, die Geräuschemissionen der Windenergieanlage (WEA) des Typs 5.5-158 mit der Seriennummer 53186873 und einer Nabenhöhe von $H = 120,90$ m (inkl. Fundament), am Standort Wieringermeer (Niederlande) gemäß FGW TR 1 [1] zu erfassen.

2 Durchführung der Messung

2.1 Messverfahren

Die Mess- und Beurteilungsmethoden basieren auf der folgenden Grundlage: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“, Revision 18, Stand 2008-02-01 [1].

Gemäß dieser Richtlinie ist die Tonhaltigkeitsauswertung entsprechend der IEC 61400-11 [2] durchzuführen und nach DIN 45681 [3] mit einem Tonhaltigkeitszuschlag für den akustischen Nahbereich K_{TN} zu bewerten. Falls erforderlich, wird eine Impulshaltigkeitsauswertung gemäß DIN 45645-1 [4] durchgeführt und mit einem Impulshaltigkeitszuschlag für den akustischen Nahbereich K_{IN} gemäß [1] bewertet.

Angegeben werden der immissionsrelevante Schalleistungspegel sowie die Ton- und Impulshaltigkeit im akustischen Nahbereich der WEA im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe und bei 95 % der Nennleistung, sofern diese unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht wird. Falls erforderlich, werden weitere Ergebnisse (Richtcharakteristik, tieffrequente Geräusche, Infraschall, Amplitudenmodulation) dokumentiert.

2.2 Messobjekt

Bei dem zu messenden Objekt handelt es sich um eine Windenergieanlage des Typs 5.5-158. Die technischen Daten können der Herstellerbescheinigung im Anhang entnommen werden.

Akustisch betrachtet setzt sich eine WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Aerodynamisch bedingte Geräusche, verursacht durch die Rotation der Rotorblätter, stellen die wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen bzw. dem Regelverhalten (Pitch oder Stall) abhängig.

Komponenten wie Generator, Getriebe und Hydraulikpumpen (falls vorhanden), Lüfter, Transformatoren und Umrichter, stellen weitere Schallquellen dar, welche sowohl über Öffnungen im Maschinenhaus und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen. Diese Geräusche können tonhaltig sein.

2.3 Messort

Die WEA befindet sich mit weiteren WEA am Standort Wieringermeer (Niederlande). Die Umgebung ist flach (ca. 5 m unter NN), wird landwirtschaftlich genutzt und war zum Zeitpunkt der Messung nicht bestellt.

2.4 Messaufbau

Die Anordnung der Messpunkte wurde gemäß [1] gewählt. Die Messung der Geräuschemissionen wurde mit einem Mikrofon auf einer schallharten Platte mit einem Durchmesser von 1 m durchgeführt. Die Messposition lag im erlaubten Toleranzbereich (± 20 %). Die Differenz h_a zwischen Höhenlage des Turmfußfundamentes und Höhenlage der Mikrofonanordnung wurde ebenfalls bestimmt. Der Schalleinfallswinkel Ψ lag im erlaubten Bereich ($25^\circ - 40^\circ$). Informationen zum Messaufbau beinhaltet Tab. 1.

$$R_0 = H + \frac{D}{2} \pm 20\% \quad (\text{Referenzdistanz für Horizontalachse-WEA}) \quad (1)$$

Die Messdistanz wurde durch einen Laserentfernungsmesser mit einer Messabweichung von kleiner ± 1 % bestimmt.

Die Position des Mikrofons wurde unter Mitwindsituation gewählt. Bezugnehmend auf Windrichtung und die Einhaltung des Messsektors gemäß [1], wurde die Gondelausrichtung der WEA als Referenz verwendet.



Dies wurde während der Messung mehrmals mit Hilfe des Signals der Gondelposition und durch Sichtprüfung überprüft.

Die Schalldruckpegel des Gesamt- und Fremdgeräusches sowie das Audiosignal wurden mit Hilfe eines Schallpegelmessers aufgezeichnet.

Bei der Messung wurde ein sekundärer, halbkugelförmiger Windschirm (Spezifikation nach [2]) verwendet. Der Frequenzgang des Windschirms ist bekannt (siehe Anhang). Der Einfluss des sekundären Windschirms wurde in allen nachfolgenden Analysen berücksichtigt.

Signale der WEA (elektrische Wirkleistung, Generatordrehzahl, Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, Gondelposition, Pitchwinkel) wurden aus der Anlagensteuerung durch die wtg entnommen und aufgezeichnet.

Die Windgeschwindigkeit wurde mit Hilfe eines Anemometers auf einem Mast gemessen. Die Messentfernung und die Höhe des Anemometers sind in Tab. 1 angegeben. Ebenso wurden relevante meteorologische Daten am Standort während des Messzeitraumes aufgezeichnet.

Aufgrund der Nachtzeit können keine Bilder über den Messaufbau dargestellt werden. Die verwendeten Messgeräte sind im Anhang aufgeführt.

Um eine hohe Messgenauigkeit sicherzustellen, werden alle Geräte in definierten Abständen, wie in [2] gefordert, periodisch überprüft.

2.5 Messdurchführung und Bedingungen

Die Messung wurde 2021-02-05/06 durchgeführt. Während der Messung waren die angrenzenden WEA nicht in Betrieb. Während der Messung befand sich die Anlage in der Betriebskonfiguration „offener Betriebsmodus (NO)“.

Alle relevanten Signale (akustisch, WEA, Mast und meteorologisch) wurden simultan gemessen und aufgezeichnet. Alle akustischen Messgeräte wurden vor und nach der Messung mit einem akustischen Kalibrator kalibriert.

Zeitabschnitte mit Störgeräuschen (z. B. Autos, Flugzeuge, etc.) wurden bei der späteren Analyse nicht berücksichtigt.

Fremdgeräusche setzen sich hauptsächlich aus den am umliegenden Bewuchs windinduzierten Geräuschen zusammen.

Während der Messung wurde darauf geachtet, dass die Bedingungen (akustisch und meteorologisch) des Gesamt- und Fremdgeräusches identisch sind. Die Messbedingungen sind in Tab. 1 dargestellt. Weitere Darstellungen befinden sich im Anhang.



Tab. 1: Messdurchführung und Bedingungen

Messdatum	2021-02-05/06
Entfernung des Mikrofans zum Turmmittelpunkt $R_{0, \text{gewählt}}$ [m]	202,15
Höhe des Mikrofans in Bezug zum WEA Fundament [m]	0
Entfernung Mast – WEA [m]	1.400
Höhe des Anemometers auf dem Mast [m]	10
Windgeschwindigkeit in 120,90 m Höhe [m/s]	5,3 – 13,2
Windgeschwindigkeit in Masthöhe [m/s]	3,3 – 12,3
Leistungsabgabe [kW]	1.615 - 5.667
Windrichtung	Ost
Turbulenzintensität [%]	15
Bewölkung	bewölkt bis bedeckt
Luftdruck [hPa]	1.023 - 1.024
Lufttemperatur [°C]	2 - 5
Relative Luftfeuchte [%]	98 - 100
Geschätzte Rauigkeitslänge am Standort [m]	0,05



3 Messergebnisse

Zur Analyse der Geräuschemissionen bei verschiedenen Windbedingungen wurde nach den gemessenen Signalen (1 s Werte) differenziert und nach einem Status analysiert. Es wurde zwischen Perioden des Gesamtgeräusches („T“, Status = 1) und des Fremdgeräusches („B“, Status = 0,5) unterschieden. Status = 0 bedeutet, dass die Daten von der Analyse ausgeschlossen wurden (siehe Anhang Messdaten).

Aus dem zeitlichen Verlauf der elektrischen Wirkleistung, der Drehzahl des Generators oder Rotors, der Windgeschwindigkeit, den meteorologischen Daten, des Schalldruckpegels, des Audiosignals und ggf. der Windrichtung wurden alle Daten mit dem Status 0,5 oder 1 extrahiert. Die Messdaten mit zugehörigen Status sind im Anhang dargestellt.

Für die Analyse der gemessenen und nach Status gefilterten Signale wurde eine Mittelungszeit von 10 s verwendet.

Die arithmetischen Mittelwerte der Windgeschwindigkeit, der elektrischen Wirkleistung und ggf. der Windrichtung, sowie die energetischen Mittelwerte der Schalldruckpegel und der Spektren des Audiosignals, wurden für die Auswertung der Geräuschemissionen der WEA genutzt.

3.1 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Aus der gemessenen Wirkleistung wurde mit Hilfe der zu Grunde gelegten Leistungskurve (vgl. Anhang), einer meteorologischen Korrektur gemäß [2] und einem logarithmischen Ansatz für das Windgeschwindigkeitsprofil (Referenzrauheitslänge $z_{0,ref} = 0,05$ m) auf die standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} , unter Zuhilfenahme der Nabenhöhe $H = 120,90$ m geschlossen.

$$v_{p10} = v_H \cdot \frac{\ln\left(\frac{10}{z_{0,ref}}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_{0,ref}}\right)} \quad [\text{m/s}] \quad (2)$$

Aus der standardisierten Windgeschwindigkeit v_{p10} und der im Betrieb der WEA auf 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit $v_{mess,10}$ wurde der Korrekturfaktor κ bestimmt.

$$\kappa = \frac{v_{p10}}{v_{mess,10}} \quad (3)$$

$$\text{und } v_{mess,10,korr} = \kappa \cdot v_{mess,10} \quad [\text{m/s}] \quad (4)$$

Es wurde ein Korrekturfaktor $\kappa = 0,90$ zur Korrektur der auf 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit bestimmt.

Abweichend von [1] werden in Verbindung mit der Mittelungszeit (< 1 min.) Messwerte bei mehr als 95 % der Nennleistung (quadratische Symbole \square) über ihre gemessene, mit dem Korrekturfaktor κ korrigierte Windgeschwindigkeit dargestellt, da die Messwertverteilung unter Verwendung der Gondelanemometermethode das Schallemissionsverhalten nicht hinreichend gut wiedergibt (siehe Anhang).

Messwerte bei mehr als 95 % der Nennleistung wurden über die in 10 m Höhe gemessene, mit dem Korrekturfaktor κ korrigierte Windgeschwindigkeit mit quadratischen Symbolen \square dargestellt (siehe Anhang).

Dabei entfallen gemäß [2] solche Messwerte, bei denen die korrigierte Windgeschwindigkeit unterhalb der Windgeschwindigkeit zu 95 % der Nennleistung liegt.

Abweichend von [1] wurde hier eine Regression 6. Ordnung für das Gesamtgeräusch durchgeführt, da der Kurvenverlauf bei 4. Ordnung die Messwerte nicht hinreichend gut wiedergibt.

Die Koeffizienten a_i für das Gesamt- sowie das Fremdgeräusch in der jeweiligen Windklasse k wurden wie folgt ermittelt:



$$L_{Aeq,k} = \sum_{i=0}^n a_i \cdot k^i \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

mit n = Ordnungszahl der Regression, k = ganzzahlige Windgeschwindigkeit.

Tab. 2: Regressionskoeffizienten für Gesamtgeräusch $L_{Aeq,T}$ und Fremdgeräusch $L_{Aeq,B}$ gegen Windgeschwindigkeit

Gesamtgeräusch $L_{Aeq,T}$		Fremdgeräusch $L_{Aeq,B}$	
a_0	3325,842195252319470	a_0	31,779627125920179
a_1	-2908,930608405932617	a_1	0,954730693853366
a_2	1050,834203743886292	a_2	-0,281913484352681
a_3	-198,252932769370034	a_3	0,072406087154883
a_4	20,659419993522885	a_4	-0,004431719565352
a_5	-1,129803897477317	a_5	--
a_6	0,025372720241831	a_6	--

Zwischen den Regressionsgleichungen des Gesamtgeräusches $L_{Aeq,T}$ und des Fremdgeräusches $L_{Aeq,B}$ wurde der Fremdgeräuschabstand ΔL in jeder Windklasse k bestimmt und anschließend der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ für den Betrieb der WEA berechnet.

$$L_{Aeq,c,k} = 10 \cdot \log \left(10^{(0,1 \cdot L_{Aeq,T,k})} - 10^{(0,1 \cdot L_{Aeq,B,k})} \right) \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ wurde für die standardisierten Windgeschwindigkeiten der Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ der WEA berechnet.

$$L_{WA,k} = L_{Aeq,c,k} - 6 \text{ dB} + 10 \cdot \log \left(4\pi \cdot \frac{R_i^2}{1 \text{ m}^2} \right) \quad [\text{dB}] \quad (7)$$

$$\text{mit } R_i = \sqrt{(R_0 + N_A)^2 + (H - h_A)^2} \quad [\text{m}] \quad (8)$$

und $R_0 = 202,15 \text{ m}$, $N_A = 4,134 \text{ m}$, $H = 120,90 \text{ m}$, $h_A = 0 \text{ m}$.

Damit ergaben sich für die WEA 5.5-158 in der vorliegenden Konfiguration (offener Betriebsmodus (NO)) die dargestellten immissionsrelevanten Schalleistungspegel.

Tab. 3: Immissionsrelevanter Schalleistungspegel 5.5-158; offener Betriebsmodus (NO)

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	7,3 ¹⁾	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5
Gesamtgeräusch $L_{Aeq,T}$ [dB]	48,38	52,70	53,18	53,07	53,16	53,42
Anzahl der Werte (Gesamtgeräusch)	1150	1140	525	525	140	51
Fremdgeräusch $L_{Aeq,B}$ [dB]	35,79	37,26	38,84	39,37	40,29	41,24
Anzahl der Werte (Fremdgeräusch)	211	280	223	223	168	94
Pegelabstand ΔL [dB]	12,59	15,44	14,34	13,70	12,87	12,18
Betriebsgeräusch $L_{Aeq,c}$ [dB]	48,13	52,57	53,01	52,88	52,93	53,15
Schalleistungspegel L_{WA} [dB]	100,7	105,1	105,6	105,4	105,5	105,7
Elektrische Wirkleistung P [kW]	2.224	3.685	4.950	5.225	5.477	5.500
Generatordrehzahl N_{Gen} [min⁻¹]	1.444	1.740	1.824	1.824	1.828	1.829

1) 95 % Nennleistung



Anmerkung: Aufgrund der Messwerte und unter Betrachtung des Regelverhaltens der WEA ist ersichtlich, dass mit keiner weiteren Erhöhung des Schalleistungspegels bei noch höheren Windgeschwindigkeiten zu rechnen ist (siehe Anhang).

Die gemittelten A-bewerteten Terz- und Oktavbandschalleistungspegel für die analysierten BINs sind im Anhang dargestellt.

3.2 Tonhaltigkeitsanalyse

Die Tonhaltigkeitsauswertung ist gemäß Technischer Richtlinie [1] nach IEC 61400-11 [2] durchzuführen und nach DIN 45681 [3] mit einem Tonhaltigkeitszuschlag K_{TN} für den akustischen Nahbereich zu bewerten.

3.2.1 Verfahren der Tonhaltigkeitsanalyse

Das aufgezeichnete Geräusch wird zur Bestimmung der Frequenzzusammensetzung mit 40 kHz unter Verwendung eines Antialiasing-Filters mit einer Grenzfrequenz von 20 kHz digitalisiert und einer Fastfourieranalyse (FFT) unterzogen.

Je Windgeschwindigkeitsklasse (BIN) werden für das Gesamtgeräusch und das Fremdgeräusch jeweils zwölf Aufnahmen mit einer Länge von je 10 s der FFT zu Grunde gelegt. Die Frequenzauflösung beträgt 2 Hz. Für die FFT wurde ein Hanning Fenster verwendet.

Nach energetischer Mittelung der zwölf Differenzpegel $\Delta L_{j,k}$ und Berücksichtigung des Audibilitätsmaßes (L_a) wird ein Tonhaltigkeitszuschlag (K_{TN}) für den akustischen Nahbereich der Windenergieanlage nach [3] je BIN vergeben.

3.2.2 Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse

Das von der 5.5-158 analysierte Betriebsgeräusch weist in den Spektren eine tonale Wahrnehmbarkeit von $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$ dB auf. Die Ergebnisse der Analyse in den jeweiligen BINs sind nachfolgend aufgeführt. Die Spektren sind im Anhang dargestellt.

Tab. 4: Bestimmung des Tonhaltigkeitszuschlags um 180 Hz

Spektrum	BIN 5 4,5 – 5,5		BIN 6 5,5 – 6,5		BIN 7 ¹⁾ 6,5 – 7,5		BIN 8 7,5 – 8,5		BIN 9 8,5 – 9,5	
	f_T [Hz]	$\Delta L_{j,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{j,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{j,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{j,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{j,k}$ [dB]
1	--	--	172	0,84	190	-6,00	186	-1,91	188	-5,66
2	--	--	172	-0,84	188	-4,63	188	-2,59	190	-7,20
3	--	--	170	2,69	186	-1,73	190	-2,54	188	-4,20
4	--	--	174	-0,31	186	-2,13	188	-4,40	186	-2,21
5	--	--	176	1,27	188	-3,39	190	-4,11	186	-3,84
6	--	--	180	-5,06	186	-2,51	188	-4,40	186	-0,63
7	--	--	176	1,50	186	-3,87	188	-7,01	190	-2,09
8	--	--	174	0,68	190	-5,56	188	-5,58	188	-4,99
9	--	--	180	-5,90	190	-4,81	188	-7,79	188	-5,13
10	--	--	178	-2,01	190	-4,93	190	-6,38	188	-2,25
11	--	--	180	-7,34	190	-7,73	186	-8,08	188	-1,44
12	--	--	182	-5,24	190	-7,89	186	-0,94	188	-3,25
Energ. Mittel ΔL_k [dB]		--		-0,61		-4,19		-4,07		-3,20
Tonalität $\Delta L_{a,k}$ [dB]		< -3,0		1,42		-2,16		-2,04		-1,16
Zuschlag K_{TN} [dB]		0		1		0		0		0

1) 95 % Nennleistung



Tab. 5: Bestimmung des Tonhaltigkeitszuschlags um 314 Hz

Spektrum	BIN 5 4,5 – 5,5		BIN 6 5,5 – 6,5		BIN 7 ¹⁾ 6,5 – 7,5		BIN 8 7,5 – 8,5		BIN 9 8,5 – 9,5	
	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]
1	--	--	--	--	316	-3,86	310	-15,48	316	-2,00
2	--	--	--	--	314	-3,33	316	-4,32	316	-3,43
3	--	--	--	--	310	-4,11	318	-3,78	314	-1,83
4	--	--	--	--	310	-5,12	316	-0,24	314	-3,19
5	--	--	--	--	314	-4,37	316	-0,33	312	-2,94
6	--	--	--	--	312	-6,07	314	-3,78	310	-7,30
7	--	--	--	--	312	-4,82	314	-7,93	316	-2,13
8	--	--	--	--	316	-4,70	316	-3,55	314	-0,87
9	--	--	--	--	316	-3,78	314	-2,37	316	-3,07
10	--	--	--	--	318	-3,07	316	-6,01	314	-4,68
11	--	--	--	--	316	-5,94	312	-7,32	314	-2,03
12	--	--	--	--	316	-5,50	310	-3,76	314	-2,00
Energ. Mittel ΔL _k [dB]		--		--		-4,46		-3,67		-2,70
Tonalität ΔL _{a,k} [dB]		< -3,0		< -3,0		-2,34		-1,56		-0,59
Zuschlag K _{TN} [dB]		0		0		0		0		0

1) 95 % Nennleistung

Tab. 6: Bestimmung des Tonhaltigkeitszuschlags um 2.700 Hz

Spektrum	BIN 5 4,5 – 5,5		BIN 6 5,5 – 6,5		BIN 7 ¹⁾ 6,5 – 7,5		BIN 8 7,5 – 8,5		BIN 9 8,5 – 9,5	
	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]	f _T [Hz]	ΔL _{i,k} [dB]
1	--	--	2532	-2,11	2798	-3,66	2734	-3,73	2772	-3,94
2	--	--	2524	-2,53	2756	-1,53	2766	-4,75	2776	-4,43
3	--	--	2504	-4,44	2748	-2,34	2792	-3,71	2770	-5,26
4	--	--	2542	-5,19	2758	-3,53	2774	-2,66	2762	-4,42
5	--	--	2612	-3,54	2762	-3,98	2782	-3,05	2748	-3,40
6	--	--	2642	-2,26	2754	-1,59	2778	-3,27	2744	-3,34
7	--	--	2602	-7,13	2744	-2,34	2762	-4,38	2788	-2,78
8	--	--	2600	-2,41	2786	-5,26	2780	-4,58	2778	-3,82
9	--	--	2644	-2,89	2780	-4,61	2774	-6,08	2788	-6,91
10	--	--	2630	-3,09	2794	-1,94	2780	-7,90	2792	-1,70
11	--	--	2632	-6,74	2782	-3,98	2732	-5,48	2770	-3,21
12	--	--	2670	-3,17	2804	-3,57	2736	-4,09	2772	-3,78
Energ. Mittel ΔL _k [dB]		--		-3,52		-3,04		-4,27		-3,75
Tonalität ΔL _{a,k} [dB]		< -3,0		0,27		0,82		-0,41		0,11
Zuschlag K _{TN} [dB]		0		1		1		0		1

1) 95 % Nennleistung



Anmerkung 1: Die angegebenen Tonhaltigkeitszuschläge K_{TN} bezeichnen das Geräuschverhalten der WEA im akustischen Nahbereich. Diese Werte können nicht direkt auf immissionsrelevante Entfernungen (mehrere 100 m) übertragen werden.

Anmerkung 2: Es wurden alle vorweg genannten und in den Spektren (Anhang) erkennbaren tonalen Auffälligkeiten gemäß [1] bzw. [2] analysiert, wobei nur die Ergebnisse derjenigen Komponenten detailliert (tabellarisch) aufgeführt werden, die gemäß [2] als relevant zu erachten sind. Dies ist der Fall, wenn in einem BIN die ermittelte Tonalität ($\Delta L_{a,k}$) mindestens -3,0 dB beträgt oder diese überschreitet.

3.3 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Am Referenzpunkt sind Tonhaltigkeiten wahrnehmbar.

3.4 Sonstige akustische Auffälligkeiten

3.4.1 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse wie das Anfahren oder Abschalten der Anlage, Quietschen der Bremsen, welche das normale Betriebsgeräusch nennenswert überschreiten, wurden bei der Messung nicht festgestellt.

3.4.2 Impulshaltigkeit

Es wurde subjektiv kein ausgeprägtes impulshaltiges Betriebsgeräusch festgestellt. Demzufolge wird ein Impulshaltigkeitszuschlag K_{IN} von 0 dB vergeben.

3.5 Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität TI wurde gemäß [2] bestimmt, aber auf Basis der gesamten Messzeit anstelle von drei repräsentativen 10 min Zeitabschnitten. Die Turbulenzintensität wurde mit dem Gondelanemometer bestimmt, während die WEA in Betrieb war. Dieser Wert wurde auf Nabenhöhe (120,90 m) gemessen und ist nicht direkt mit Werten an anderer Stelle, z. B. in Standortgutachten, zu vergleichen. Der TI -Wert ist im vorherigen Kapitel 2.5 (Messdurchführung und Bedingungen) angegeben.



4 Messunsicherheiten

Die Messunsicherheit wird bei Geräuschemissionsmessungen an WEA gemäß [2] abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B).

4.1 Messunsicherheiten Typ A

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bestimmt. Die Gleichung für U_A in [1] beschreibt die Standardabweichungen der ermittelten Regressionswerte für das Gesamt- und Fremdgeräusch.

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (y - y_{est})^2}{N(N - 2)}} \tag{9}$$

Die Unsicherheit des gemessenen fremdgeräuschkorrigierten Anlagenpegels $U_{A,s}$ wird wie folgt berechnet:

$$U_{A,s} = \frac{\sqrt{(U_{A,T} \cdot 10^{0,1 \cdot L_T})^2 + (U_{A,B} \cdot 10^{0,1 \cdot L_B})^2}}{10^{0,1 \cdot L_C}} \tag{10}$$

Tab. 7: Messunsicherheiten Typ A

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5
Messunsicherheit $U_{A,s}$ [dB]	0,2	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1

4.2 Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten des Typs B wurden wie folgt abgeschätzt:

Tab. 8: Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten Typ B [dB]	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler	$U_a = a / \sqrt{3}$
Akustischer Kalibrator U_{B1}	0,3		0,2
Schallpegelmesser U_{B2}	0,3		0,2
Schallharte Platte U_{B3}	0,5		0,3
Messabstand U_{B4}	0,1		0,1
Luftimpedanz U_{B5}	0,2		0,1
Turbulenz U_{B6}	0,7		0,4
Windgeschwindigkeit U_{B7}	0,3		0,2
Windrichtung U_{B8}	0,5		0,3

4.3 Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit U_C

Aus den berechneten Messunsicherheiten des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typs B ergibt sich nach [2] die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_C :

$$U_C = \sqrt{U_{A,s}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2} \tag{11}$$

Tab. 9: Gesamtmessunsicherheit U_C für den Schalleistungspegel

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5
Gesamtmessunsicherheit U_C [dB]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7



4.4 Messunsicherheiten für Tonhaltigkeiten

Bei der Tonhaltigkeit ist U_A für jeden Einzelton der Fehler des Mittelwertes aus den maximalen Tonpegeln. Der Wert von U_{B3} kann gemäß [2] mit 1,7 dB abgeschätzt werden. Da es sich bei dem angegebenen Wert $\Delta L_{a,k}$ um eine Differenz handelt und des Weiteren die Windgeschwindigkeit hier von zweitrangiger Bedeutung ist, können die Werte von U_{B1} , U_{B4} und U_{B6} gemäß [2], geringer angenommen werden als beim Schalleistungspegel L_{WA} .

Die Ergebnisse der kombinierten Gesamtmessunsicherheit für Tonhaltigkeiten bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten sind wie nachstehend:

Tab. 10: Gesamtmessunsicherheit U_C für Tonhaltigkeiten

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5
Gesamtmessunsicherheit U_C [dB] für Tonhaltigkeit um 180 Hz	-- ²⁾	3,75	2,37	2,71	2,31
Gesamtmessunsicherheit U_C [dB] für Tonhaltigkeit um 314 Hz	-- ²⁾	-- ²⁾	1,55	4,44 ¹⁾	2,08
Gesamtmessunsicherheit U_C [dB] für Tonhaltigkeit um 2.700 Hz	-- ²⁾	2,11	1,71	1,90	1,77

- 1) Hohe Unsicherheit, da nicht in jedem Spektrum ein Ton ermittelt wurde
- 2) Keine Auswertung erfolgt, da keine Tonalität mit einem $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$ dB vorliegt

4.5 Messunsicherheiten für Terzspektren

Bei der Betrachtung von Terzbändern gibt U_A die Abweichung zum jeweiligen Terzbandmittelungspegel in jedem Frequenzband an, welcher aus der Standardabweichung mit dem Nenner $\sqrt{N-1}$ berechnet wurde, wobei N die Anzahl der gemessenen Spektren ist. Gemäß [2] muss der Wert für U_{B3} hier im Vergleich zur Messunsicherheitsbetrachtung des Schalleistungspegels L_{WA} größer eingeschätzt werden und liegt typischerweise bei 1,7 dB. Die Gesamtunsicherheiten U_C für die Terzbandmittelungspegel der Terzspektren sind in den Tabellen im Anhang dargestellt.



5 Abweichungen von der Richtlinie FGW TR 1

1. Die elektrische Wirkleistung wurde nicht 3 phasig gemessen, sondern aus der Anlagensteuerung entnommen.
2. Abweichend von [1] wurde eine Regression 6. Ordnung für das Gesamtgeräusch durchgeführt, da der Kurvenverlauf bei 4. Ordnung die Messwerte nicht hinreichend gut wiedergibt.
3. In Verbindung mit einer Mittelungszeit von 10 s wurden Messwerte bei mehr als 95 % der Nennleistung über ihre gemessene, mit dem Korrekturfaktor κ korrigierte Windgeschwindigkeit dargestellt, da die Messwerteverteilung unter Verwendung der Gondelanemometermethode die vor Ort aufgetretenen Windgeschwindigkeiten nicht hinreichend gut wiedergibt.
4. Abweichend von [2], wurde die Windgeschwindigkeit auf einer Höhe von 10 m mit Hilfe eines Anemometers in 1400 m Entfernung zur WEA gemessen. Dementsprechend befand sich der Mast 770 m außerhalb des definierten Sektors nach [2]. Aufgrund des flachen Geländes und der ungestörten Windanströmung des Anemometers am gewählten Standort ist die Position als vertrauenswürdig anzusehen. Der ermittelte Korrekturfaktor κ , der das Verhältnis von standardisierten zu gemessenen Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe widerspiegelt, liegt mit einem Wert von 0,9 sehr nahe am Idealwert von 1,0. Hierdurch kann aufgezeigt werden, dass der gewählte Standort für eine Windgeschwindigkeitserfassung geeignet war. Weiterhin ergibt sich aus den Abbildungen im Anhang, dass die Korrelation zwischen gemessenen Schalldruckpegeln und gemessenen Windgeschwindigkeiten hoch ist und die Klassierung der Messwerte plausibel ist. Zudem ist über die Tab. 3 erkennbar, dass der Fremdgeräuschabstand in allen BINs mit um ca. 12 dB sehr hoch ausfällt. D.h., dass das gemessene und über die in 10 m Höhe erfassten Windgeschwindigkeiten klassierte Fremdgeräusch ohnehin nur einen irrelevanten Einfluss auf das Gesamtgeräusch ausübt. Folglich sind die Ergebnisse als vertrauenswürdig anzusehen.



6 Zusammenfassung

Im Auftrag der GE Wind Energy GmbH wurde von der windtest grevenbroich gmbh eine Geräuschemissionsmessung an einer Windenergieanlage des Typs 5.5-158 mit einer Nabenhöhe von 120,90 m (inkl. Fundament) gemäß FGW TR 1 [1] durchgeführt.

Die Messung erfolgte 2021-02-05/06 am Standort Wieringermeer (Niederlande) an der WEA mit der Seriennummer 53186873, in der Betriebskonfiguration „offener Betriebsmodus (NO)“.

Eine ausgeprägte Richtcharakteristik konnte bei der untersuchten WEA nicht festgestellt werden. Einzelgeräusche, die den mittleren Anlagengeräuschpegel der Windenergieanlage um mehr als 10 dB übertreffen, wurden nicht festgestellt.

Die Tonhaltigkeitsanalyse gemäß FGW TR 1 [1] für die untersuchte WEA in 202,15 m Entfernung ergab eine tonale Wahrnehmbarkeit, die mit einem Zuschlag K_{TN} von bis zu 1 dB im analysierten Windgeschwindigkeitsbereich zu bewerten ist.

Es wurde subjektiv kein ausgeprägtes impulshaltiges Betriebsgeräusch festgestellt.

Bezüglich des Schallleistungspegels L_{WA} wurde für diese Messung eine typische Messunsicherheit von $U_C = 0,7$ dB ermittelt.

Zusammenfassend führt die Auswertung zu folgenden Ergebnissen:

Tab. 11: Messergebnisse der WEA 5.5-158; offener Betriebsmodus (NO)

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	7,3 ¹⁾	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5
Schallleistungspegel L_{WA} [dB]	100,7	105,1	105,6	105,4	105,5	105,7
Tonhaltigkeit K_{TN} [dB] um 180 Hz	0	1	0	0 ²⁾	0	0
Tonhaltigkeit K_{TN} [dB] um 314 Hz	0	0	0	0 ²⁾	0	0
Tonhaltigkeit K_{TN} [dB] um 2.700 Hz	0	1	1	1 ²⁾	0	1
Impulshaltigkeit K_{IN} [dB]	0	0	0	0	0	0
Elektrische Leistung P [kW]	2.224	3.685	4.950	5.225	5.477	5.500
Generator Drehzahl N_{Gen} [min ⁻¹]	1.444	1.740	1.824	1.824	1.828	1.829

1) 95 % Nennleistung

2) Übernahme der Bewertung aus BIN 7, da der 95 % -Betriebspunkt innerhalb dieser Windklasse liegt

Es wird versichert, dass das Gutachten gemäß dem Stand der Technik, unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

Die in diesem Bericht aufgeführten Ergebnisse beziehen sich nur auf diese Anlage (vgl. Herstellerbescheinigung im Anhang).



7 Literaturverzeichnis

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008 Teil1:
Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V.
- [2] IEC 61400-11:2002 + A1:2006,
Wind turbine generator systems- Part 11: Acoustic noise measurement techniques
- [3] DIN 45681
Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die
Beurteilung von Geräuschimmissionen
August 2006
- [4] DIN 45645, Teil 1
Ermittlung von Beurteilungspegel aus Messungen, Teil1: Geräuschimmissionen in der
Nachbarschaft
Juli 1996.



8 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

a	- Fehler	-
B	- Fremdgeräusch (Background Noise)	-
ΔL	- Pegeldifferenz	dB
ΔL_k	- Tonalität	dB
$\Delta L_{a,k}$	- Tonale Wahrnehmbarkeit	dB
ΔL_{CA}	- Differenzpegel zw. C-bewertetem und - A-bewertetem Schalldruckpegel	dB
D	- Rotordurchmesser	m
f_T	- Tonfrequenz	Hz
f_m	- Mittenfrequenz	Hz
H	- Höhe Rotormittelpunkt (Nabenhöhe)	m
h_A	- Höhe des Mikrofons in Relation zur Fundamenthöhe der WEA	m
H_{neu}	- Nabenhöhe für gleiche WEA, aber andere Nabenhöhe als die gemessene	m
κ	- Korrekturfaktor	-
K_{IN}	- Impulshaltigkeitszuschlag im akustischen Nahfeld	dB
K_{TN}	- Tonhaltigkeitszuschlag im akustischen Nahfeld nach DIN 45681	dB
L_a	- Audibilitätsmaß	-
L_{Aeq}	- Energieäquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{Aeq,B}$	- Fremdgeräuschpegel	dB
$L_{Aeq,c}$	- Fremdgeräuschkorrigierter Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,mess}$	- gemessene Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,reg}$	- aus Regression berechnete Schalldruckpegel	dB
L_{Ceq}	- äquivalenter Dauerschallpegel, C-bewertet	dB
$L_{Aeq,T}$	- Gesamtgeräuschpegel	dB
L_T	- Tonpegel	dB
L_{WA}	- A-bewerteter Schalleistungspegel	dB
N	- Anzahl Werte	-
N_A	- Nabenabstand Rotormittelpunkt - Turmmittelpunkt	m
N_{Gen}	- Generator Drehzahl	min^{-1}
N_{Rot}	- Rotordrehzahl	min^{-1}
P	- abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
R_0	- horizontale Messentfernung zwischen Messpunkt und Turmmittellinie	m
R_i	- Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt (Hüllflächenradius)	m
T	- Gesamtgeräusch (Total Noise)	-
U_a, U_b, U_c	- Messunsicherheiten	dB
v_H	- Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve in Nabenhöhe	m/s
$v_{mess,10}$	- gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{mess,10,korr}$	- korrigierte gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
v_{p10}	- standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{10,i}$	- Windgeschwindigkeit der gemessenen WEA in 10 m Höhe	m/s
$v_{10,ref}$	- ganzzahlige Windgeschwindigkeit der WEA mit neuer Nabenhöhe	m/s
WEA	- Windenergieanlage	-
Z_0	- Rauigkeitslänge	m
$Z_{0,ref}$	- Referenzrauigkeitslänge	m

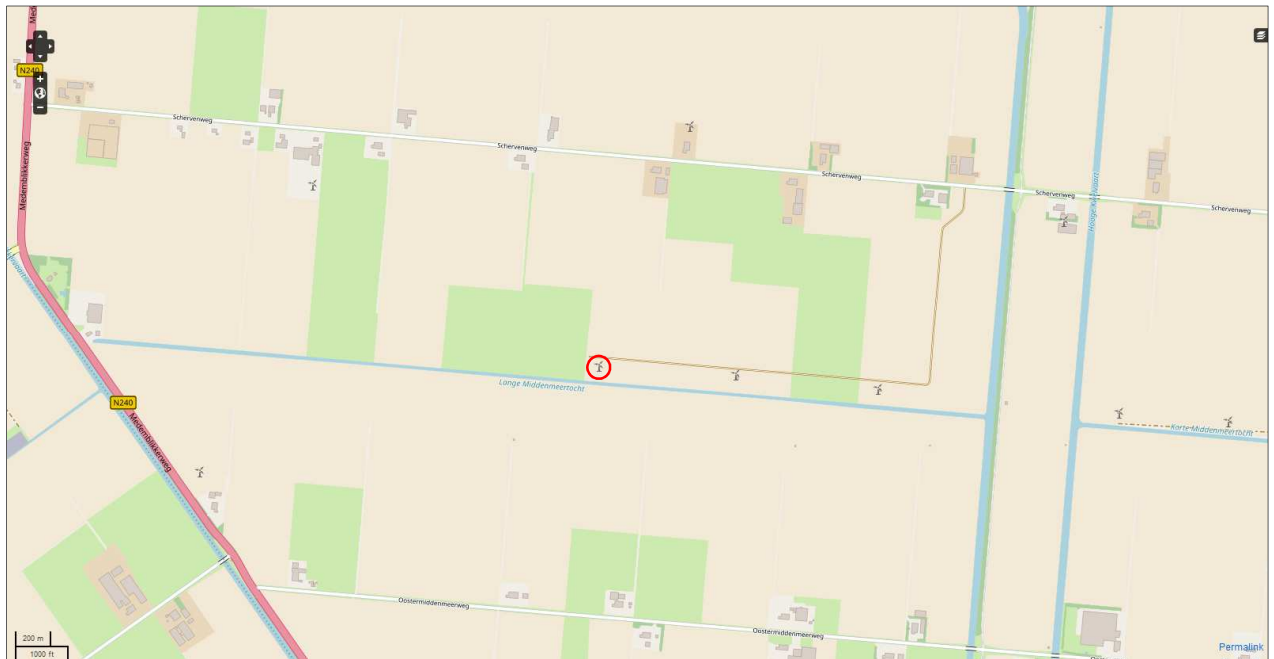


9 Bearbeitungsverlauf

Version	Datum	Inhalt	Status
SE20015B2	2021-02-19	Prüfbericht gemäß FGW TR 1 über Geräuschemissionen einer GE Windenergieanlage des Typs 5.5-158 Ser.-Nr. 53186873 am Standort Wieringermeer (Niederlande) - offener Betriebsmodus (NO) -	gültig

10 Anhang

Anhang 1	Lageplan
Anhang 2	Herstellerbescheinigung
Anhang 3	Leistungskurve
Anhang 4	Messgeräte
Anhang 5	Einfügungsdämpfung des sekundären Windschirms
Anhang 6	Messaufbau
Anhang 7	Messdaten
Anhang 8	Betriebszustand
Anhang 9	Terz- und Oktavspektren
Anhang 10	Schmalbandspektren



Quelle: openstreetmap.de
Die vermessen WEA ist rot umkreist



Herstellerbescheinigung, Kurzfassung für akustische Nachmessungen
Manufacturer's certificate, Short version for control measurements of acoustic noise

1. Allgemeine Informationen – General informations	
Anlagenhersteller – turbine manufacturer :	GE Renewable Energy
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name :	5.5-158
Seriennummer der vermessenen WEA – serial number of tested WT :	53186873
Standort der vermessenen WEA – location of tested WT :	Wieringermeer, PW7 (PT7)
Koordinaten des Standortes – coordinates of turbine location :	52°49'09.0"N 5°03'08.4"E
Rotorachse – rotor axis :	horizontal – horizontal <input checked="" type="checkbox"/> vertikal – vertical <input type="checkbox"/>
Nennleistung – rated power :	5500 kW
Leistungsregelung – power control :	pitch <input checked="" type="checkbox"/> stall <input type="checkbox"/>
Nabenhöhe über Grund – hub height above ground :	120.9 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – hub height above top of foundation flange :	120.9 m
Nennwindgeschwindigkeit – rated wind speed :	11.4 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – cut-in / cut outwind speed :	3 / 25 m/s
2. Rotor – Rotor	
Durchmesser – rotor diameter :	158 m
Anzahl der Blätter – number of blades :	3
Nabenart – kind of hub :	pendelnd – teetered <input type="checkbox"/> starr – rigid <input checked="" type="checkbox"/>
Anordnung zum Turm – position relative to tower :	luv – upwind <input checked="" type="checkbox"/> lee – downwind <input type="checkbox"/>
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed :	9.7 / 5.3 – 9.7 rpm
Rotorblatteinstellwinkel – rotor blade pitch setting :	variable
Konuswinkel – cone angle :	5°
Achsneigung – tilt angle :	4°
Horizontaler Abstand Rotormittelpunkt - Turmmittellinie – horiz. distance between centre of rotor and tower centre line :	4134 mm
3. Rotorblatt – Rotor blade	
Hersteller – manufacturer :	LM
Typenbezeichnung – type :	LM77.4P3-14
Seriennummern der Rotorblätter – serial numbers of rotor blades :	1: 000004 2: 000005 3: 000006
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen.) – additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips):	VGs, T-Spoilers, TE Serrations
4. Getriebe – Gearbox	
Hersteller – manufacturer :	ZF
Typenbezeichnung – type :	EH0941A-001
Seriennummer des Getriebes – serial number of gear box :	EH0941A-001.P5/LM0001
Ausführung – design :	2 planetary / 1 helical
Übersetzungsverhältnis – gear ratio :	188.1 : 1
5. Generator – Generator	
Hersteller – manufacturer :	Indar
Typenbezeichnung – type :	DFIG NAR710G4B50N
Seriennummer des Generators – serial number of generator :	22711500003
Anzahl – number of generators :	1
Art – design :	double fed asynchroneous
Nennleistung(en) – rated power value(s) :	5527 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed :	1824 rpm
6. Turm – Tower	
Ausführung – design :	Gitter – lattice <input type="checkbox"/> Rohr – tubular <input checked="" type="checkbox"/> zylindrisch – cylindrical <input checked="" type="checkbox"/> konisch – conical <input checked="" type="checkbox"/>
Material – material :	steel
Durchmesser - Turmfuß – foot of the tower diameter:	4,3 m
7. Betriebsführung / Regelung – Control system	
Art der Leistungsregelung – kind of power control :	blade pitching
Antrieb der Leistungsregelung – actuation of power control :	electrical
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – manufacturer of control system :	GE
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – control system type :	Mark VIe
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup :	NO
Bezeichnung der verwendeten Leistungskurve – designation of power curve report :	PCD-NO_5.5-158-50Hz_GT120mHH_700kN_no_LEP_106dB_EN_r03.pdf

16.02.2021

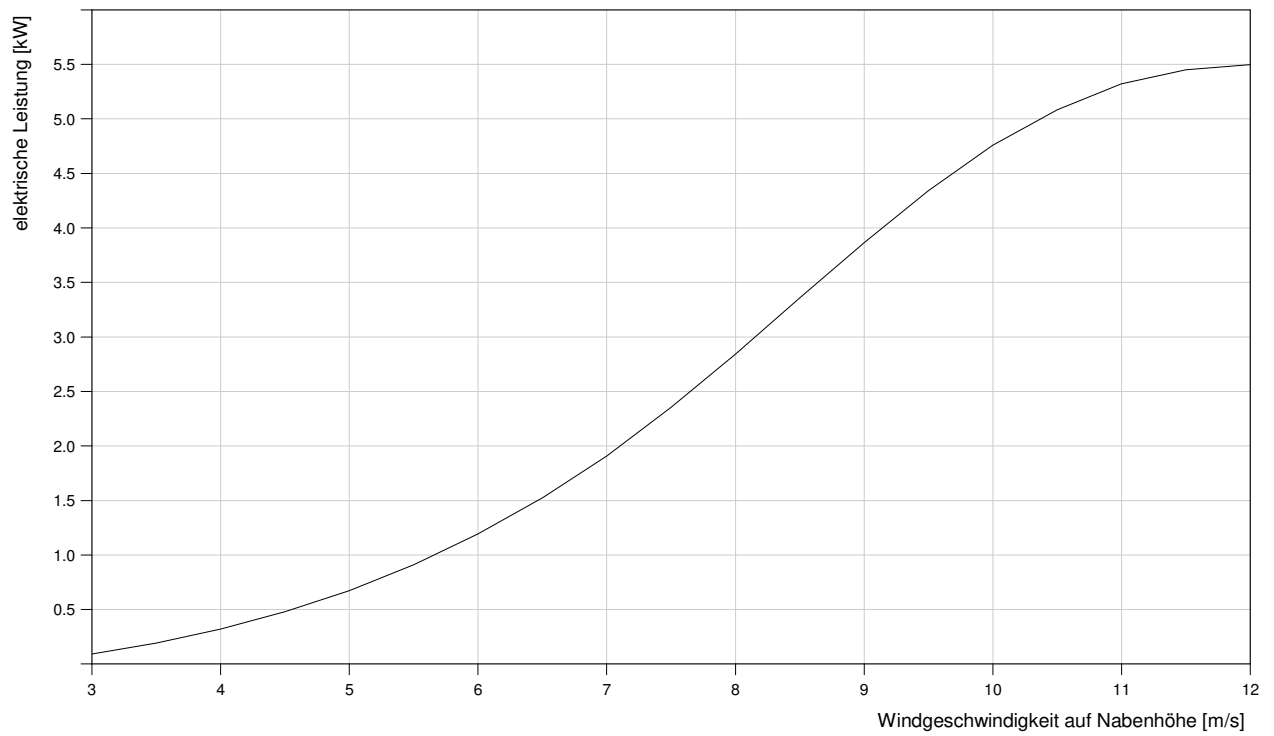


GE Power & Water
Renewable Energy

GE Wind Energy GmbH, Germany
 Holsterfeld 16, 48499 Salzbergen
 T +49 5971 980 0, F +49 5971 980 1999
www.ge-renewable-energy.com

Datum, Stempel und Unterschrift des Herstellers
 Date, manufacturer's stamp and signature

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrische Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, die o. g. Eigenschaften aufweist. – The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports, shows the characteristics given above.



v_H [m/s]	P [kW]	v_H [m/s]	P [kW]
3,0	91	8,0	2.843
3,5	191	8,5	3.358
4,0	319	9,0	3.864
4,5	478	9,5	4.341
5,0	672	10,0	4.758
5,5	910	10,5	5.085
6,0	1.190	11,0	5.323
6,5	1.523	11,5	5.451
7,0	1.906	12,0	5.500
7,5	2.356		

Quelle: GE Wind Energy GmbH



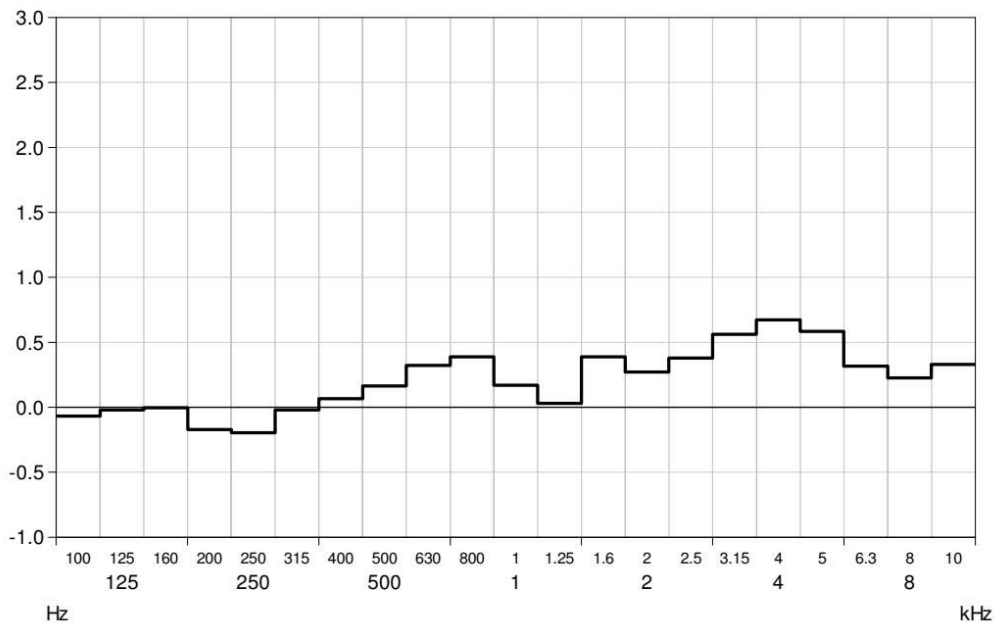
Geräte Akustik <i>devices acoustic</i>	Hersteller / Serien-Nr. <i>manufacturer / serial number</i>	Kalibriert bis <i>calibrated until</i>	QM-Nummer <i>QM number</i>
Mikrofon <i>microphone</i>	Norsonic, Typ 1225, Serien-Nr. 157460 <i>Norsonic, type 1225, serial-no. 157460</i>	2022-03	WTG1016075
Mikrofonvorverstärker <i>preamplifier</i>	Norsonic, Typ 1209, Serien-Nr. 20181 <i>Norsonic, type 1209, serial-no. 20181</i>	2022-03	WTG1014152
Schallpegelmesser <i>sound level meter</i>	Norsonic 140, Serien-Nr. 1406102 <i>Norsonic 140, serial-no. 1406102</i>	2022-03	WTG1014151
Akustischer Kalibrator <i>acoustical calibrator</i>	Norsonic, Typ 1251, Serien-Nr. 34226 <i>Norsonic, type 1251, serial-no. 34226</i>	2021-03	WTG0914004
Windschirme <i>wind screens</i>	Hersteller / Serien-Nr. <i>manufacturer / serial number</i>	Kalibriert bis <i>calibrated until</i>	QM-Nummer <i>QM number</i>
Sek. Windschirm <i>secondary wind screen</i>	IG AMEK GmbH <i>IG AMEK GmbH</i>		WTG2119119
Weitere Geräte <i>further devices</i>	Hersteller / Serien-Nr. <i>manufacturer / serial number</i>	Kalibriert bis <i>calibrated until</i>	QM-Nummer <i>QM number</i>
Computer <i>Computer</i>	Sintronos, ABOX-5000-i7w/6700TE, SN: ss171020216 <i>Sintronos, ABOX-5000-i7w/6700TE, SN: ss171020216</i>		WTG1417034
Datenlogger <i>data logger</i>	IMC LCi8, Serien-Nr. 0889701 <i>IMC LCi8, serial-no. 0889701</i>		WTG0311092
Laserentfernungsmesser <i>laser rangefinder</i>	Nikon, Prostaff 7i, Serien-Nr. 5021948 <i>Nikon, Prostaff 7i, serial-no. 5021948</i>		WTG1017135
Computer <i>Computer</i>	ToshibaSatellite Pro A50-C-1G8 SN: XG030705H <i>ToshibaSatellite Pro A50-C-1G8 SN: XG030705H</i>		WTG1417006
Windmessmast <i>meteorological mast</i>	Hersteller / Serien-Nr. <i>manufacturer / serial number</i>	Kalibriert bis <i>calibrated until</i>	QM-Nummer <i>QM number</i>
Messmast 10 m <i>meteorological mast</i>	Teksam Clark-Mast, Typ CQTX10-8/HP, Serien-Nr. G117168 <i>Teksam Clark-Mast, type CQTX10-8/HP, serial-no. G117168</i>		WTG0417001
Software <i>software</i>	Hersteller / Serien-Nr. <i>manufacturer / serial number</i>	Kalibriert bis <i>calibrated until</i>	QM-Nummer <i>QM number</i>
WTG Technik Version 20200502 <i>WTG Technik Version 20200502</i>	windtest grevenbroich gmbh <i>windtest grevenbroich gmbh</i>		
IMC Famos Version 7.2 rev. 5 <i>IMC Famos version 7.2 rev. 5</i>	imc Meßsysteme GmbH <i>imc Meßsysteme GmbH</i>		



Da der sekundäre Windschirm Teil der gesamten Messkette war, wird die Eingangsdämpfung des Windschirms im Diagramm und in der folgenden Tabelle dokumentiert. Für die Berechnung aller Messergebnisse in diesem Bericht wurde der dämpfende Einfluss des Windschirms beachtet.



Insertion loss of the secondary windscreen
AMEK 2018R0



Frequency [Hz]	Insertion loss [dB]	Standard deviation [dB]	Frequency [Hz]	Insertion loss [dB]	Standard deviation [dB]
100	-0.1	±0.5	1250	0.0	±0.1
125	0.0	±0.3	1600	0.4	±0.2
160	0.0	±0.2	2000	0.3	±0.1
200	-0.2	±0.5	2500	0.4	±0.2
250	-0.2	±0.3	3150	0.6	±0.2
315	0.0	±0.1	4000	0.7	±0.3
400	0.1	±0.2	5000	0.6	±0.4
500	0.2	±0.1	6300	0.3	±0.3
630	0.3	±0.2	8000	0.2	±0.3
800	0.4	±0.2	10000	0.3	±0.8
1000	0.2	±0.2			

Total Insertion loss of the windscreen	Standard deviation
0.2 dB	±0.1 dB

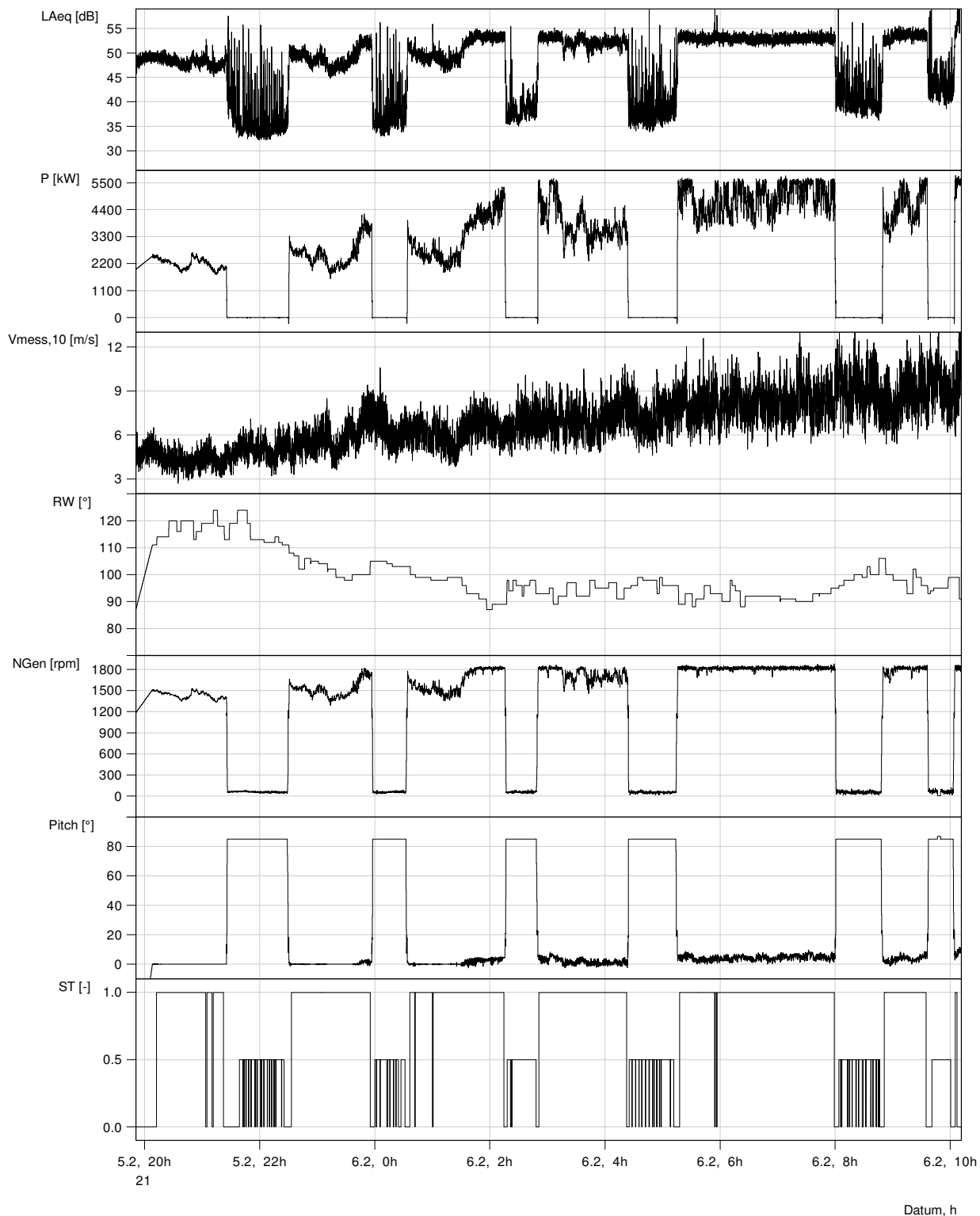

 B.Eng. Paul Nicpon
 Senior expert

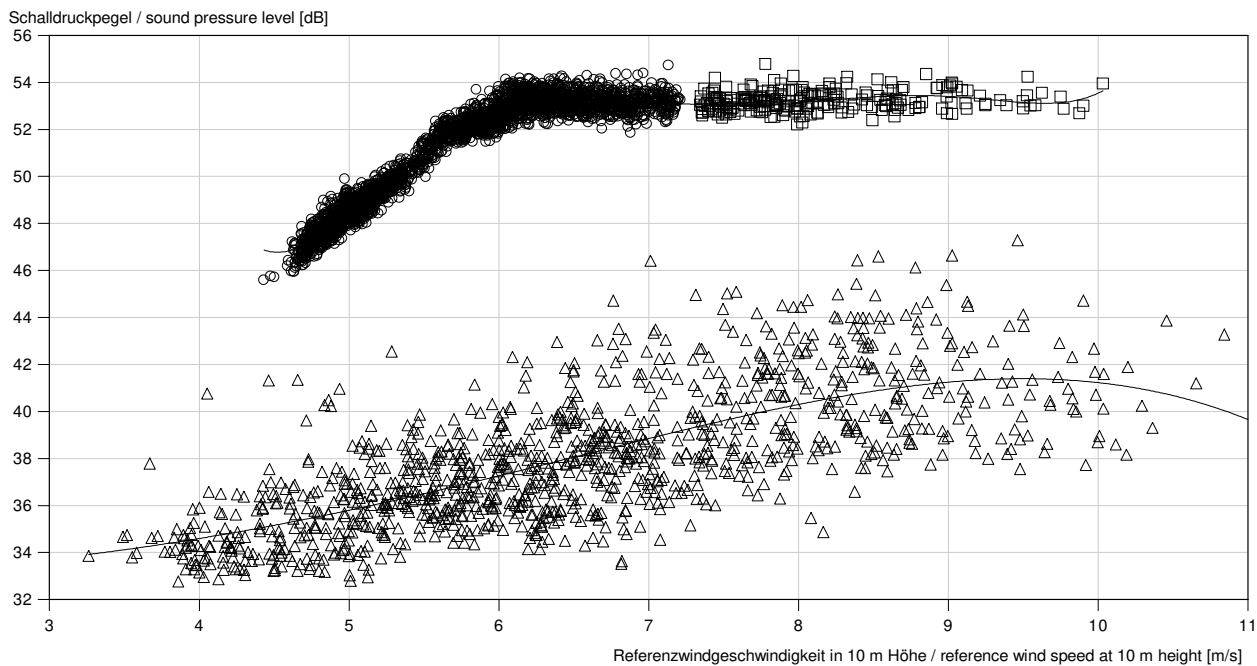

 B.Eng. Robert Wilsch
 Projectmanager





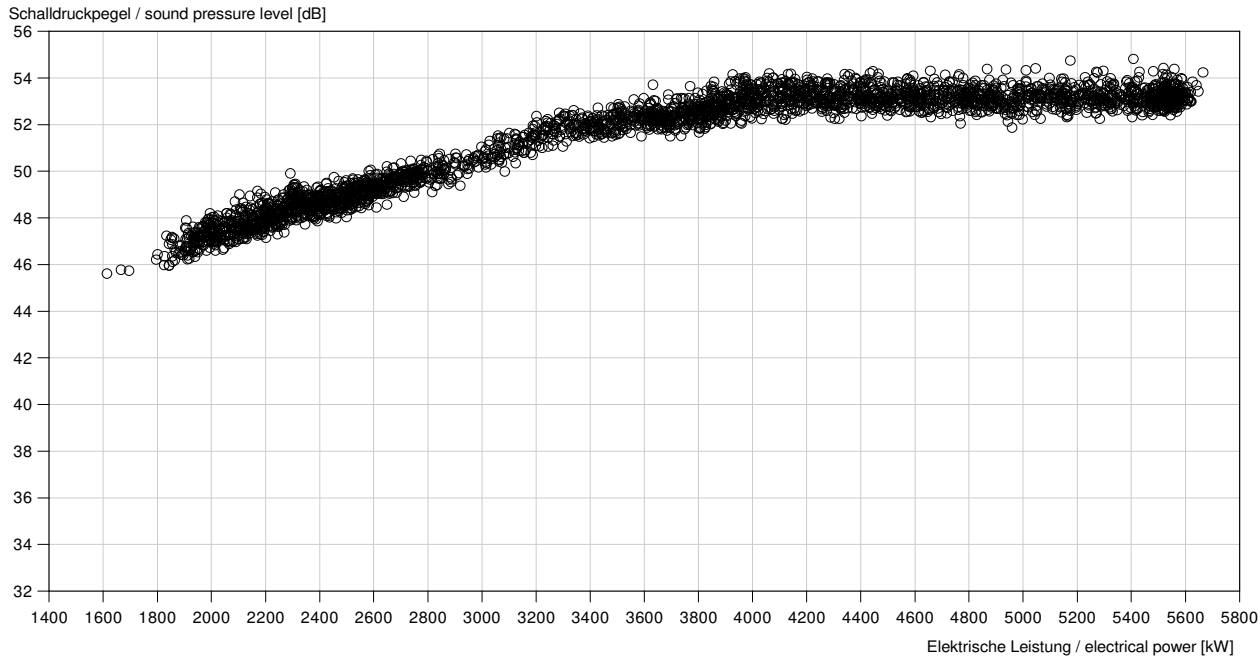
Aufgrund der Nachtzeit können keine Bilder über den Messaufbau dargestellt werden.



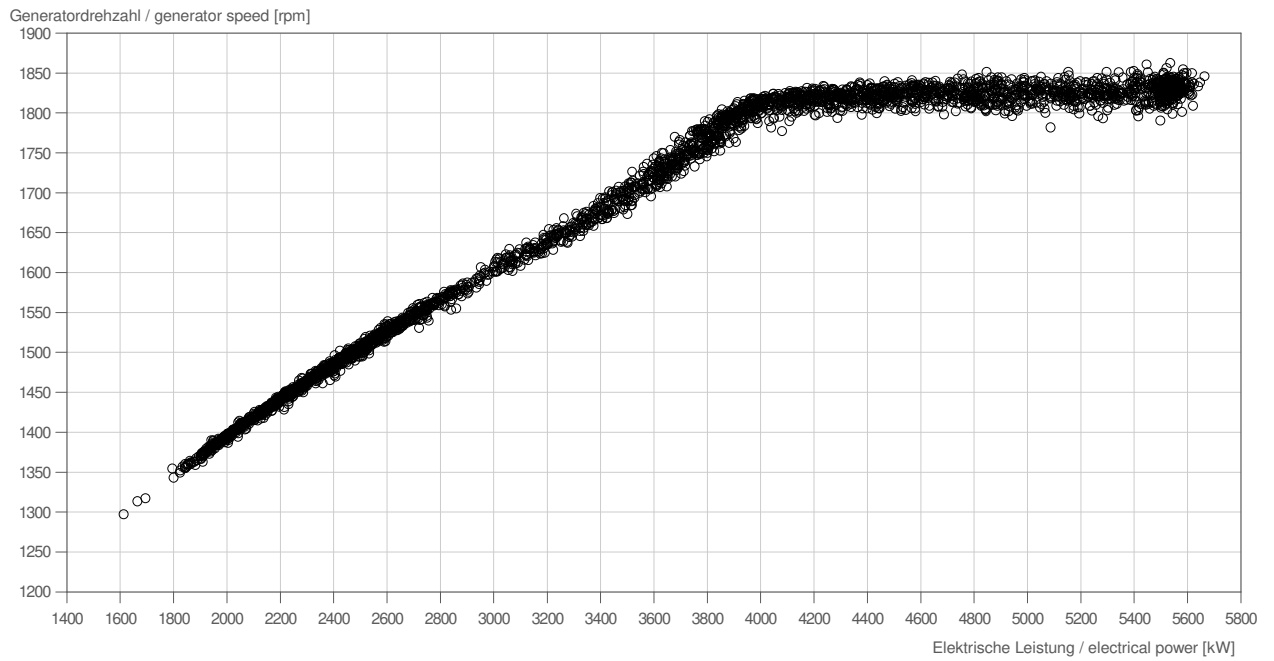


Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit (10 s Mittelwerte)

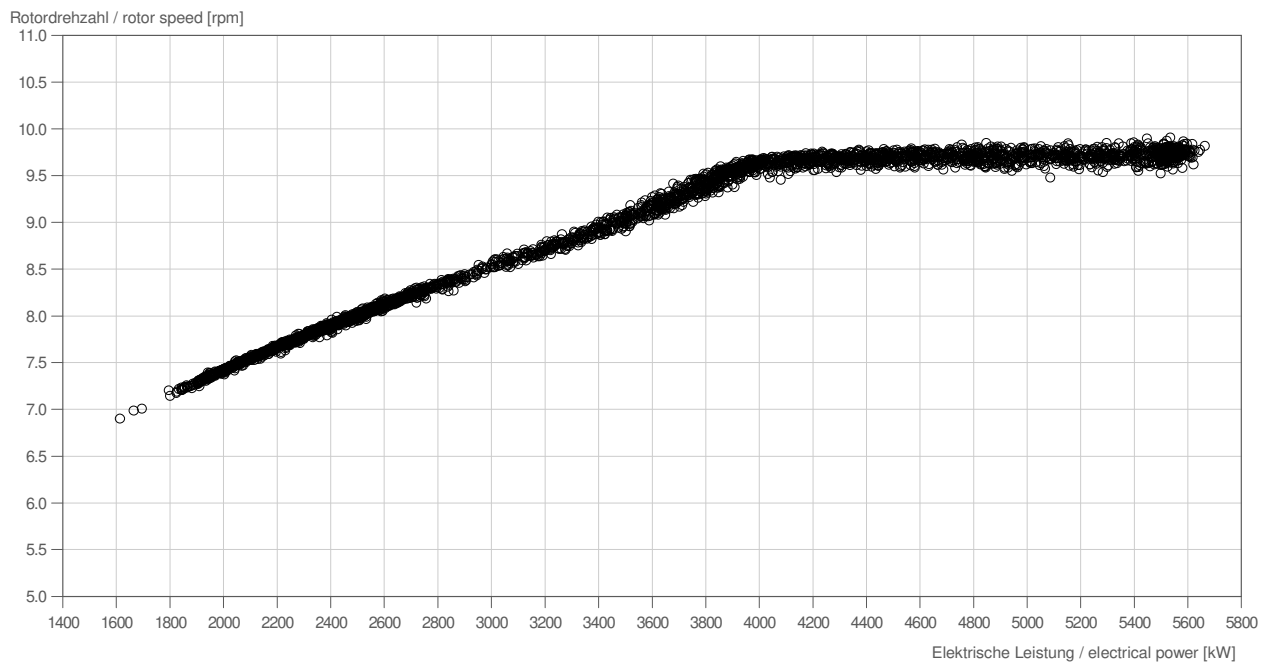
O Gesamtgeräusch, Δ Fremdgeräusch,
□ Messwerte größer 95%-Nennleistung



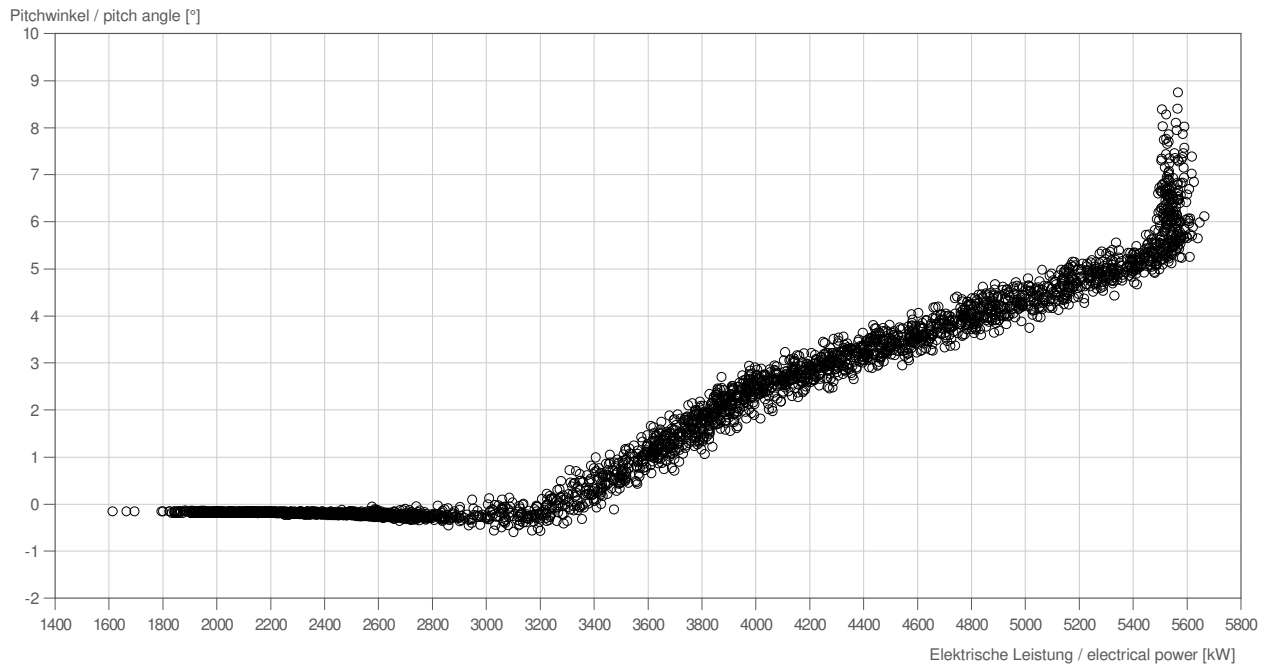
Schalldruckpegel über elektrische Leistung (10 s Mittelwerte)



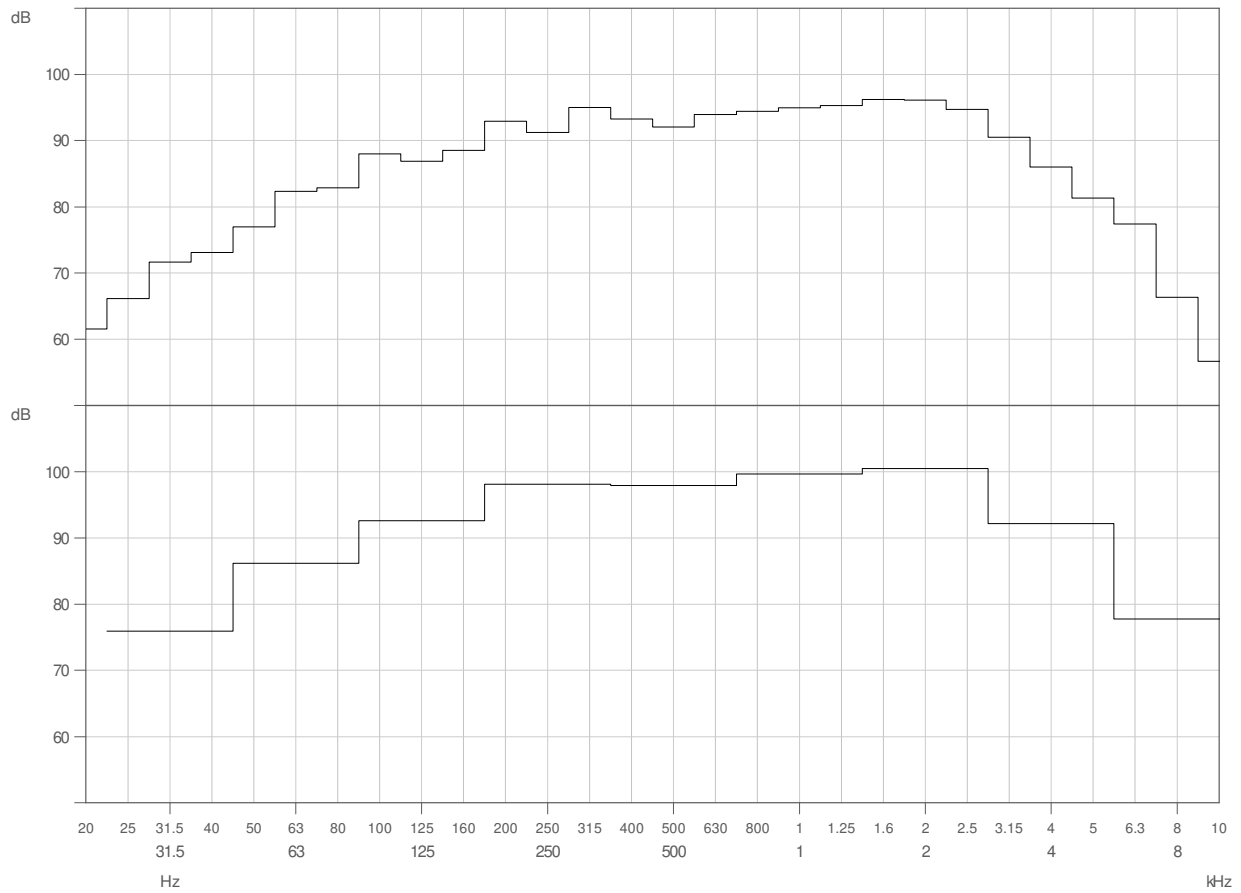
Generatordrehzahl über elektrische Leistung (10 s Mittelwerte)



Rotordrehzahl über elektrische Leistung (10 s Mittelwerte)



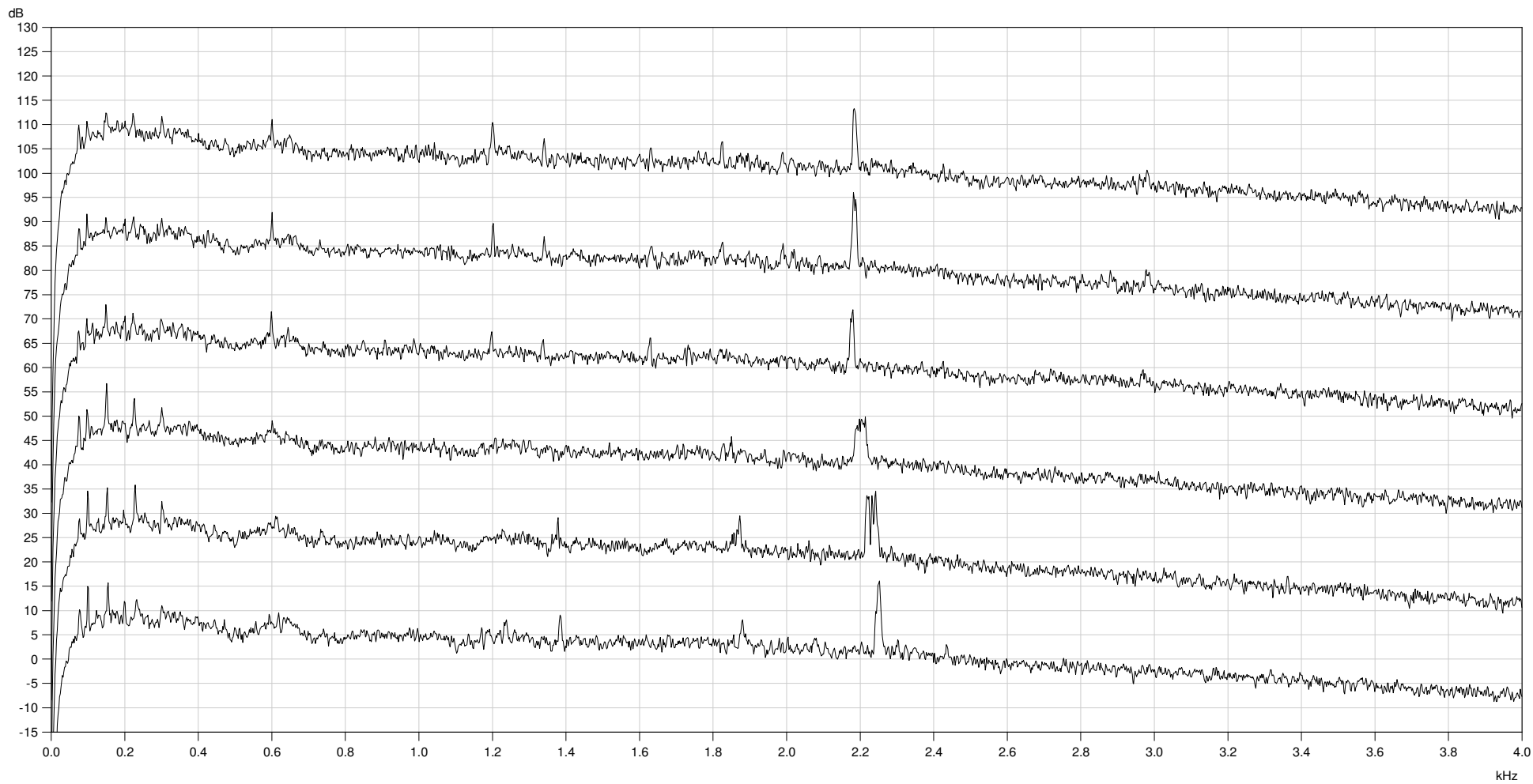
Pitchwinkel über elektrische Leistung (10 s Mittelwerte)



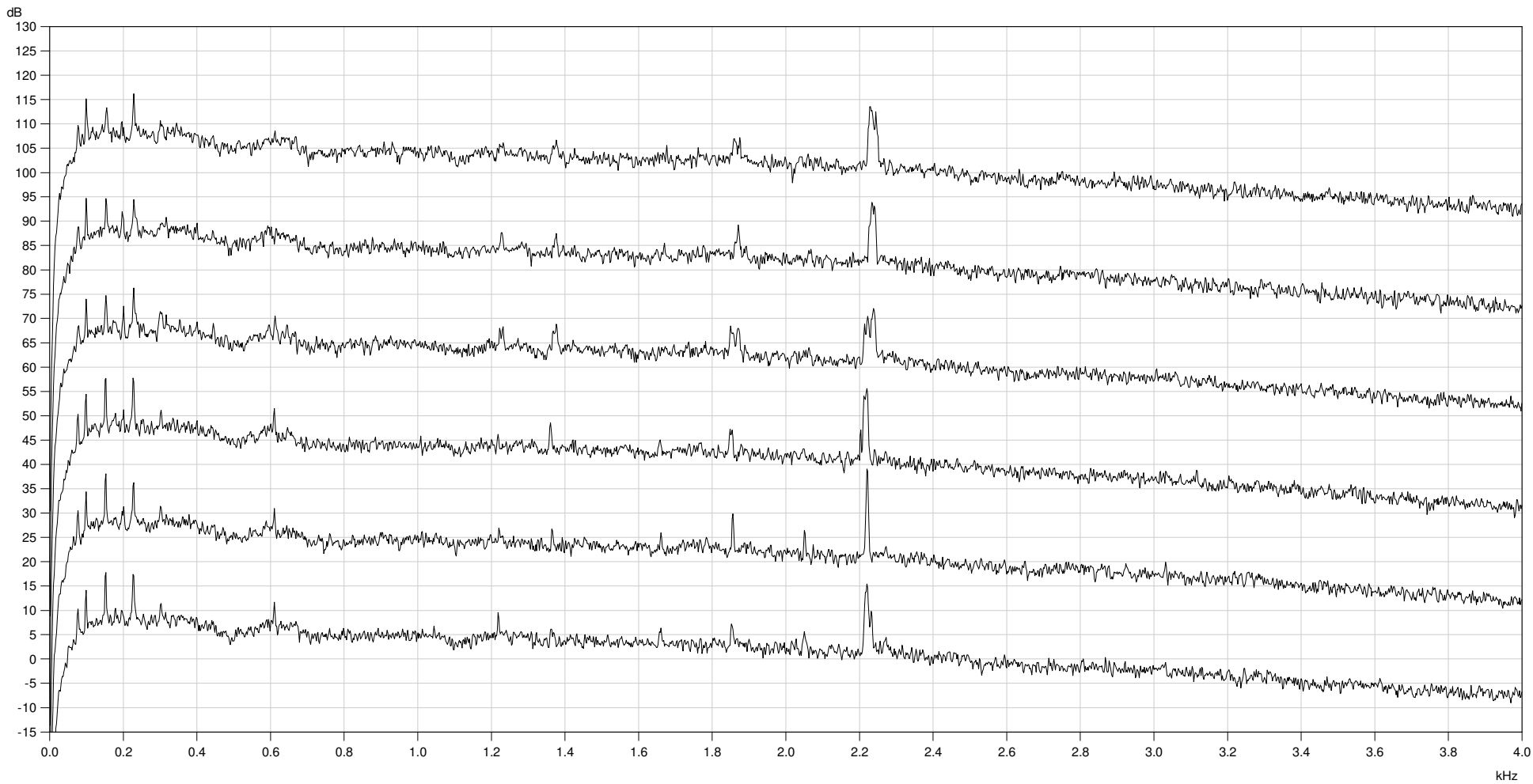
Terz- und Oktavschalleistungsspektrum bei 9 m/s							
Mitten- frequenz f_m [Hz]	Oktav- pegel L_{WA} [dB]	Terz		Mitten- frequenz f_m [Hz]	Oktav- pegel L_{WA} [dB]	Terz	
		Terzpegel L_{WA} [dB]	Unsicherheit U_c [dB]			Terzpegel L_{WA} [dB]	Unsicherheit U_c [dB]
20		61,52*	2,04	500	97,93	92,05	1,82
25		66,13*	2,46	630		93,95	1,81
31,5	75,92*	71,62	2,10	800		94,41	1,81
40		73,11*	2,24	1000	99,69	94,97	1,81
50		76,95	2,26	1250		95,32	1,82
63	86,18	82,36	2,06	1600		96,24	1,82
80		82,85	2,01	2000	100,53	96,13	1,82
100		88,02	1,83	2500		94,74	1,82
125	92,63	86,89	1,92	3150		90,50	1,82
160		88,51	1,82	4000	92,20	86,03	1,82
200		92,96	1,87	5000		81,34	1,82
250	98,10	91,23	1,82	6300		77,41	1,82
315		95,00	1,81	8000	77,77	66,30	1,82
400		93,27	1,81	10000		56,61**	1,87

*) Abstand < 6 dB, Pegel pauschal um 1,3 dB korrigiert

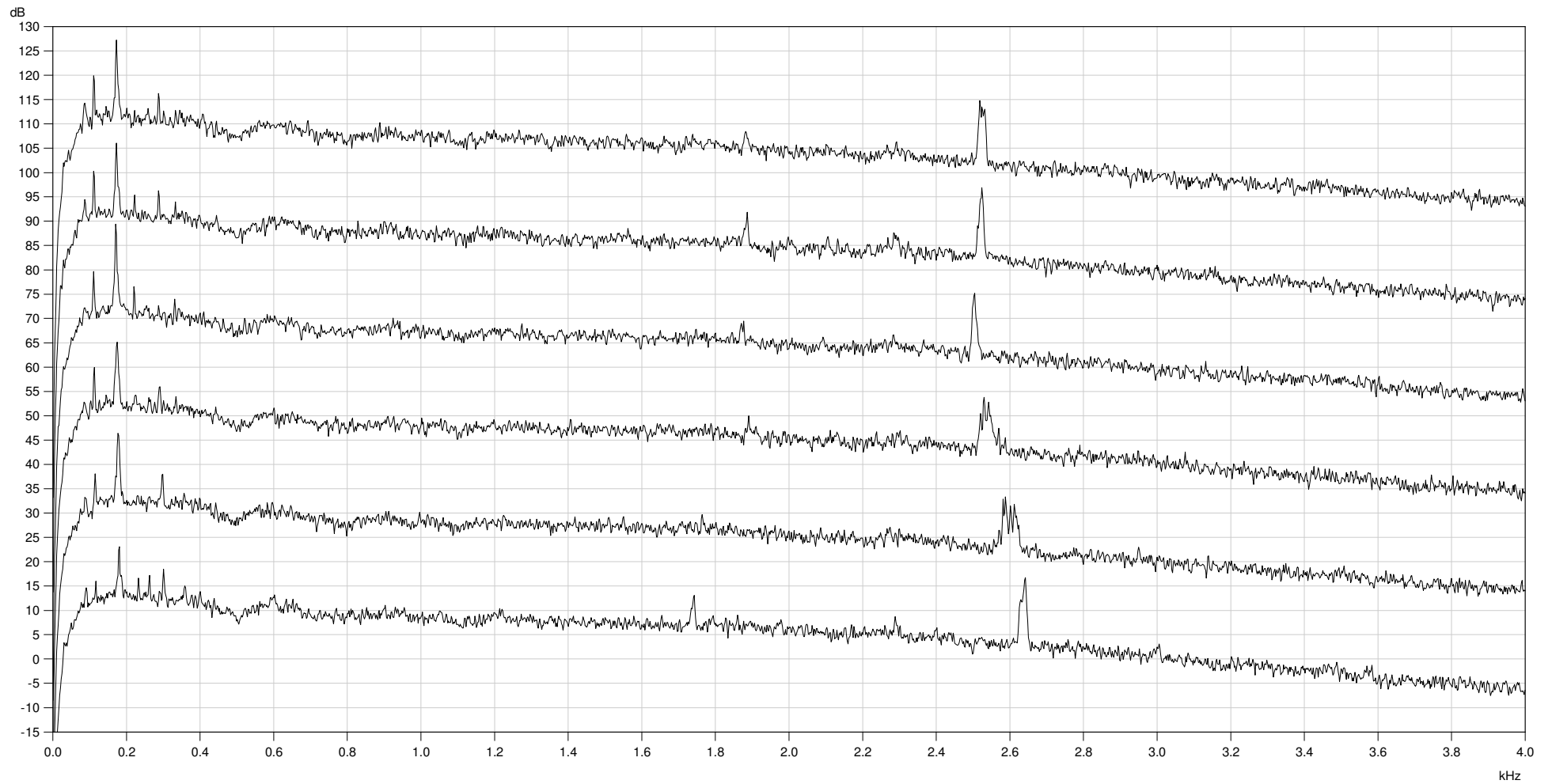
**) Abstand < 3 dB, Pegel pauschal um 3 dB korrigiert



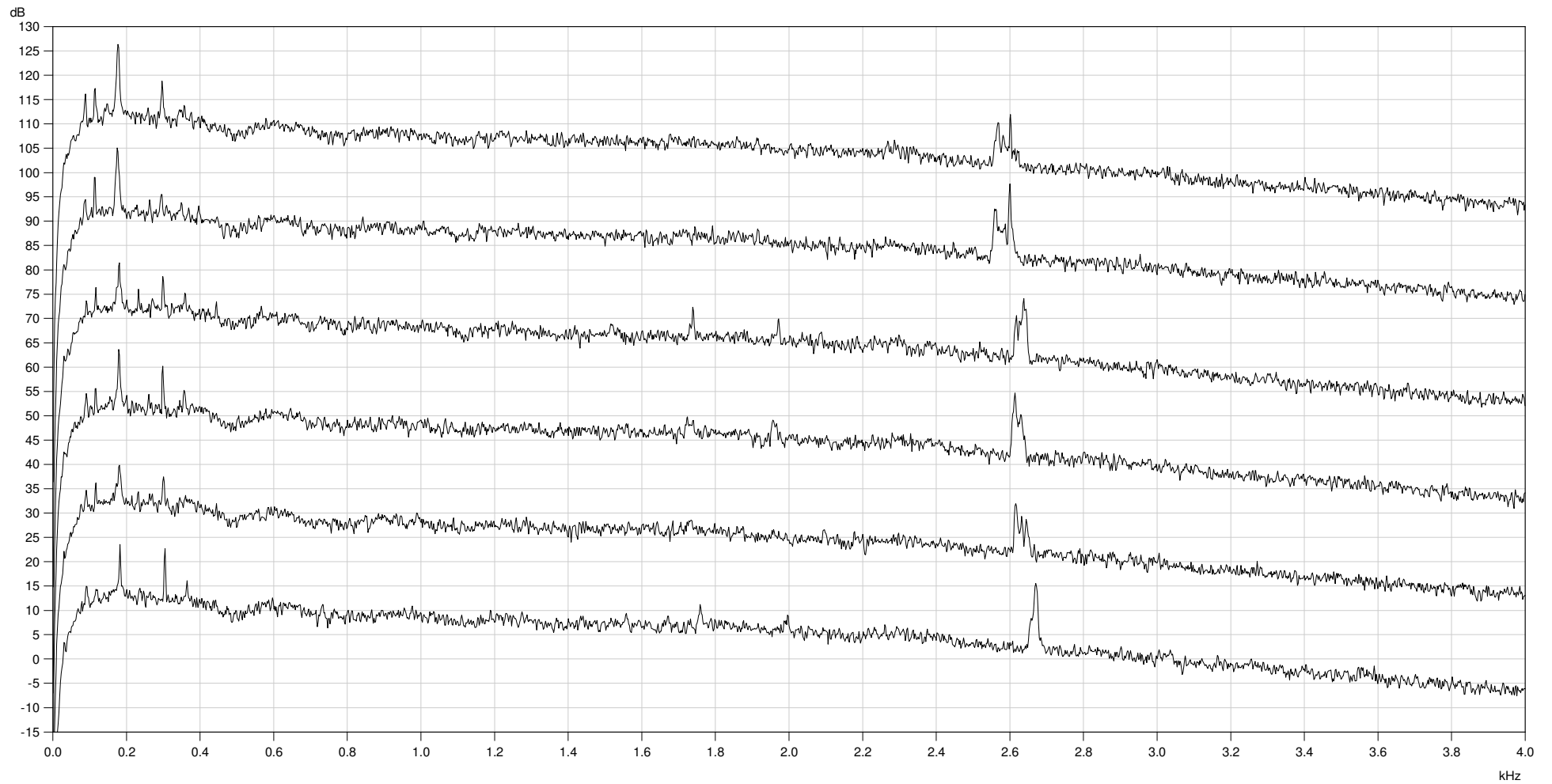
Spektren 1 – 6 aus BIN 5 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



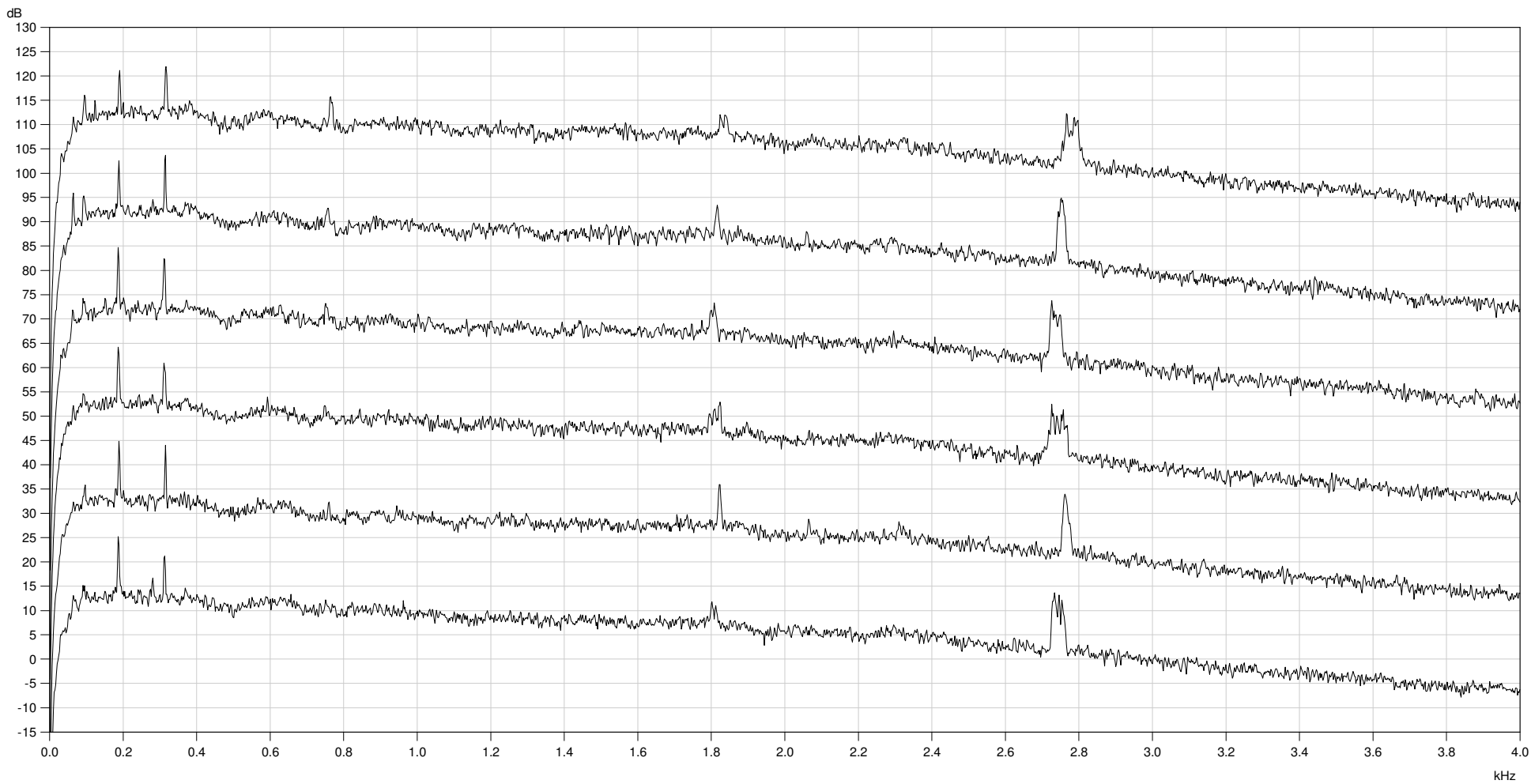
Spektren 7 – 12 aus BIN 5 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)



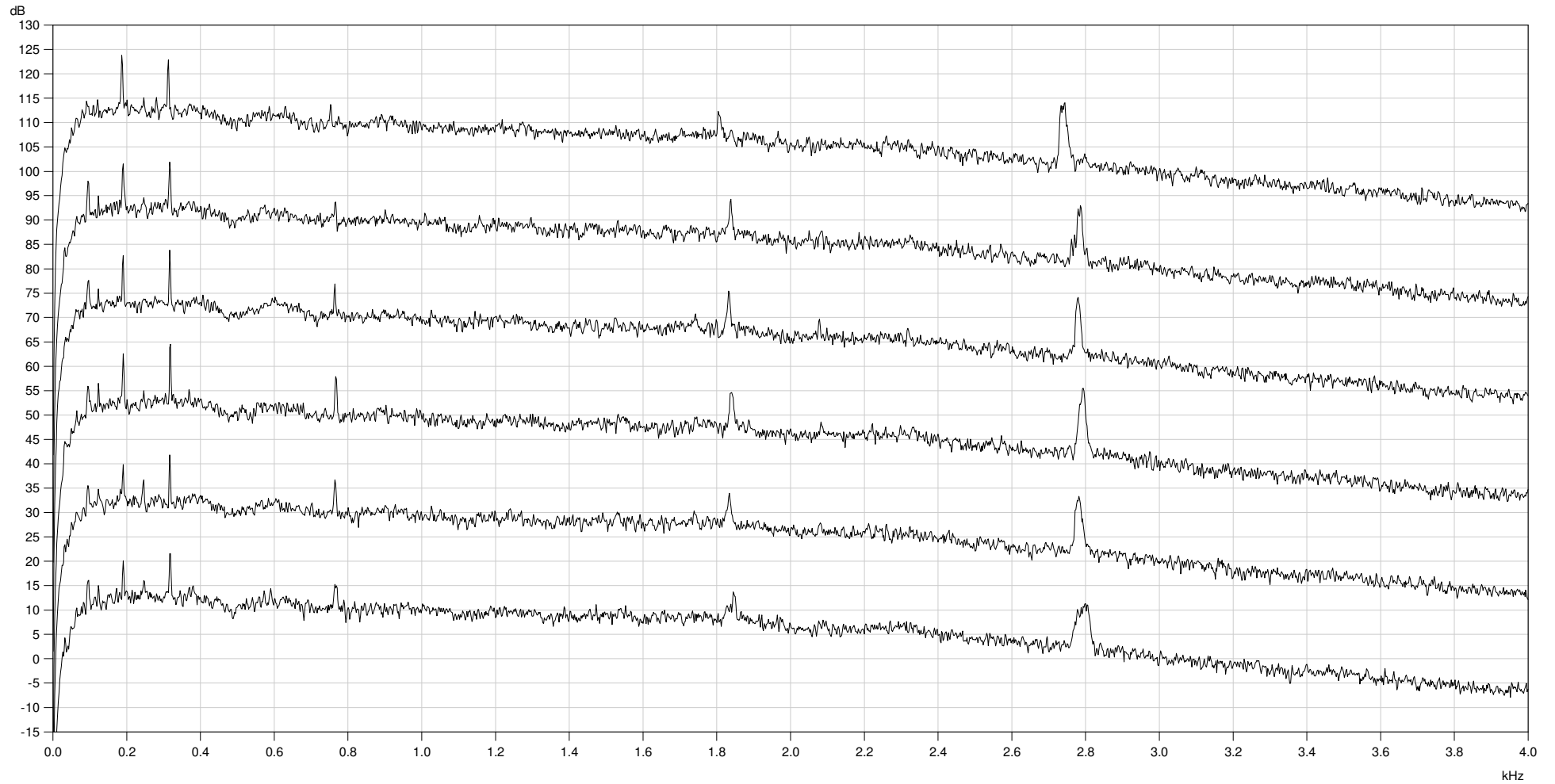
Spektren 1 – 6 aus BIN 6 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



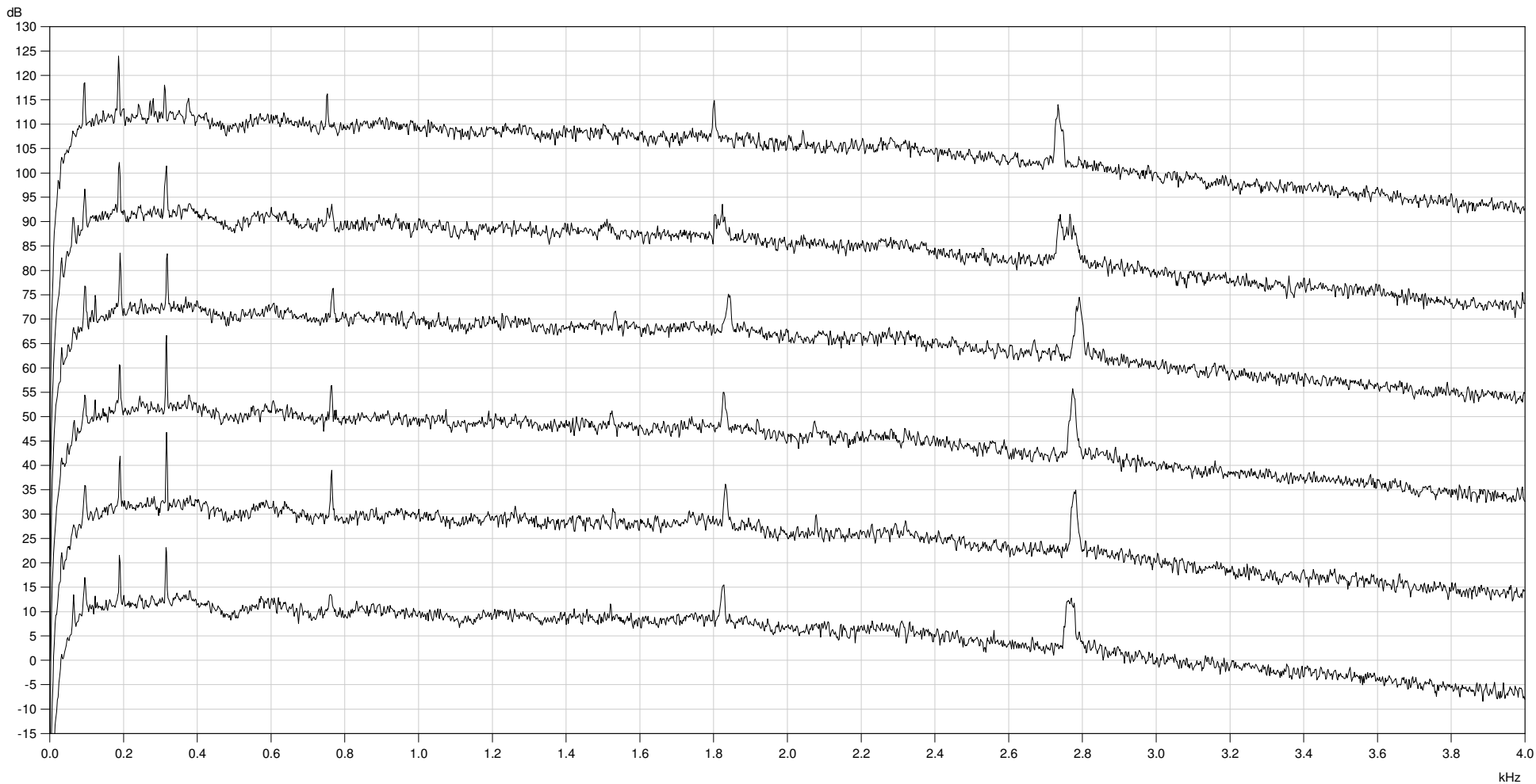
Spektren 1 – 6 aus BIN 6 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



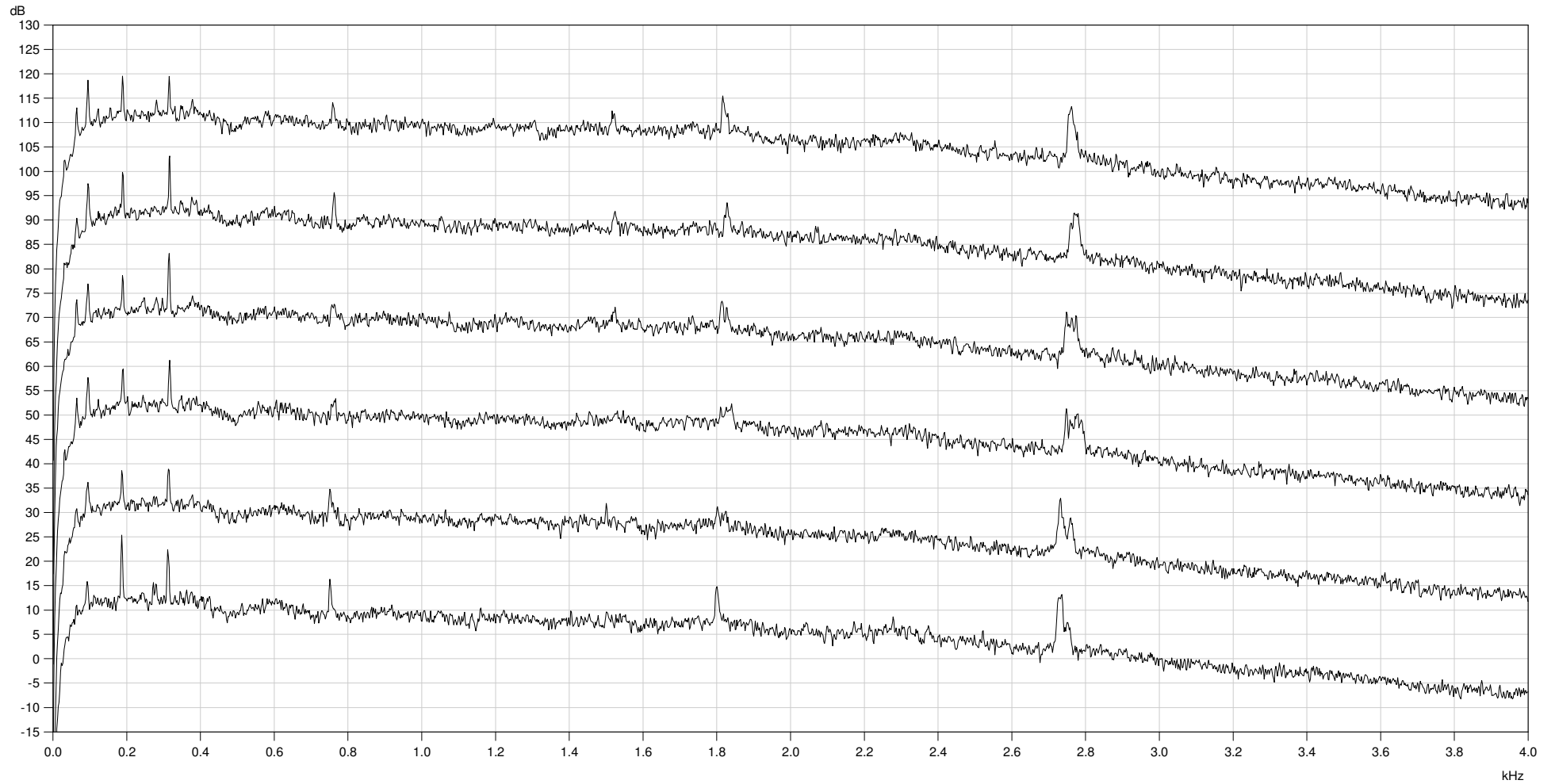
Spektr 1 – 6 aus BIN 7 (obere Spektrn jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)



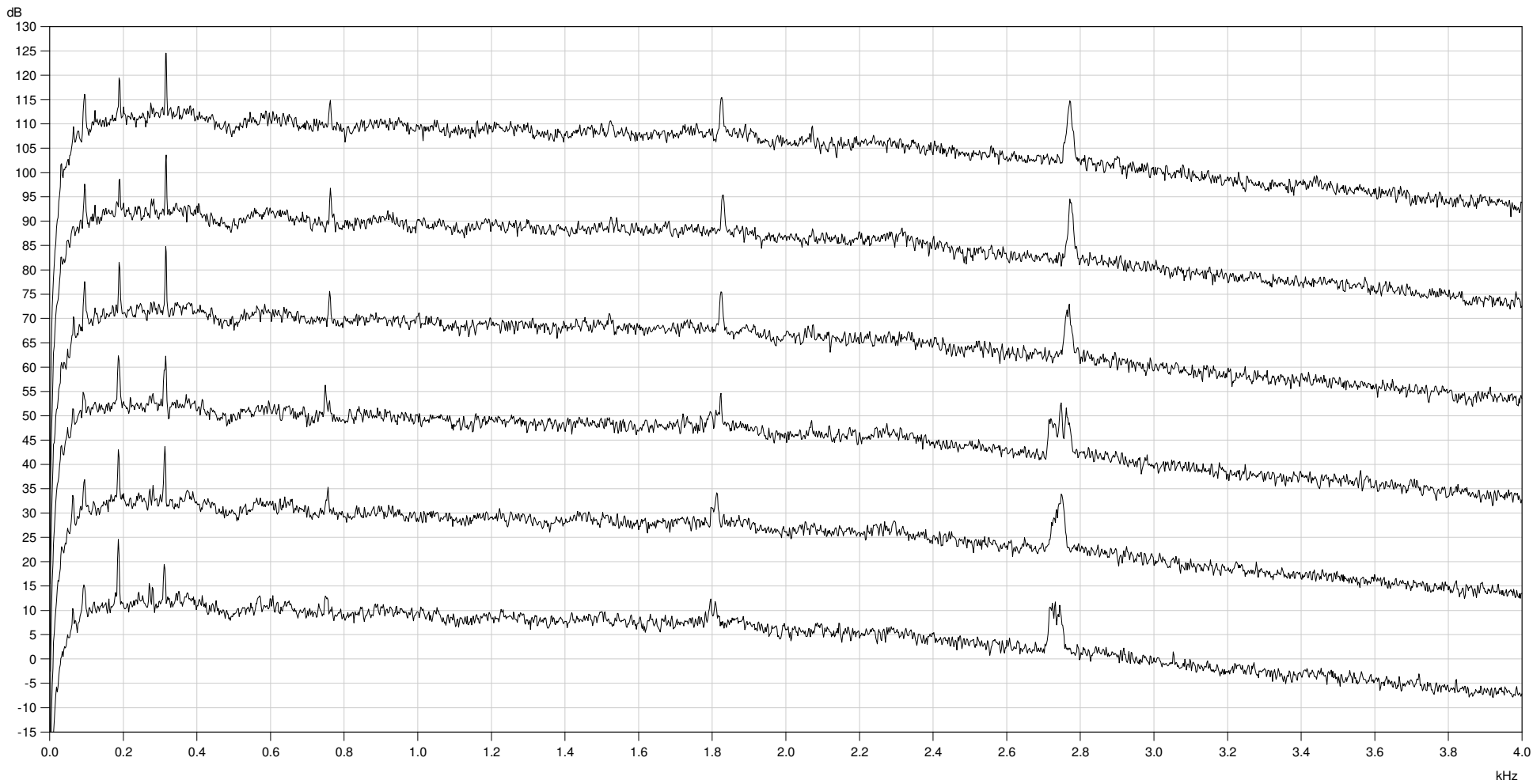
Spektren 7 – 12 aus BIN 7 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)



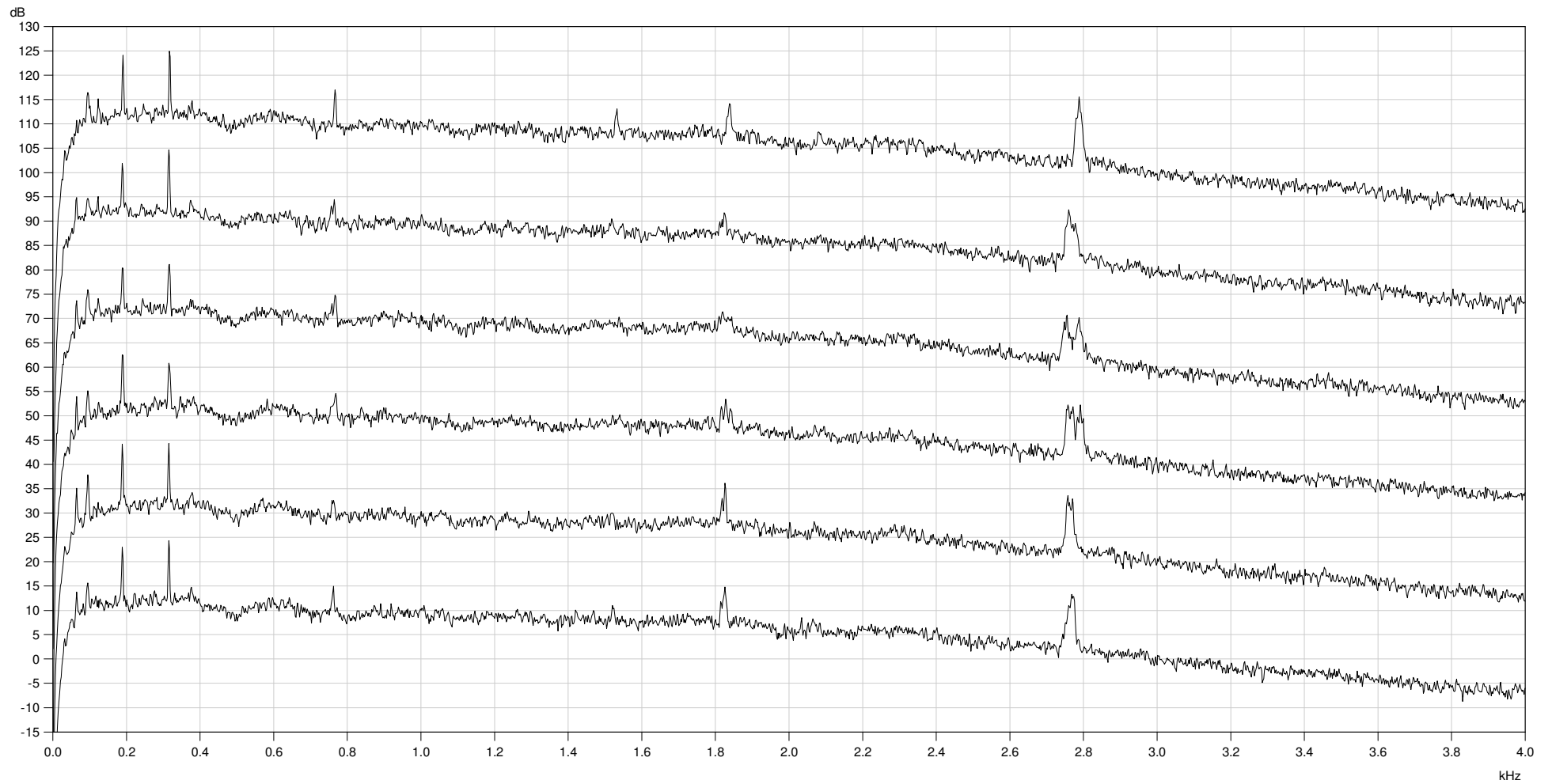
Spektren 1 – 6 aus BIN 8 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



Spektren 7 – 12 aus BIN 8 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)



Spektren 1 – 6 aus BIN 9 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 1 ganz oben)



Spektren 7 – 12 aus BIN 9 (obere Spektren jeweils 15 dB nach oben verschoben, Spektrum 7 ganz oben)

Anhang F

Fotodokumentation der Immissionspunkte
(Besichtigung am 01.03.2022)

dB-IP 01: Dorfstraße 4, 25548 Störkathen	dB-IP 02: Dorfstraße 6, 25548 Störkathen
	
dB-IP 03: Rotensande 4, 24616 Brokstedt	dB-IP 04: Twiete 12, 24616 Borstel
	
dB-IP 05: An der Bahn 2, 25563 Quarnstedt	dB-IP 06: Kronskoppelweg 1, 25563 Quarnstedt
	
dB-IP 07: Krim 2, 25548 Kellinghusen	dB-IP 08: Krim 1, 25548 Kellinghusen
	