

Prüfbericht

WICO 068SE323-02

29.10.2024

# Ermittlung der Schallemission einer Windenergieanlage (WEA)

nach FGW-Richtlinie TR1 Rev. 19

Hersteller:	Nordex Energy SE & Co. KG
WEA-Typ:	N149/4.0-4.5
Seriennummer:	91029
Betriebsweise:	Mode 0
Nennleistung:	4500 kW
Nabenhöhe:	125 m
Standort:	Südergellersen, Niedersachsen
Ermittlungsart:	Nachweisführung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG



**Projekt**

**Titel:**

Ermittlung der Schallemission einer Windenergieanlage (WEA)

**Standort:**

Südergellersen, Niedersachsen

**Aufgabenstellung:**

Ermittlung der Schallemission einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Nordex N149/4.0-4.5 nach FGW-Richtlinie TR1 Rev. 19 /1/ in Verbindung mit den Festlegungen der Prüfanweisung QMP-02 /12/ der WIND-consult GmbH. Die Ermittlung erfolgt im Rahmen der Nachweisführung gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) /6/ und Technischer Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) /7/.

**Mess-/ Prüfobjekt:**

Nordex N149/4.0-4.5 (Seriennummer: 91029) mit einer Nabenhöhe von 125 m über Grund

**Referenzdokumente (Bezugsquellen):**

keine

**Standard:**

Technische Richtlinien für Windenergieanlagen - Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte - Revision 19 /1/

**Auftrag**

**Auftraggeber:**

Landwind Planung GmbH & Co. KG, Watenstedter Str. 11, 38384 Gevensleben

**Auftragnehmer:**

WIND-consult GmbH, Reuterstraße 9, 18211 Bargeshagen

**Auftragsnummer:**

WICO 068SE323

**Auftragerteilung:**

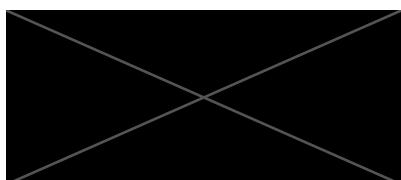
28.02.2023

**Auftragsbestätigung:**

03.03.2023

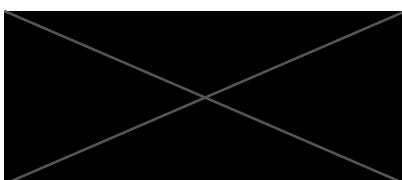


**Bearbeitung:**



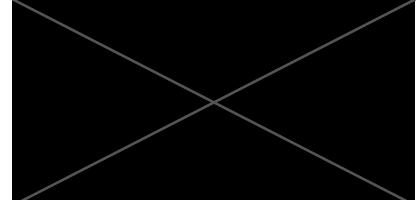
fachl. Verantw. der Messstelle

**Prüfung:**



stellv. fachl. Verantw. der  
Messstelle

**Freigabe:**



Geschäftsleitung

(Dieser Prüfbericht wurde elektronisch unterschrieben.)

Dieser Prüfbericht darf nur mit schriftlicher Zustimmung der WIND-consult GmbH auszugsweise vervielfältigt und genutzt werden. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das Mess- / Prüfobjekt.

## Inhalt

<b>1 EINFÜHRUNG</b>	<b>5</b>
1.1 AUFGABENSTELLUNG	5
1.2 METHODE DER VERMESSUNG UND DER DATENAUSWERTUNG	5
<b>2 STANDORT</b>	<b>9</b>
<b>3 WINDENERGIEANLAGE</b>	<b>10</b>
<b>4 MESSUNG</b>	<b>11</b>
4.1 MESSSYSTEM	11
4.2 MIKROFONPOSITION	12
4.3 MESSMASTPOSITION	15
4.4 MESSABLAUF	16
<b>5 MESSUNSICHERHEIT</b>	<b>17</b>
5.1 MESSUNSICHERHEIT TYP A	17
5.2 MESSUNSICHERHEIT TYP B	18
5.3 KOMBINIERTE UNSICHERHEIT $U_{V,I,K}$	19
5.4 MESSUNSICHERHEIT FÜR DIE TERZ-SCHALLLEISTUNGSPPEGEL	19
5.5 MESSUNSICHERHEIT FÜR DEN IMMISSIONSRELEVANTEN SCHALLLEISTUNGSPPEGEL	19
5.6 MESSUNSICHERHEIT DER WINDGESCHWINDIGKEIT	20
<b>6 ABWEICHUNGEN</b>	<b>21</b>
<b>7 ERGEBNISSE</b>	<b>22</b>
7.1 METEOROLOGISCHE VERHÄLTNISSE	22
7.2 SCHALLRELEVANTE BETRIEBSPARAMETER DER WEA	23
7.3 SCHALDRUCKPEGEL ÜBER WIRKLEISTUNG UND ROTORDREHZahl	24
7.4 WINDGESCHWINDIGKEITSBESTIMMUNG	26
7.4.1 WINDGESCHWINDIGKEITSBESTIMMUNG MITTELS GONDELANEMOMETER UND FREMDGERÄUSCHMESSUNG	26
7.4.2 MITTLERE WINDGESCHWINDIGKEITEN IN NABENHÖHE	28
7.5 IMMISSIONSRELEVANTER SCHALLLEISTUNGSPPEGEL IN NABENHÖHE	29
7.6 TONHALTIGKEIT IM NAHBEREICH IN NABENHÖHE	32
7.7 IMPULSHALTIGKEIT	33
7.8 PEGEL VON EINZELEREIGNISSEN	34
7.9 RICHTWIRKUNG	34
7.10 SUBJEKTIVER HÖREINDRUCK	34
<b>8 AUSBREITUNGSRECHNUNG AUF BASIS DER MESSERGEBNISSE</b>	<b>35</b>
8.1 ERGEBNISSE AUSBREITUNGSRECHNUNG	38
<b>9 ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>46</b>

<b>10 LITERATUR</b>	<b>48</b>
<b>11 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN</b>	<b>49</b>
<b>12 ANHÄNGE</b>	<b>51</b>
12.1 SCHMALBANDSPEKTREN ZUR TONAUSWERTUNG	51
12.2 TONAUSWERTUNG DETAILS	61
12.3 TERZ- UND OKTAVSPEKTREN IN NABENHÖHE	64
12.4 EINFÜGUNGSDÄMPFUNG SEKUNDÄRER WINDSCHIRM	82
12.5 GERÄTE / MESSTECHNIK	84
12.6 REFERENZGERÄTE	85
12.7 HERSTELLERBESCHEINIGUNG	86
12.8 LEISTUNGSKURVE	88
12.9 ZEITVERLAUF DER URDATEN	89
12.10 PARAMETER DER EMISSIONSQUELLEN	93
12.11 PARAMETER DER IMMISSIONSORTE	95
12.12 LAGEPLAN – RECHENMODELL	96
12.13 DIGITALES HÖHENMODELL	97
12.14 VERWENDETES RECHENMODELL IN IMMI	98
12.15 EINZELPUNKTBERECHNUNG – ZUSATZBELASTUNG	99
12.16 LEGENDE ZU ANHANG 12.14	109

## 1 Einführung

### 1.1 Aufgabenstellung

Die WIND-consult GmbH wurde von Landwind Planung GmbH & Co. KG beauftragt, die Ermittlung der Schallemission einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Nordex N149/4.0-4.5 mit der Seriennummer 91029 am Standort Südergellersen, Niedersachsen nach den Vorgaben der FGW-Richtlinie TR1 Rev. 19 /1/ durchzuführen. Die Ermittlung dient der Nachweisführung für die zuvor genannte WEA gemäß Genehmigungsbescheid /14/ nach BImSchG. Vom Auftrag abweichende bzw. weiterführende Maßnahmen und Leistungen wurden nicht durchgeführt.

Im Messplan vom 17.01.2024 /17/ wurde mit der zuständigen Genehmigungs- bzw. Überwachungsbehörde Landkreis Lüneburg abgestimmt, dass die Nachweisführung in Form einer Schallemissionsmessung nach /1/ an der in Rede stehenden WEA erfolgt.

### 1.2 Methode der Vermessung und der Datenauswertung

Die Verfahren zur Messung, die Messdatenauswertung und die Darstellung der Ergebnisse werden nach /1/ auf Grundlage der IEC 61400-11 ed. 3.1 /2/ durchgeführt. Daraus resultieren im Ergebnis A-bewertete, immissionsrelevante Schallleistungspegel, Terz- und Oktavspektren, sowie eine Aussage über die tonalen Wahrnehmbarkeiten bei Mittenwerten der Windgeschwindigkeitsklassen in Nabenhöhe der vermessenen WEA.

Abweichend zu /2/ ist es nach /1/ nicht notwendig, die schalltechnischen Parameter der WEA für ganzzahlige Windgeschwindigkeitsklassen bezogen auf 10 m über Grund zu bestimmen. Ersatzweise wird für jede Windgeschwindigkeitsklasse auf Nabenhöhe die korrespondierende Windgeschwindigkeit auf 10 m über Grund angegeben. Hierfür ist die Windgeschwindigkeit mit Hilfe eines logarithmischen Ansatzes für das Windprofil mit einer Rauhigkeitslänge von  $z_0 = 0,05$  m auf die Referenzhöhe 10 m gemäß Gleichung 1.1 umzurechnen.

$$V_{10} = V_N \left[ \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_N}{z_0}\right)} \right] \quad 1.1$$

Dabei ist

$V_N$  die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe;

$V_{10}$  die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe;

$h_N$  die Nabenhöhe in Meter;

$z_0$  die Rauhigkeitslänge,  $z_0 = 0,05$  m.

Der zu dokumentierende Bereich der Windgeschwindigkeiten bezieht sich dabei auf die spezifische WEA bzw. vermessene Betriebsweise. Nach /1/ und /2/ gilt als Mindestanforderung die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, welche dem 0,8- bis 1,3-fachen der Windgeschwindigkeit bei 85% Nennleistung entspricht.

Die akustischen und nicht-akustischen Daten werden in Windgeschwindigkeitsklassen mit einer Intervallbreite von 0,5 m/s um ganz- und halbzahlige Windgeschwindigkeitswerte eingruppiert.

Grundlage der Klassierung bildet die, über die gemessene Wirkleistung aus dem zulässigen Bereich der Leistungskennlinie, ermittelte Windgeschwindigkeit für das Gesamtgeräusch. Darüber hinaus wird die in Nabenhöhe, mittels Gondelanemometer, gemessene und gemäß /2/ korrigierte Windgeschwindigkeit verwendet.

Der zulässige Bereich der Leistungskennlinie ist gegeben, wenn die Anforderungen an den Anstieg der Leistungskennlinie für jedes beliebige Intervall der Leistungskennlinie gemäß Gleichung 1.2 erfüllt sind.

$$(P_{k+1} - P_{tol}) - (P_k + P_{tol}) > 0$$

1.2

Dabei ist

- $k$  die Nummer der Windgeschwindigkeitsklasse;
- $P_k$  der Wert der Leistungskennlinie in der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ ;
- $P_{tol}$  die Toleranz des Leistungsmesswertes.

Nach /1/ wird grundsätzlich von einem qualitativ hochwertigen Leistungssignal ausgegangen. Somit ist  $P_{tol} = 1\%$  zu wählen.

Nach /2/ werden die A-bewerteten, äquivalenten Dauerschalldruckpegel, die A-bewerteten Terzschalldruckpegel, die Windgeschwindigkeit (in Nabenhöhe und 10 m über Grund), die elektrische Wirkleistung, die Generator- bzw. Rotordrehzahl, sowie die Pitch-Winkel (wenn möglich) simultan, digital aufgezeichnet. Aus den gemessenen akustischen und nicht-akustischen 1-Hz-Messdaten werden anschließend 10-Sekunden-Mittelwerte gebildet.

Wie oben beschrieben, werden die Datenpunkte in Windgeschwindigkeitsklassen eingruppiert und der entsprechenden Windgeschwindigkeitsklassenmittelwert gebildet. Dabei entspricht die mittlere Windgeschwindigkeit unter Umständen nicht der Mitte der Windgeschwindigkeitsklasse. Daher wird für jedes Terzband der entsprechende Geräuschwert in der Mitte der Windgeschwindigkeitsklasse durch lineare Interpolation zwischen den Mittelwerten der benachbarten Windgeschwindigkeitsklassen bestimmt. Diese Vorgehensweise ergibt ein Terzspektrum in der Mitte jeder Windgeschwindigkeitsklasse. Das zuvor beschriebene Verfahren gilt dabei sowohl für das Gesamtgeräusch, als auch für das Fremdgeräusch.

In der Mitte jeder Windgeschwindigkeitsklasse wird das Terzspektrum, des rein von der WEA ausgehenden Geräusches,  $L_{V,c,i,k}$  durch Korrektur des Gesamtgeräuschspektrums  $L_{V,T,i,k}$  mit dem Fremdgeräuschspektrum  $L_{V,B,i,k}$  in der Mitte derselben Windgeschwindigkeitsklasse nach Gleichung 1.3 bestimmt.

$$L_{V,c,i,k} = 10 \log \left[ 10^{\left( \frac{L_{V,T,i,k}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{L_{V,B,i,k}}{10} \right)} \right] \quad 1.3$$

Dabei ist

- $L_{V,c,i,k}$  bezüglich des Fremdgeräusches korrigierter, allein von der WEA ausgehender A-bewerteter Schalldruckpegel im Terzband  $i$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ ;
- $L_{V,T,i,k}$  A-bewerteter Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches im Terzband  $i$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ ;
- $L_{V,B,i,k}$  A-bewerteter Schalldruckpegel des Fremdgeräusches im Terzband  $i$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ .

Nach /2/ wird davon ausgegangen, dass Gesamt- und Fremdgeräusch nicht korrelieren, wenn die Differenz größer als 3 dB ist. Bei Windgeschwindigkeitsklassen oder Terzbändern, bei denen der Gesamtgeräuschpegel  $L_{V,T,i}$  den Fremdgeräuschpegel  $L_{V,B,i}$  um weniger als 3 dB überschreitet erfolgt eine pauschale Korrektur des Gesamtgeräuschpegels von 3 dB. Die Ergebnisse werden in eckigen Klammern [ ] dargestellt.

Der immissionsrelevante Schallleistungspegel  $L_{WA,i,k}$  wird für jedes Terzband  $i$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$  aus dem, bezüglich fremdgeräuschkorrigiertem A-bewertetem Schalldruckpegel  $L_{V,c,i,k}$  jedes Terzbandes  $i$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$  am Referenzmesspunkt (bezogen auf eine Bezugsfläche von  $S_0 = 1 \text{ m}^2$ ) entsprechend Gleichung 1.4 bestimmt.

$$L_{WA,i,k} = L_{V,c,i,k} - 6 + 10 \log \left( \frac{4\pi R_1^2}{S_0} \right) \quad 1.4$$

Dabei ist

- $L_{WA,i,k}$  immissionsrelevanter Schallleistungspegel im Terzband  $i$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ ;

$R_1$  der schräge Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon in Meter;

$S_0$  die Referenzfläche,  $S_0 = 1 \text{ m}^2$ .

Der Schätzwert für den A-bewerteten Schallleistungspegel  $L_{WA,k}$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$  ergibt sich durch energetische Aufsummierung aller immissionsrelevanten Terzschallleistungspegel der entsprechenden Windgeschwindigkeitsklasse  $L_{WA,i,k}$  gemäß Gleichung 1.5.

$$L_{WA,k} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^{28} 10^{\left( \frac{L_{WA,i,k}}{10} \right)} \right) \quad 1.5$$

Dabei ist

$L_{WA,k}$  immissionsrelevanter Schallleistungspegel der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ ;

Wenn die Differenz zwischen der Summe der Terzbänder des Gesamtgeräusches und der Summe der Terzbänder des Fremdgeräusches zwischen 3 dB und 6 dB liegt, muss das Ergebnis mit einem Stern gekennzeichnet werden. Wenn die Differenz 3 dB oder weniger beträgt, darf das Ergebnis in dieser Windgeschwindigkeitsklasse nicht ausgewiesen werden.

Der Faktor  $R_1$  ist gemäß /2/ als Schräganstand zwischen Rotormittelpunkt und Referenzmesspunkt definiert und ergibt sich nach Gleichung 1.6.

$$R_1 = \sqrt{\left( R_0 + \frac{b_f}{2} + r_e \right)^2 + (h_{N,total} - h_A)^2} \quad 1.6$$

Dabei ist

$R_0$  der Referenzmesspunkt;

$r_e$  der Abstand zwischen Rotorflanschmittelpunkt und Turmmittelinie;

$h_{N,total}$  die komplette Nabenhöhe ü. G;

$b_f$  der Turmdurchmesser am Turmfuß;

$h_A$  Aufpunktshöhe des Mikrofons (relativ zur Höhe des Fundaments der WEA).

Die Prüfung und Bewertung der Tonhaltigkeit des Anlagengeräusches erfolgt auf Basis einer Schmalbandanalyse. Analog zur zuvor genannten Vorgehensweise werden alle A-bewerteten Schmalbandspektren als 10-Sekunden-Mittelwerte in die entsprechenden Windgeschwindigkeitsklassen eingruppiert. Anschließend werden für jedes A-bewertete Schmalbandspektrum die Pegeldifferenzen als tonale Wahrnehmbarkeit  $\Delta L_{a,k}$  für jeden Ton desselben Ursprungs, in jeder Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ , gemäß Gleichung 1.7 und Gleichung 1.8 berechnet.

Nach /2/ werden identifizierte Töne in unterschiedlichen Spektren als Töne gleichen Ursprungs angesehen, wenn sie innerhalb von  $\pm 25\%$  der kritischen Bandbreite mittig um die Frequenz herum liegen. Die zur Bestimmung der kritischen Bandbreite erforderliche Frequenz ergibt sich nach /1/ aus den arithmetisch gemittelten Tonfrequenzen der Spektren mit identifizierten Tönen gleichen Ursprungs. In Divergenz zu /2/ ist die Mittenfrequenz die Frequenz des Tones und nicht die Spektrallinie mit dem höchsten Tonpegel.

Für die Bestimmung der tonalen Wahrnehmbarkeit der Töne gleichen Ursprungs werden alle A-bewerteten Schmalbandspektren in einer Windgeschwindigkeitsklasse berücksichtigt. Für Spektren ohne einen identifizierten Ton desselben Ursprungs wird ein Ersatzwert gemäß Gleichung 1.9 bestimmt. Eine Korrektur für Breitbandfremdgeräusche wird gemäß /2/ nicht durchgeführt. Sollten mehrere Töne pro Spektrum als Ton gleichen Ursprungs gewertet werden, so darf nur ein Wert für die tonale Wahrnehmbarkeit  $\Delta L_{a,j,k}$  pro Spektrum in die Mittelung einfließen. Hierbei ist immer der höchste Wert zu wählen.

$$\Delta L_{a,k} = \sum_{j=1}^n \Delta L_{a,j,k}$$

Dabei ist

$\Delta L_{a,j,k}$  die tonale Wahrnehmbarkeit für jedes Spektrum  $j$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$ ;

$n$  die Anzahl der Töne gleichen Ursprungs.

$$\Delta L_{a,j,k} = \Delta L_{tn,j,k} - L_a \quad \text{1.8}$$

Dabei ist

$\Delta L_{tn,j,k}$  Tonhaltigkeit als Differenz zwischen dem Tonpegel  $L_{pt,j,k}$  des Spektrums  $j$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$  und dem Pegel des maskierenden Geräusches  $L_{pn,j,k}$  des Spektrums  $j$  der Windgeschwindigkeitsklasse  $k$  innerhalb der entsprechenden kritischen Bandbreite;

$L_a$  frequenzabhängige Wahrnehmbarkeitsschwelle.

$$\Delta L_{a,j,k} = -10 \log \left( \frac{\text{kritische Bandbreite}}{\text{effektive Linienbreite}} \right) \quad \text{1.9}$$

Aus den jeweils ermittelten Werten der tonalen Wahrnehmbarkeit können die Tonzuschläge für den Nahbereich  $K_{TN}$  entsprechend Tabelle 1 in DIN 45 681 /3/ bestimmt werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf Tonhaltigkeit beschreiben ausschließlich die tonalen Besonderheiten im Nahfeld der WEA und sind nicht unmittelbar auf immissionsrelevante Entfernung von einigen hundert Metern zu übertragen.

Im Fall dass in einzelnen Spektren eine tonale Wahrnehmbarkeit von  $\Delta L_{a,j,k} > 6$  dB auftritt, die tonale Wahrnehmbarkeit der jeweiligen Windgeschwindigkeitsklasse  $\Delta L_{a,k}$  allerdings keinen Tonzuschlag  $K_{TN}$  von mehr als 1 dB ergibt, ist nach /1/ eine Aussage zu treffen, ob das Anlagengeräusch im akustischen Nahbereich zeitweise tonal auffällig ist. Näheres ist in /1/ geregelt.

## 2 Standort

Der Standort der vermessenen WEA, die Teil des Windparks Südergellersen ist, befindet sich ca. 1,3 km südlich des Ortes Südergellersen und ca. 3,0 km westlich des Ortes Oerzen. Westlich der WEA verläuft die Ortsverbindungsstraße Wetzen-Südergellersen in einer Entfernung von ca. 180 m. Alle genannten Ortschaften befinden sich im Landkreis Lüneburg des Bundeslandes Niedersachsen.

Die Koordinaten (x- und y-Koordinaten) der vermessenen WEA lauten 32 585971 / 5895090 (Bezugssystem ETRS 89 mit UTM-Abbildung - 6°-Zonensystem).

Das Gelände am Standort des Windparks ist weitgehend eben. Die Höhe über Normalnull (Höhe ü. NN) liegt im Bereich der WEA-Standorte bei etwa 50 m ü. NN.

Der Standort befindet sich auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche, die zum Messzeitpunkt nicht bewachsen war.

Am Standort sind weitere WEA verschiedenen Typs vorhanden. Die WEA des Typs NEG Micon NM 72c-1500 mit den Seriennummern V66218, V66219, V66220, V66221, V66222, die WEA des Typs NEG Micon NM 85-150m mit der Seriennummer V67866 sowie die WEA des Typs Vestas V90-2.0 MW mit der Seriennummer V200271 waren während des Messzeitraumes abgeschaltet. Von den weiteren WEA war kein relevanter Einfluss auf das Messergebnis feststellbar. Die Geräuschanteile der benachbarten WEA sind im Rahmen der Fremdgeräuschkorrektur berücksichtigt.

Eine Übersichtskarte des Standorts ist in Abbildung 2.1 dargestellt. Die vermessene WEA ist rot eingekreist.

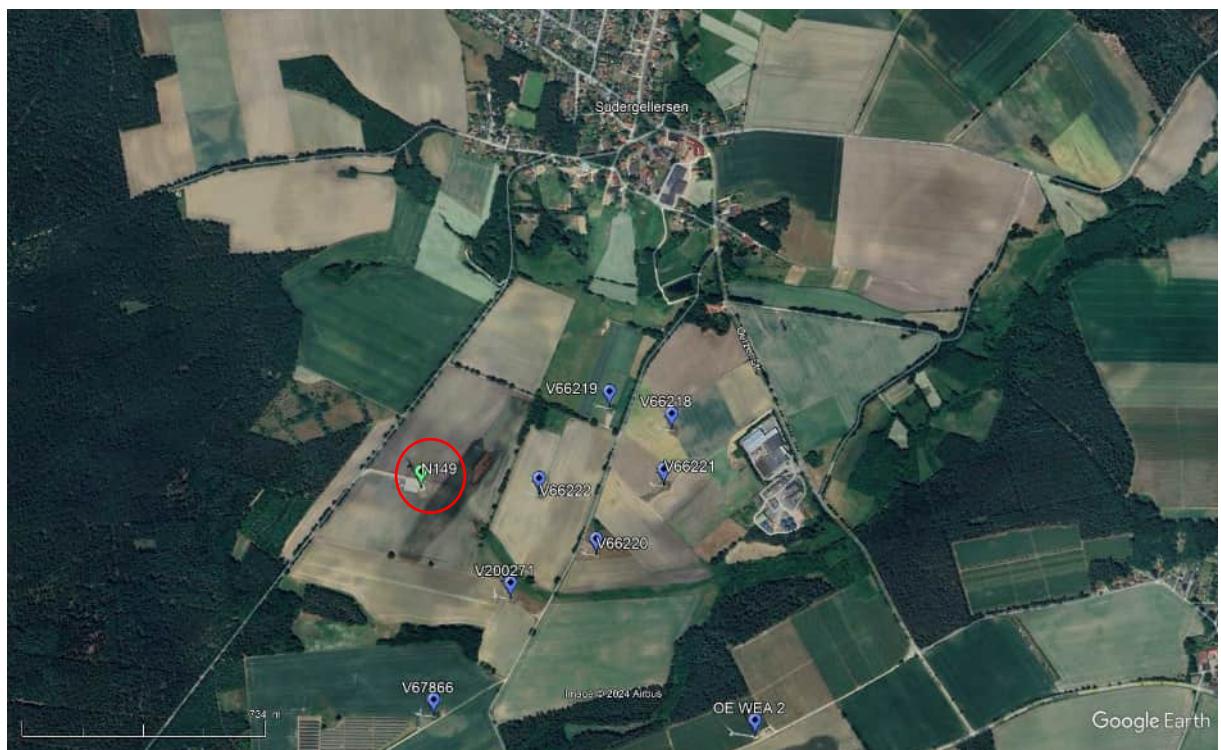


Abbildung 2.1: Lageplan Südergellersen (Quelle: Google Earth Pro – aktuelle Version)

### 3 Windenergieanlage

Die in Tabelle 3.1 bis Tabelle 3.4 aufgeführten technischen Spezifikationen basieren auf der Herstellerbescheinigung (vgl. Anhang 12.7).

**Tabelle 3.1:** Grundlegende technische Spezifikationen

Parameter	Wert
Nennleistung WEA	4500 kW
vermessene Betriebsweise	Mode 0 ( $P_n = 4500 \text{ kW}$ )
Rotordurchmesser	149 m
Nabenhöhe über Grund	125 m
Turmausführung	konischer Stahlrohrturm
Art der Leistungsregelung	Pitch

**Tabelle 3.2:** Angaben zum Rotor und Rotorblatt

Parameter	Wert
Rotorblatthersteller	Aeris Energy
Rotorblatttypenbezeichnung	NR74.5-3
Rotornenndrehzahl/-bereich	11,0 / 6,4 ... 12,1 $\text{min}^{-1}$
Zusatzkomponenten	Serrations, Vortex-Generatoren

**Tabelle 3.3:** Angaben zum Getriebe

Parameter	Wert
Getriebehersteller	Winergy
Getriebetypbezeichnung	PZAB 3600
Getriebeübersetzungsverhältnis	1:113,61

**Tabelle 3.4:** Angaben zum Generator

Parameter	Wert
Generatorhersteller	ELIN
Generatortypbezeichnung	MRM063Z06
Generatordrehzahlbereich	730 ... 1377 $\text{min}^{-1}$

## 4 Messung

Der Messaufbau, die messtechnische Ausstattung und die Durchführung erfolgten gemäß /2/.

Die Messentfernung für die meteorologischen und für die akustischen Daten ging u. a. aus der Nabenhöhe und dem Rotorradius hervor.

Die Schalldruckmessungen wurden für nachträgliche Analysen digital aufgezeichnet und archiviert.

Außergewöhnliche Ereignisse wie Fluglärm, Verkehrsgeräusche, Regen etc. wurden für nachträgliche Beurteilungen protokolliert.

Bei dem von der WEA abgestrahltem Geräusch (Anlagengeräusch) dominiert eindeutig das breitbandige, aerodynamische Rauschen der Rotorblätter. Auffällige Einzelereignisse traten nicht auf.

Das Fremdgeräusch setzte sich maßgeblich aus windinduzierten Geräuschen, Fluglärm und vereinzelten Verkehrsgeräuschen zusammen. Für die Auswertung wurden die durch Störungen beeinflussten Messzeiträume nicht berücksichtigt.

### 4.1 Messsystem

Die akustische Messtechnik zur Ermittlung des äquivalenten A-bewerteten Dauerschalldruckpegels, der Oktav- und Terzbandschalldruckpegel, sowie der Schmalbandspektren erfüllen die Anforderungen der Klasse 1 gemäß IEC 61672 /4/.

Schallpegelmesser und Kalibrator werden alle zwei Jahre einer externen Kalibration und einer Eichung unterzogen. Alle nicht akustischen Messgeräte unterliegen dem betrieblichen Kalibrierzyklus der WIND-consult GmbH in Verbindung mit den Anforderungen der DIN EN 17025 /11/.

Die am Messtag eingesetzte Messtechnik, sowie die Liste der Kalibrierzertifikate und Eichscheine der eingesetzten Referenzgeräte sind in Anhang 12.5 aufgeführt.

Die aufgeführten Referenzgeräte unterliegen einer regelmäßigen Kalibrierung durch ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) nach DIN EN 17025 /11/ akkreditiertes Kalibrierlabor. Die eingesetzten Schallpegelmesser unterliegen einer regelmäßigen Eichung des Amts für Eichwesen bzw. einer dafür autorisierten Prüfstelle.

Die Kalibrierzertifikate und Eichscheine können bei der WIND-consult GmbH eingesehen bzw. angefordert werden.

Während der Messung wurde ein sekundärer Windschirm verwendet. Die Einfügungsdämpfung des sekundären Windschirms ist in Anhang 12.4 aufgeführt.

## 4.2 Mikrofonposition

Gemäß /2/ erfolgte die Mikrofonpositionierung im Lee der WEA. Dabei wurde das Mikrofon auf einer ebenen, schallharten Platte mit einem Durchmesser von mindestens 1 m angebracht. Die schallharte Platte bestand dabei aus schallhartem Material und wies eine Dicke von mindestens 12 mm auf.

Die horizontale Distanz  $R_0$  zwischen Turmaußenhaut am Turmfuß der WEA und Mikrofon ist abhängig vom Rotorradius und der Nabenhöhe der WEA. Die vermessene WEA hat einen Rotordurchmesser von  $d_R = 149$  m und eine Nabenhöhe von  $h_N = 125$  m.

Daraus ergibt sich eine horizontale Distanz von  $R_0 = 199,5$  m. Hierbei ist nach /2/ eine Toleranz von  $\pm 20\%$ , höchstens jedoch  $\pm 30$  m möglich. Die am Messtag, aufgrund der örtlichen Gegebenheit, gewählte Messentfernung und die daraus resultierende Entfernung zwischen Schallquelle und Messposition ist in Tabelle 4.1 aufgeführt.

Um den Einfluss des Rands der Platte auf die Messergebnisse zu minimieren, wurde sichergestellt, dass die schallharte Platte flach auf dem Boden positioniert ist.

Die Mikrofonposition wurde so gewählt, dass der Einfluss von Gebäuden, Bäumen oder Büschen in der Umgebung der Windkraftanlage, die die Messergebnisse hätten beeinflussen können, möglichst gering ist.

Außerdem wurde sichergestellt, dass der Winkel  $\phi$  zwischen  $R_1$  (siehe Tabelle 4.1) und  $R_0$  zwischen  $25^\circ$  und  $40^\circ$  liegt.

**Tabelle 4.1:** Entfernung und Referenzwerte

Parameter	Symbol	Betrag	Einheit	Bemerkung
<b>1) Horizontale Entfernung Schallquelle – Messposition</b>				
Messentfernung	$R_0$	175,00	m	gemessen auf Turmaußenhaut $h_{N,ges}+d_R/2 \pm 20\%$ (bis max. $\pm 30$ m)
Turmdurchmesser am Turmfuß	$b_f$	4,300	m	Herstellerangabe
Abstand Rotationsebene Rotor - Turmmittellinie	$r_e$	3,960	m	Herstellerbescheinigung
<b>2) Vertikale Entfernung Schallquelle – Messposition</b>				
Nabenhöhe	$h_N$	125,00	m	Herstellerbescheinigung
Fundamenthöhe	$h_f$	0,00	m	Herstellerbescheinigung
Gesamtnabenhöhe	$h_{N,total}$	125,00	m	
Aufpunktshöhe Mikrofon	$h_A$	0,00	m	Bezug: Fundamenthöhe WEA
<b>Entfernung Schallquelle - Messposition</b>	$R_1$	<b>220,06</b>	m	<b>Ermittelt aus 1) und 2)</b>
Rauhigkeitslänge	$z_0$	0,05	m	

Entsprechend /2/ sind zwei Fotos von der Messposition darzustellen. Dabei soll eines vom Referenzmesspunkt aus in Richtung der zu vermessenen WEA und eines vom Mikrofon auf der am Boden positionierten schallharten Platte und deren unmittelbarer Umgebung erstellt werden. Die beiden Fotos sind in Abbildung 4.1 und Abbildung 4.2 dargestellt. In Abbildung 4.3 ist zusätzlich ein Foto vom Mikrofon auf der am Boden positionierten schallharten Platte mit dem verwendeten sekundären Windschirm dargestellt.



**Abbildung 4.1:** Foto Mikrofonposition in Richtung zur vermessenen WEA



**Abbildung 4.2:** Foto vom Mikrofon, positioniert auf der schallharten Platte



**Abbildung 4.3:** Foto vom Mikrofon, positioniert auf der schallharten Platte, mit sekundärem Windschirm

### 4.3 Messmastposition

Der Messmast wurde in einer Entfernung von 109 m zur vermessenen WEA positioniert. Der Winkel zwischen Messmastposition und vermessener WEA betrug  $120^\circ$ . Die Position des Messmastes wurde während der gesamten Messung nicht verändert. Ein Foto von der Messmastposition, in Richtung zur vermessenen WEA, ist in Abbildung 4.4 dargestellt.

Nach /2/ muss der Messmast so aufgestellt werden, dass eine Korrelation zwischen den gemessenen Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe und 10 m Höhe und der Windgeschwindigkeit an der Mikrofonposition gegeben ist.

Aufgrund der Geländebeschaffenheit musste am Messtag von der nach /2/ vorgeschriebenen Positionierung des Messmastes abgewichen werden. Die gewählte Position repräsentiert freie Windströmung am WEA-Standort gemäß /2/.



**Abbildung 4.4:** Foto vom Messmast in Richtung zur vermessenen WEA

#### 4.4 Messablauf

Die Messung wurde am 21.08.2024 in der Zeit von 07:57 Uhr bis 15:00 Uhr jeweils bei abgeschalteter WEA (Fremdgeräusch) und laufender WEA (Gesamtgeräusch) in einer Betriebsweise durchgeführt. Die vermessene Betriebsweise Mode 0 ( $P_n = 4500 \text{ kW}$ ) (Gesamtgeräusch) wurde in den in Tabelle 4.2 aufgeführten Zeitabschnitten vermessen.

**Tabelle 4.2:** Zeitabschnitte der Messung

Gesamtgeräusch	Fremdgeräusch
07:57 – 08:35	08:35 – 09:10
09:10 – 09:52	09:52 – 10:26
10:26 – 11:18	11:18 – 12:20
12:20 – 13:00	13:00 – 13:39
13:39 – 14:40	14:40 – 15:00

Nach Stör- und Pausenausblendung ergab sich damit im ausgewerteten Windgeschwindigkeitsbereich für die vermessene Betriebsweise eine Messzeit von 141 Minuten für das Gesamtgeräusch und 83 Minuten für das Fremdgeräusch.

## 5 Messunsicherheit

Die Unsicherheitsberechnung gemäß /1/ besteht aus der geometrischen Addition der systematischen Unsicherheiten von Typ B und den stochastischen Unsicherheiten von Typ A.

Damit ist die Gesamtunsicherheit  $U_c$  ein Maß über die statistische Verteilung der Messwerte pro Windgeschwindigkeitsklasse und der bei der Messung angewendeten Systematik. Der Wert  $U_c$  spiegelt die Qualität der Aussage einer Einzelvermessung wider und ist somit nicht auf das Messergebnis aufzuschlagen. Darüber hinaus beschreibt der Wert  $U_c$  nicht, inwieweit das jeweils erzielte Messergebnis durch eine andere Messung reproduzierbar ist.

Bei einer standardisierten Schallemissionsmessung nach dieser Technischen Richtlinie, kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse mit einer Genauigkeit von 0,5 dB reproduzierbar sind. Dies wurde in mehreren Vergleichsmessungen und Ringversuchen unter unabhängigen Prüflaboren bzw. Messinstituten mit FGW Konformitätssiegel gezeigt.

Die Unsicherheiten  $U_c$  sind für alle errechneten Schallleistungswerte bezogen auf Nabenhöhe darzustellen. Dies bezieht sich auf die Terzschallleistungspegel und den Summenschallleistungspegel pro Windgeschwindigkeitsklasse.

### 5.1 Messunsicherheit Typ A

Die stochastische Unsicherheit ist der Standardfehler aller Messwerte zu den durch lineare Regression an den korrespondierenden Windgeschwindigkeiten auf Basis der zum Messwert benachbarten Stützstellen ermittelten Schalldruckpegeln je Windgeschwindigkeitsklasse und Terzband.

Sowohl für das Gesamtgeräusch als auch das Fremdgeräusch sind die Standardfehler je Windklasse gemäß der Gleichung 5.1 zu berechnen

$$s_{L,i,k} = \sqrt{\left( \frac{\sum_{j=1}^N (L_{i,j,k} - L_{i,j,r,k})^2}{N \cdot (N - 1)} \right)} \quad 5.1$$

Dabei ist:

$s_{L,i,k}$  Standardfehler je Terzband und Windgeschwindigkeitsklasse

$L_{i,j,k}$  verwendeter gemessener Schalldruckpegel (Stützstelle) je Terzband und Windgeschwindigkeitsklasse

$L_{i,j,r,k}$  errechneter Schalldruckpegel je Stützstelle, Terzband und Windgeschwindigkeitsklasse

$N$  Anzahl der Werte innerhalb der verwendeten Windgeschwindigkeitsklasse

Die in Gleichung 5.1 zu verwendenden berechneten Schalldruckwerte je Messwert, Terzband und Windgeschwindigkeitsklasse werden nach Gleichung 5.2 bestimmt.

$$L_{i,j,r,k}(t) = (1 - t_j) \cdot \bar{L}_{i,k} + t_j \cdot \bar{L}_{i,k+1} \quad 5.2$$

Dafür wird für jeden Messwert „j“ ein Berechnungsfaktor „t“ benötigt.

$$t_j = \frac{V_j - \bar{V}_k}{\bar{V}_{k+1} - \bar{V}_k} \quad 5.3$$

Dabei ist:

$$\bar{V}_k \leq V_j < \bar{V}_{k+1}$$

Liegt der Mittelwert der Windgeschwindigkeit unterhalb der Mitte der höchsten Windgeschwindigkeitsklasse, ist eine Extrapolation bis zum Mittenwert der Windgeschwindigkeitsklasse zulässig. Liegt der Mittelwert der Windgeschwindigkeit oberhalb der Mitte der niedrigsten Windgeschwindigkeitsklasse, ist Extrapolation bis zum Mittenwert der Windgeschwindigkeitsklasse zulässig. Eine Extrapolation ist nur für Windgeschwindigkeitsklassen mit mindestens 10 Messdatenpunkten zulässig.

## 5.2 Messunsicherheit Typ B

Für die Betrachtung der systematischen Unsicherheiten sind die typischen Standardunsicherheiten aus der Tabelle 5.1 zu verwenden.

**Tabelle 5.1:** Typ B Messunsicherheitskomponenten

Komponente	Typische Standardunsicherheit / dB
Kalibrierung, $u_{B1}$	$\pm 0,2$
Messgeräte <sup>1)</sup> , $u_{B2}$	Frequenzabhängig, Kalibrierzertifikat
Schallharte Platte, $u_{B3}$	$\pm 0,3$
Einfügungsdämpfung des sekundären Windschirms <sup>2)</sup> , $u_{B4}$	Frequenzabhängig, Kalibrierzertifikat des sekundären Windschirms
Abstand und Richtung, $u_{B5}$	$\pm 0,1$
Luftabsorption <sup>3)</sup> , $u_{B6}$	Siehe Anhang G in /2/
Wetterbedingungen, $u_{B7}$	$\pm 0,5$
Windgeschwindigkeit, gemessen <sup>4)</sup> , $u_{B8}$	$\pm 0,3$
Windgeschwindigkeit, abgeleitet <sup>5)</sup> , $u_{B8}$	$\pm 0,2$
Windgeschwindigkeit, Leistungskennlinie $u_{B9}$	$\pm 0,2$

<sup>1)</sup> Gemäß /1/ ist die typische Standardunsicherheit frequenzabhängig entsprechend dem Kalibrierzertifikat der Messgeräte zu verwenden. Für die bei der Messung verwendeten Messgeräte ist keine frequenzabhängige, typische Standardunsicherheit im Kalibrierzertifikat angegeben. Für den Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 kHz wurden daher konstant  $u_{B2} = \pm 0,2$  dB verwendet.

<sup>2)</sup> Im Fall dass kein sekundärer Windschirm verwendet wurde, entspricht die type Standardunsicherheit  $u_{B4} = 0$  dB

<sup>3)</sup> Gemäß Anhang G in /2/ führt eine Korrektur bezüglich der Luftabsorption zu wesentlichen Messunsicherheiten. Daher ist nach /2/ eine Korrektur bezüglich der Luftabsorption zu empfehlen. Daher wird hier  $u_{B6} = 0$  dB verwendet.

<sup>4)</sup> Mittels Gondelanemometer oder Messmast

<sup>5)</sup> Mittels Leistungskennlinie

Die kombinierte systematische Unsicherheit des Typs B ist je Terzband und Messwert (verwendeter Schalldruckwert) gemäß der Gleichung 5.4 zu bestimmen.

$$u_{L_{i,j}} = \sqrt{\sum_{q=1}^9 u_{B_{q,i,j}}^2} \quad 5.4$$

Dabei ist

$u_{B_{q,i,j}}$  die Standardunsicherheit Typ B der Quelle q des mittleren Schalldruckpegels der Terz i für jeden Messwert j.

Die Standardunsicherheit Typ B des mittleren Schalldruckpegels des Terzbandes i der Windgeschwindigkeitsklasse k,  $u_{L,i,k}$  wird nach Gleichung 5.5 berechnet:

$$u_{L,i,k} = \sqrt{\left( \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N u_{L,i,j,k}^2 \right)} \quad 5.5$$

### 5.3 Kombinierte Unsicherheit $u_{v,i,k}$

Zur Berechnung der kombinierten Unsicherheit  $u_{v,i,k}$  aus stochastischen und systematischen Anteilen je Terz für eine Windgeschwindigkeitsklasse wird die Gleichung 5.6 verwendet.

$$u_{v,i,k} = \sqrt{(s_{L,i,k}^2 + u_{L,i,k}^2)} \quad 5.6$$

### 5.4 Messunsicherheit für die Terz-Schallleistungspegel

Für jeden ermittelten Terz-Schallleistungspegel ist ein Messunsicherheitswert  $U_C$  anzugeben. Da der ermittelte Terz-Schallleistungspegel aus Berechnungswerten vom Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch gebildet wird, sind auch bei der Messunsicherheitsbestimmung beide Geräuschteile zu betrachten.

Liegt der Gesamtgeräuschpegel  $L_{v,T,i,k}$  um mindestens 3 dB oberhalb des Fremdgeräuschpegels  $L_{v,B,i,k}$  im selben Terzband i, werden der Schalldruckpegel nach Fremdgeräuschkorrektur für das Terzband i und die zugehörige Gesamtunsicherheit  $u_{v,i,k}$  nach Gleichung 5.7 berechnet.

$$U_{C,i,k} = \frac{\sqrt{\left( u_{v,T,i,k} \cdot 10^{\left( \frac{L_{v,T,i,k}}{10} \right)} \right)^2 + \left( u_{v,B,i,k} \cdot 10^{\left( \frac{L_{v,B,i,k}}{10} \right)} \right)^2}}{10^{\left( \frac{L_{v,T,i,k}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{L_{v,B,i,k}}{10} \right)}} \quad 5.7$$

Es wird angenommen, dass Gesamt- und Fremdgeräusch nicht korrelieren, wenn die Differenz größer als 3 dB ist. Falls eine Korrelation besteht, kann dies zu einer zu hohen Einschätzung der Messunsicherheit führen. Bei Windgeschwindigkeitsklassen oder Terzbändern, bei denen der Gesamtgeräuschpegel  $L_{v,T,i}$  den Fremdgeräuschpegel  $L_{v,B,i}$  um weniger als 3 dB überschreitet, wird eine konstante 3-dB-Korrektur angewendet und das Ergebnis in Klammern [ ] angegeben. Die Messunsicherheit wird dabei berechnet, als würde die Differenz 3 dB betragen, siehe Gleichung 5.8.

$$U_{C,i,k} = \frac{\sqrt{\left( u_{v,T,i,k} \cdot 10^{\left( \frac{L_{v,T,i,k}}{10} \right)} \right)^2 + \left( u_{v,B,i,k} \cdot 10^{\left( \frac{L_{v,T,i,k}-3}{10} \right)} \right)^2}}{10^{\left( \frac{L_{v,T,i,k}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{L_{v,T,i,k}-3}{10} \right)}} \quad 5.8$$

### 5.5 Messunsicherheit für den immissionsrelevanten Schallleistungspegel

Für jeden ermittelten immissionsrelevanten Schallleistungspegel pro Windgeschwindigkeitsklasse wird die Messunsicherheit  $U_{C,k}$  nach Gleichung 5.9 ermittelt.

$$U_{C,k} = \frac{\sum_{i=1}^{31} \left( U_{C,i,k} \cdot 10^{\left( \frac{L_{WA,i,k}}{10} \right)} \right)}{\sum_{i=1}^{31} 10^{\left( \frac{L_{WA,i,k}}{10} \right)}} \quad 5.9$$

## 5.6 Messunsicherheit der Windgeschwindigkeit

Die Standardunsicherheit Typ A,  $s_{v,k}$ , der mittleren Windgeschwindigkeit in der Windgeschwindigkeitsklasse k wird nach Gleichung 5.10 berechnet.

$$s_{v,k} = \sqrt{\left( \frac{\sum_{j=1}^N (V_{j,k} - \bar{V}_k)^2}{N \cdot (N - 1)} \right)} \quad 5.10$$

Dabei ist:

$V_{i,k}$  die mittlere Windgeschwindigkeit für den Messwert j

$\bar{V}_k$  die mittlere Windgeschwindigkeit in der Windgeschwindigkeitsklasse k

N Anzahl der Werte innerhalb der verwendeten Windgeschwindigkeitsklasse

Die Standardunsicherheit Typ B der Windgeschwindigkeit für jeden Messwert j,  $u_{v,j}$ , wird nach Gleichung 5.11 berechnet.

$$u_{v,j} = \sqrt{\sum_{q=8}^9 u_{v,j,q}^2} \quad 5.11$$

Dabei ist

$u_{v,j,q}$  die Standardunsicherheit Typ B von Quelle q der mittleren Windgeschwindigkeit für jeden Messwert j.

Die Standardunsicherheit Typ B,  $u_{v,k}$ , der mittleren Windgeschwindigkeit in der Windgeschwindigkeitsklasse k wird nach Gleichung 5.12 berechnet.

$$u_{v,k} = \sqrt{\left( \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N u_{v,j}^2 \right)} \quad 5.12$$

Die kombinierte Standardunsicherheit der Windgeschwindigkeit in der Windgeschwindigkeitsklasse k,  $u_{com,v,k}$ , wird nach Gleichung 5.13 berechnet.

$$u_{com,v,k} = \sqrt{(s_{v,k}^2 + u_{v,k}^2)} \quad 5.13$$

## 6 Abweichungen

Die Vermessung wurde mit folgenden Abweichungen zu /1/ und /2/ durchgeführt und ausgewertet.

Für die Messunsicherheitskomponente des Typs B  $u_{B2}$  wurde ein konstanter Wert von  $\pm 0,2$  dB für den gesamten Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 kHz verwendet. Die Abweichung nach den Vorgaben aus /1/ und /2/ war erforderlich, da im Kalibrierzertifikat der bei der Messung verwendeten Messgeräte keine frequenzabhängige, typische Standardunsicherheiten angegeben sind. Der verwendete, konstante Wert repräsentiert die Unsicherheit eines Klasse-1-Schallmessgerätes gemäß IEC 61672 /4/.

In bestimmten ausgewerteten Windgeschwindigkeitsklassen liegen weniger als zehn 10-Sekunden-Mittelwerte für das Gesamt- bzw. Fremdgeräusch vor. Die angegebenen Werte beruhen auf dieser Datenbasis. Die Windgeschwindigkeitsklassen sind markiert.

Aufgrund der Geländebeschaffenheit musste am Messtag von der nach /2/ vorgeschriebenen Positionierung des Messmastes abgewichen werden. Die gewählte Position repräsentiert eine freie Windströmung am WEA-Standort gemäß /2/.

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Meteorologische Verhältnisse

Die meteorologischen Verhältnisse am Messtag waren durch Bewölkung und teilweise Regen gekennzeichnet. Die meteorologischen Parameter der Messungen sind Tabelle 7.1 zu entnehmen (jeweils gesamte Messkampagne ohne Berücksichtigung von Stör- und Pausenzeiten).

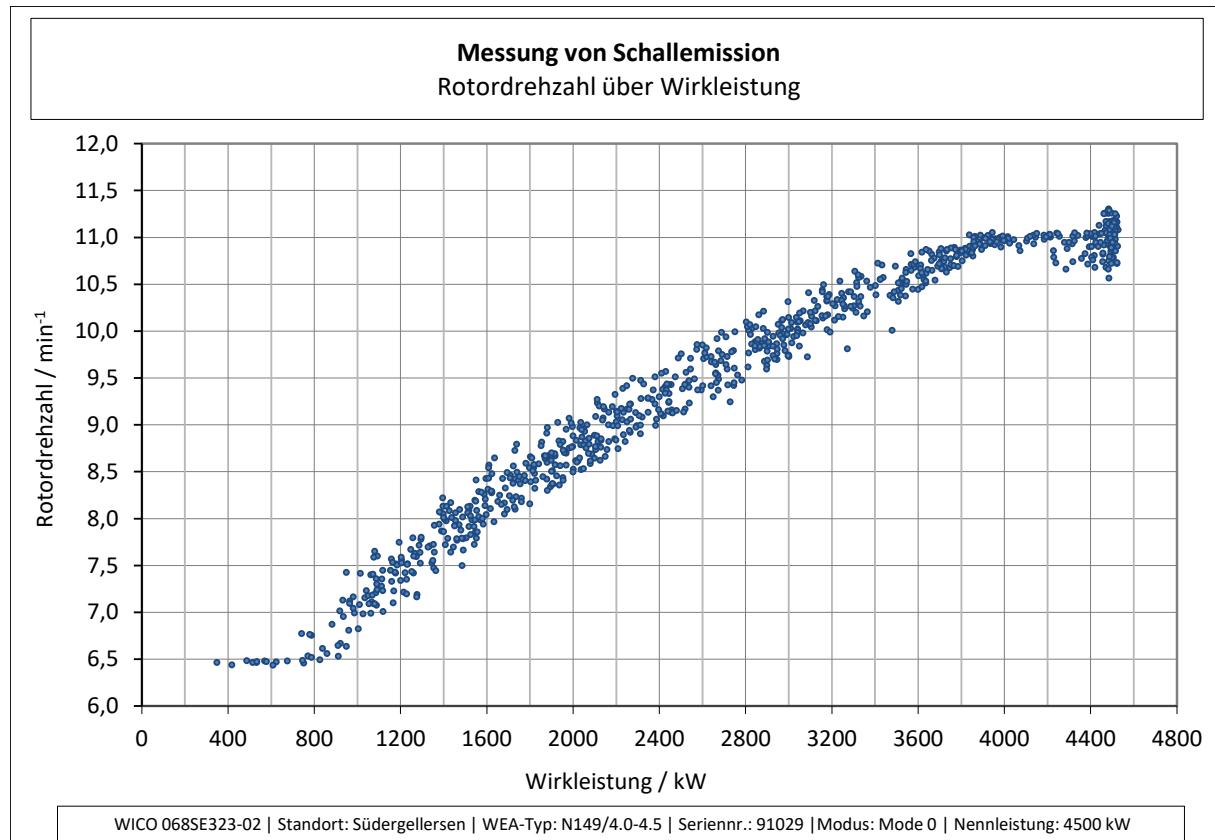
Die Turbulenzintensität in 10 m ü. G. während der Messkampagne wird bezogen auf 10-Minuten-Intervalle abgeschätzt.

**Tabelle 7.1:** Meteorologische Parameter während der Messung

Parameter	WEA in Betrieb			WEA außer Betrieb		
	Min	Max	Mittel	Min	Max	Mittel
Windgeschwindigkeit in 10 m ü. G. / m/s	0,5	8,6	3,3	0,7	8,6	3,4
Windrichtung / °	180	340	256	198	338	260
Lufttemperatur / °C	12,9	23,0	19,0	14,2	25,1	19,9
Luftfeuchte / %	39	97	65	37	96	62
Luftdruck / hPa	1004	1009	1006	1004	1008	1006
<b>Gesamtmeßung</b>						
	Min		Max		Mittel	
Windgeschwindigkeit in 10 m ü. G. / m/s	0,5		8,6		3,4	
Windrichtung / °	180		340		256	
Lufttemperatur / °C	12,9		25,1		19,4	
Luftfeuchte / %	37		97		64	
Luftdruck / hPa	1004		1009		1006	
Turbulenzintensität in 10 m ü. G. / % (10-Minutenintervalle)	22		43		32	

## 7.2 Schallrelevante Betriebsparameter der WEA

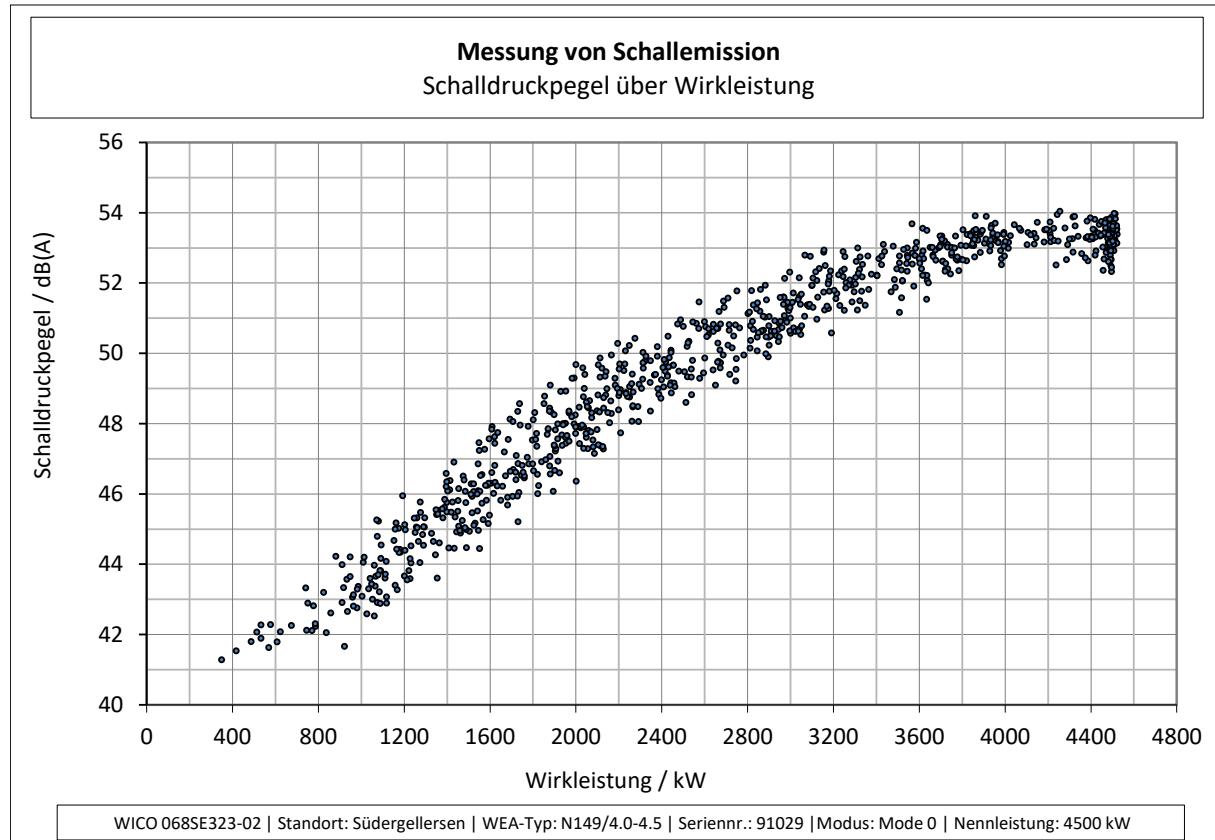
Nach /1/ ist neben der elektrischen Leistung der WEA auch die Rotordrehzahl zu erfassen. Diese ist in Abhängigkeit zur elektrischen Leistung in Abbildung 7.1 dargestellt.



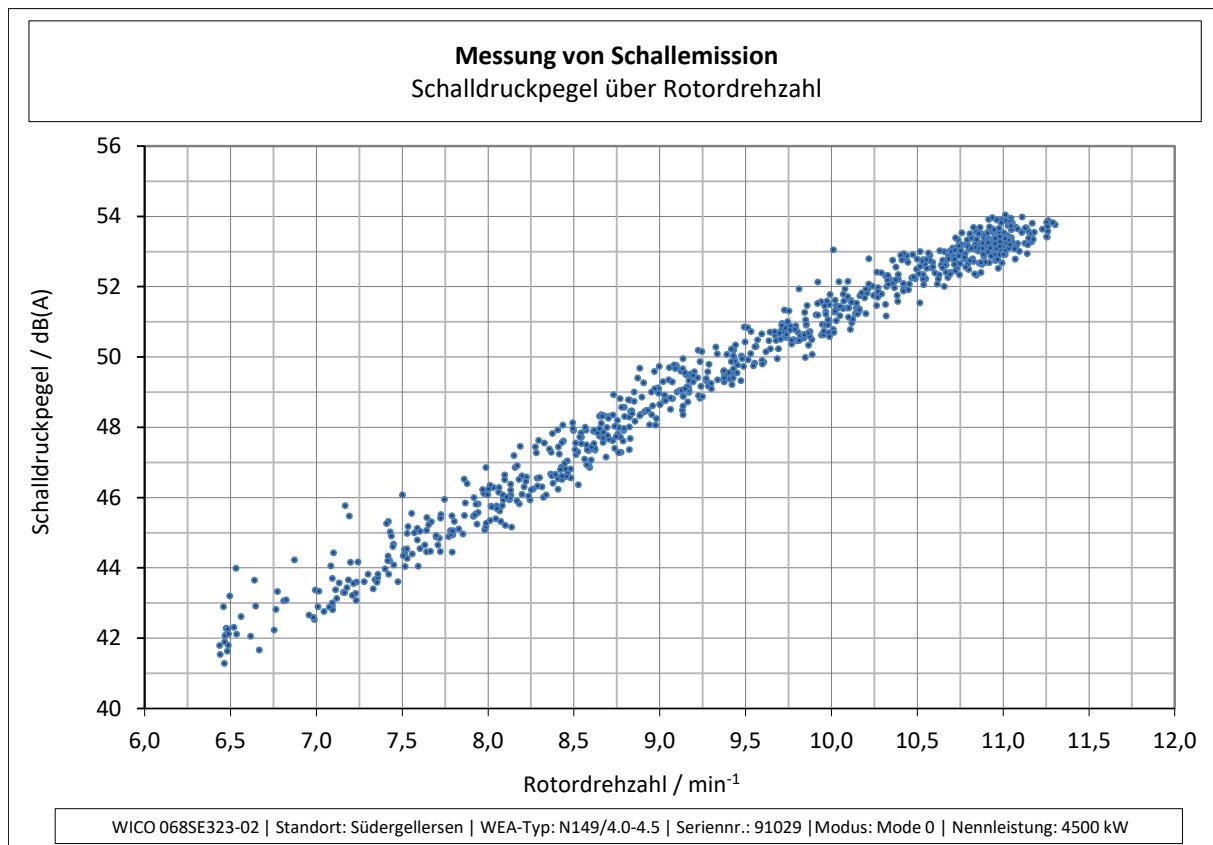
**Abbildung 7.1:** Rotordrehzahl in Abhängigkeit der elektrischen Wirkleistung

### 7.3 Schalldruckpegel über Wirkleistung und Rotordrehzahl

Der Zusammenhang zwischen gemessenem Schalldruckpegel und gemessener elektrischer Wirkleistung ist in Abbildung 7.2 dargestellt. Zusätzlich ist der Zusammenhang zwischen gemessenem Schalldruckpegel und Rotordrehzahl in Abbildung 7.3 dargestellt.



**Abbildung 7.2:** Schalldruckpegel in Abhängigkeit der elektrischen Wirkleistung



**Abbildung 7.3:** Schalldruckpegel in Abhängigkeit der Rotordrehzahl

## 7.4 Windgeschwindigkeitsbestimmung

Der nach /1/ zu analysierende Windgeschwindigkeitsbereich und die entsprechenden Windgeschwindigkeitsklassen in Nabenhöhe sind in Tabelle 7.2 dargestellt. Die Verwendete Toleranz des Leistungsmesswertes beträgt gemäß /1/ 1 %.

**Tabelle 7.2:** zu analysierender Windgeschwindigkeitsbereich

<b>Leistungsbereich</b>	
Nennleistung	4500 kW
85% Nennleistung	3825 kW
<b>Windgeschwindigkeiten Nabenhöhe</b>	
Windgeschwindigkeit bei 85% Nennleistung	9,4 m/s
0,8-fache der Windgeschwindigkeit bei 85% Nennleistung	7,5 m/s
1,3-fache der Windgeschwindigkeit bei 85% Nennleistung	12,2 m/s
<b>Windgeschwindigkeitsklassen Nabenhöhe</b>	
0,8-fache der Windgeschwindigkeit bei 85% Nennleistung	7,5 m/s
1,3-fache der Windgeschwindigkeit bei 85% Nennleistung	12,0 m/s

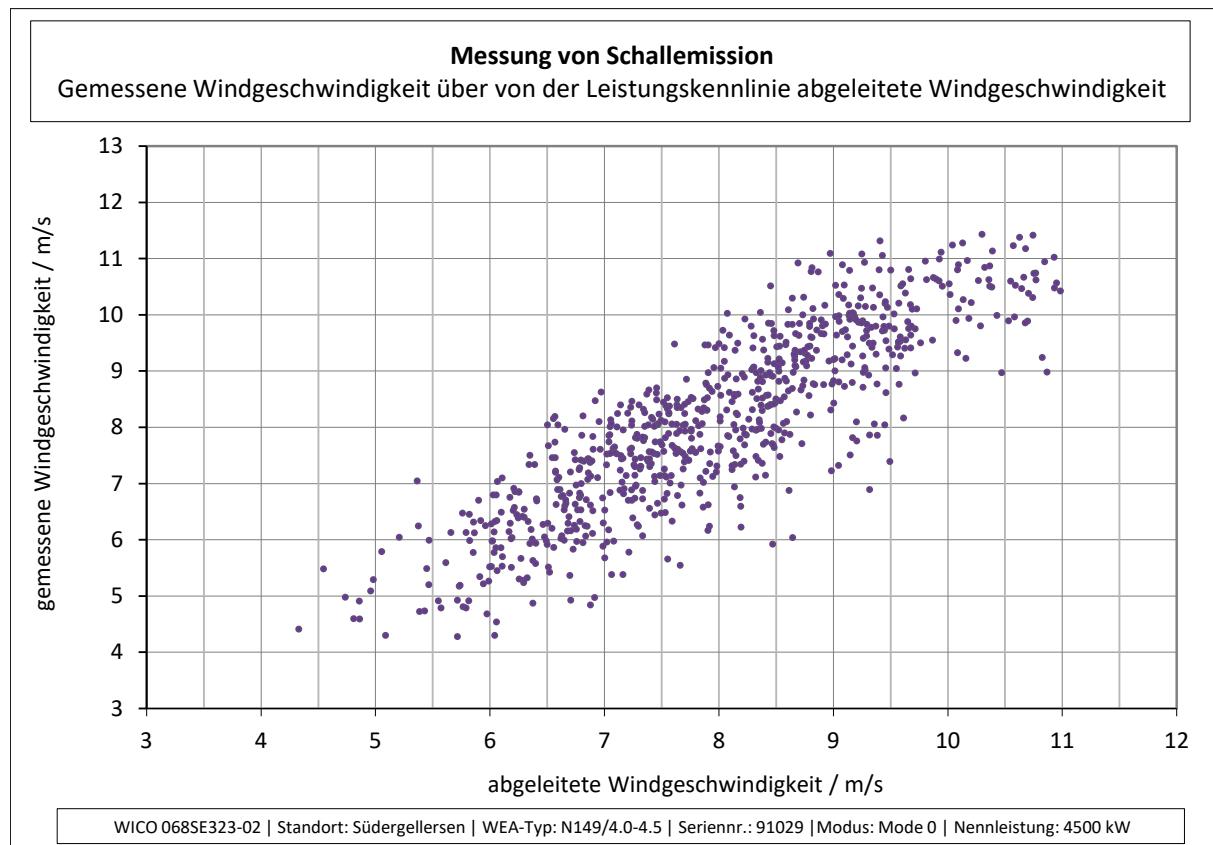
### 7.4.1 Windgeschwindigkeitsbestimmung mittels Gondelanemometer und Fremdgeräuschmessung

Die Faktoren der Verhältnisse der normierten zur gemessenen Windgeschwindigkeit sind in Tabelle 7.3 aufgeführt.

**Tabelle 7.3:** Verhältnisse der normierten zur gemessenen Windgeschwindigkeit

	<b>Wert</b>
$K_{nac}$	0,99
$K_z$	2,85

In Abbildung 7.4 ist die mittels Gondelanemometer gemessene Windgeschwindigkeit über der aus der Leistungskennlinie abgeleiteten Windgeschwindigkeit dargestellt.



**Abbildung 7.4:** mittels Gondelanemometer gemessene Windgeschwindigkeit gegenüber der aus der Leistungskennlinie abgeleiteten Windgeschwindigkeit

#### 7.4.2 Mittlere Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe

In Tabelle 7.4 sind die mittleren Windgeschwindigkeiten je ausgewerteter Windgeschwindigkeitsklasse in Nabenhöhe und die entsprechenden kombinierten Standardunsicherheiten der Windgeschwindigkeit aufgeführt. Da am Messtag Messwerte über den zu analysierenden Windgeschwindigkeitsbereich hinaus (vgl. Tabelle 7.2) ermittelt wurden, sind diese ebenfalls in Tabelle 7.4 aufgeführt.

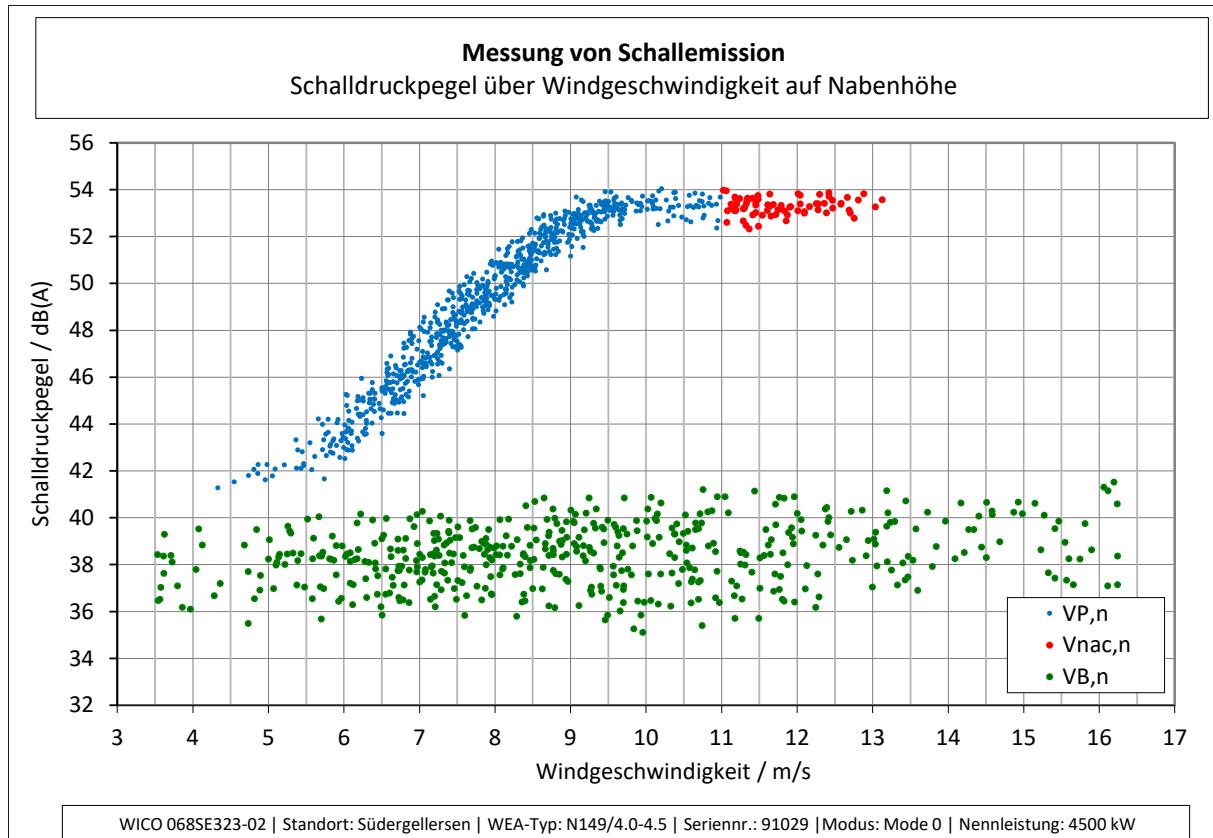
**Tabelle 7.4:** mittlere Windgeschwindigkeiten und kombinierte Standardunsicherheit in Nabenhöhe

<b>V<sub>Nabe</sub></b>	<b>N<sub>T,k</sub></b>	<b>V<sub>T,k</sub></b>	<b>U<sub>com,V,T,k</sub></b>	<b>N<sub>B,k</sub></b>	<b>V<sub>B,k</sub></b>	<b>U<sub>com,V,B,k</sub></b>
<b>m/s</b>	<b>-</b>	<b>m/s</b>	<b>m/s</b>	<b>-</b>	<b>m/s</b>	<b>m/s</b>
<b>4,5</b>	3	4,5	0,31	5	4,6	0,37
<b>5,0</b>	8	5,0	0,29	13	5,0	0,36
<b>5,5</b>	15	5,5	0,29	19	5,5	0,36
<b>6,0</b>	50	6,0	0,28	21	6,0	0,36
<b>6,5</b>	70	6,5	0,28	29	6,5	0,36
<b>7,0</b>	91	7,0	0,28	37	7,0	0,36
<b>7,5</b>	113	7,5	0,28	35	7,5	0,36
<b>8,0</b>	93	8,0	0,28	31	8,0	0,36
<b>8,5</b>	116	8,5	0,28	32	8,5	0,36
<b>9,0</b>	77	9,0	0,28	36	9,0	0,36
<b>9,5</b>	76	9,5	0,28	37	9,5	0,36
<b>10,0</b>	24	10,0	0,28	24	10,0	0,36
<b>10,5</b>	25	10,5	0,28	32	10,5	0,36
<b>11,0</b>	23	11,0	0,33	18	11,0	0,36
<b>11,5</b>	27	11,5	0,36	19	11,5	0,36
<b>12,0</b>	15	11,9	0,36	21	11,9	0,36
<b>12,5</b>	15	12,5	0,36	12	12,5	0,36
<b>13,0</b>	5	12,9	0,37	14	13,1	0,36

## 7.5 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel in Nabenhöhe

In Abbildung 7.5 ist der Verlauf des A-bewerteten Schalldruckpegels des Gesamtgeräusches als Funktion der gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, sowie der Verlauf des A-bewerteten Schalldruckpegels des Fremdgeräusches als Funktion der gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe  $V_{B,n}$  dargestellt.

In der Darstellung des Gesamtgeräusches entsprechen die blauen Werte den A-bewerteten Schalldruckpegeln als Funktion aus der Leistungskennlinie abgeleiteten Windgeschwindigkeit  $V_{P,n}$  und die roten Werte den A-bewerteten Schalldruckpegeln der normierten Windgeschwindigkeit vom Gondelanemometer  $V_{nac,n}$ . Alle Werte von  $V_{nac,n}$  welche Werte aus dem zulässigen Bereich der Leistungskennlinie annehmen, wurden gemäß /2/ aus der Auswertung ausgeschlossen.



**Abbildung 7.5:** A-bewerteter Schalldruckpegel als Funktion der gemessenen korrigierten Windgeschwindigkeit für Anlagenbetrieb und Fremdgeräusch in Nabenhöhe (10-Sekunden-Mittelung)

In Tabelle 7.5 sind die relevanten WEA-Parameter, der korrespondierende Windgeschwindigkeitswert auf 10 m Höhe  $v_{10m}$ , die Summenschalldruckpegel des Gesamt- und Fremdgeräusches  $L_{V,T,k}$  bzw.  $L_{V,B,k}$ , das Signal-Rausch-Verhältnis  $SNR_k$  zwischen dem Gesamt- und Fremdgeräusch, der fremdgeräuschkorrigierte Summenschalldruckpegel  $L_{V,C,k}$ , die Messunsicherheit  $U_{C,k}$  und der Summenschallleistungspegel  $L_{WA,k}$  je ausgewerteter Windgeschwindigkeitsklasse in Nabenhöhe aufgeführt. Darüber hinaus sind in Tabelle 7.6 die korrespondierenden Oktavschallleistungspegelspektren für den relevanten Frequenzbereich von 63 Hz bis 8 kHz aufgeführt. Die Werte wurde dabei auf den jeweiligen Summenschallleistungspegel  $L_{WA,k}$  normiert.

Da entsprechend /1/, der betrachtete Frequenzbereich 10 Hz bis 10 kHz beträgt (vgl. Kapitel 1.2) ergeben sich hieraus Oktavbandmittelfrequenzen von 16 Hz bis 8 kHz. Diese Spektren sind in Anhang 11.3 aufgeführt.

Da am Messtag Messwerte außerhalb des zu analysierenden Windgeschwindigkeitsbereichs (vgl. Tabelle 7.2) ermittelt wurden, sind diese ebenfalls in Tabelle 7.5 aufgeführt.

**Tabelle 7.5:** Ergebnisse Schallleistungspegel-Bestimmung Nabenhöhe

<b>V<sub>Nabe</sub></b>	<b>V<sub>10m</sub></b>	<b>P<sup>1)</sup></b>	<b>n<sub>Rot</sub></b>	<b>N<sub>T,k</sub></b>	<b>L<sub>V,T,k</sub></b>	<b>N<sub>B,k</sub></b>	<b>L<sub>V,B,k</sub></b>	<b>SNR<sub>k</sub></b>	<b>L<sub>V,C,k</sub></b>	<b>U<sub>C,k</sub></b>	<b>L<sub>WA,k</sub></b>
<b>m/s</b>	<b>m/s</b>	<b>kW</b>	<b>min<sup>-1</sup></b>	<b>-</b>	<b>dB(A)</b>	<b>-</b>	<b>dB(A)</b>	<b>dB</b>	<b>dB(A)</b>	<b>dB(A)</b>	<b>dB(A)</b>
<b>4,5</b>	3,0	400	6,5	3	41,6	5	37,4	4,2	39,5	1,50	<b>91,3*</b> <sup>2)</sup>
<b>5,0</b>	3,4	584	6,5	8	42,1	13	38,0	4,0	40,0	1,47	<b>91,8*</b> <sup>2)</sup>
<b>5,5</b>	3,7	800	6,6	15	42,8	19	38,4	4,4	40,8	1,39	<b>92,7*</b>
<b>6,0</b>	4,1	1054	7,2	50	43,8	21	38,3	5,5	42,4	1,15	<b>94,2*</b>
<b>6,5</b>	4,4	1349	7,8	70	45,2	29	38,0	7,3	44,3	0,99	<b>96,2</b>
<b>7,0</b>	4,7	1691	8,3	91	46,9	37	38,3	8,6	46,3	0,92	<b>98,1</b>
<b>7,5</b>	5,1	2083	8,9	113	48,5	35	38,5	10,0	48,0	0,88	<b>99,9</b>
<b>8,0</b>	5,4	2527	9,5	93	50,0	31	38,4	11,6	49,7	0,84	<b>101,5</b>
<b>8,5</b>	5,8	3016	10,0	116	51,4	32	38,6	12,8	51,1	0,83	<b>103,0</b>
<b>9,0</b>	6,1	3506	10,5	77	52,5	36	38,9	13,5	52,3	0,82	<b>104,1</b>
<b>9,5</b>	6,4	3894	10,9	76	53,1	37	38,4	14,7	53,0	0,81	<b>104,8</b>
<b>10,0</b>	6,8	4177	11,0	24	53,4	24	38,7	14,8	53,3	0,82	<b>105,1</b>
<b>10,5</b>	7,1	4367	10,9	25	53,4	32	38,5	14,8	53,2	0,82	<b>105,0</b>
<b>11,0</b>	7,4	4470	11,0	23	53,3	18	38,9	14,4	53,2	0,84	<b>105,0</b>
<b>11,5</b>	7,8	4500	11,0	27	53,2	19	38,6	14,7	53,1	0,86	<b>104,9</b>
<b>12,0</b>	8,1	4500	11,0	15	53,3	21	38,9	14,4	53,1	0,86	<b>104,9</b>
<b>12,5</b>	8,5	4500	11,1	15	53,4	12	39,2	14,2	53,3	0,86	<b>105,1</b>
<b>13,0</b>	8,8	4500	11,1	5	53,4	14	39,2	14,2	53,3	0,89	<b>105,1</b> <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Ermittlungsbasis: Leistungskurve, die der Ermittlung des Schallleistungspegels zugrunde liegt (vgl. Anhang 12.8).

<sup>2)</sup> In der Windgeschwindigkeitsklasse liegen weniger als zehn 10-Sekunden-Mittelwerte für das Gesamt- bzw. Fremdgeräusch vor. Die angegebenen Werte beruhen auf dieser Datenbasis.

**Tabelle 7.6:** korrespondierende Oktav-Schallleistungsspektren für den Frequenzbereich 63Hz bis 8 kHz

<b>vNabe</b>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	<b>L<sub>WA,k</sub></b>
<b>m/s</b>	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
<b>4,5</b>	79,4	83,0	83,6	85,1	85,1	82,1	73,9	62,2	<b>91,3*</b>
<b>5,0</b>	78,8	83,1	83,4	84,8	85,6	84,2	78,8	63,8	<b>91,8*</b>
<b>5,5</b>	78,7	84,2	85,2	85,9	86,5	84,8	78,5	65,6	<b>92,7*</b>
<b>6,0</b>	79,8	85,0	87,2	87,6	88,0	86,1	79,3	66,8	<b>94,2*</b>
<b>6,5</b>	82,2	87,0	89,1	89,2	90,0	88,3	81,6	68,5	<b>96,2</b>
<b>7,0</b>	84,4	88,9	91,0	91,1	92,1	90,2	83,3	69,2	<b>98,1</b>
<b>7,5</b>	85,8	90,3	92,6	92,8	94,2	91,9	84,9	70,1	<b>99,9</b>
<b>8,0</b>	87,5	92,0	94,3	94,7	95,6	93,5	86,4	71,3	<b>101,5</b>
<b>8,5</b>	89,2	93,7	95,7	96,3	97,0	95,2	87,9	72,5	<b>103,0</b>
<b>9,0</b>	90,2	95,0	96,5	97,4	98,0	96,5	89,0	73,5	<b>104,1</b>
<b>9,5</b>	90,5	95,4	97,2	98,1	98,7	97,4	89,7	74,0	<b>104,8</b>
<b>10,0</b>	90,9	95,8	97,4	98,4	98,9	97,9	89,9	73,8	<b>105,1</b>
<b>10,5</b>	90,7	95,7	97,2	98,3	98,9	97,8	89,8	73,5	<b>105,0</b>
<b>11,0</b>	90,6	95,7	96,9	98,2	99,0	97,8	89,8	74,0	<b>105,0</b>
<b>11,5</b>	90,3	95,2	96,6	98,1	99,1	98,0	89,7	73,1	<b>104,9</b>
<b>12,0</b>	90,6	95,3	96,5	98,0	99,1	98,0	89,9	73,3	<b>104,9</b>
<b>12,5</b>	91,1	95,7	96,5	98,3	99,5	98,2	89,5	72,1	<b>105,1</b>
<b>13,0</b>	91,3	95,6	96,3	98,3	99,5	98,3	89,8	72,4	<b>105,1</b>

## 7.6 Tonhaltigkeit im Nahbereich in Nabenhöhe

Für die aufgezeichneten Windgeschwindigkeitsklassen in Nabenhöhe sind die Zusammenfassungen der Ergebnisse der Untersuchung auf Tonhaltigkeit im Nahbereich in Tabelle 7.7, sowie Anhang 12.1 und Anhang 12.2 dargestellt. Dabei entspricht die rote Linie dem energetischen Mittelwert über alle Schmalbandspektren des Gesamtgeräusches je Windgeschwindigkeitsklasse. Die jeweils grüne Linie entspricht dem energetischen Mittelwert über alle Schmalbandspektren des Fremdgeräusches je Windgeschwindigkeitsklasse.

Die gesamte tonale Wahrnehmbarkeit  $\Delta L_{a,k}$  einer Windgeschwindigkeitsklasse wird für jeden identifizierten Ton desselben Ursprungs als energetischer Mittelwert der Einzelwerte  $\Delta L_{a,j,k}$  ermittelt. Dabei sind nach /2/ Töne desselben Ursprungs die identifizierten Töne in unterschiedlichen Schmalbandspektren einer Windgeschwindigkeitsklasse, die innerhalb eines Intervalls von  $\pm 25\%$  der kritischen Bandbreite mittig um die maßgebliche Frequenz eines Tones herum liegen. Töne desselben Ursprungs werden als ein Ton angesehen.

Nach /2/ ist ein Ton als relevant anzusehen, wenn  $\Delta L_{a,k} \geq -3$  dB und mindestens sechs der Schmalbandspektren pro Windgeschwindigkeitsklasse einen identifizierten Ton desselben Ursprungs aufweisen. Relevante Töne sind zu dokumentieren. Der Vollständigkeit halber werden im weiteren Verlauf alle identifizierten Töne dargestellt.

Für die in den Windgeschwindigkeitsklassen ermittelten, relevanten Töne sind die Details in Anhang 12.2 dargestellt. Die Details aller übrigen Töne können separat angefordert werden.

Aus den jeweils ermittelten Werten der tonalen Wahrnehmbarkeit können die Tonzuschläge für den Nahbereich  $K_{TN}$  entsprechend Tabelle 1 in DIN 45 681 /3/ bestimmt werden.

In Abbildung 7.6 sind die sich ergebenen tonalen Wahrnehmbarkeiten  $\Delta L_{a,j,k}$  für jedes ausgewertete Schmalbandspektrum des Gesamt- und Fremdgeräusches bis zu einer Frequenz von 2000 Hz aufgetragen. Ab dieser Frequenz wurden in den Schmalbandspektren keine tonalen Wahrnehmbarkeiten mehr ermittelt.

**Tabelle 7.7:** Ergebnisse Tonhaltigkeit - Zusammenfassung

VNabe	V10m	P	nRot	f	N <sub>T,k</sub>	N <sub>T,k</sub> (mit Ton)	L <sub>pt,k</sub>	L <sub>pn,k</sub>	ΔL <sub>a,k</sub>	K <sub>TN,k</sub>
m/s	m/s	kW	min <sup>-1</sup>	Hz	-	-	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB
4,5	3,0	400	6,5	48	3	2	27,4	31,0	-3,3	0
				132	3	2	27,4	33,4	-5,6	0
				416	3	3	27,7	29,6	0,3	1
5,0	3,4	584	6,5	124	8	6	27,6	33,3	-4,8	0
				417	8	8	27,2	29,7	-0,1	0
5,5	3,7	800	6,6	129	15	8	27,5	34,2	-7,1	0
				419	15	6	23,3	31,0	-8,9	0
6,0	4,1	1054	7,2	467	50	26	27,1	31,4	-4,7	0
6,5	4,4	1349	7,8	477	70	14	24,7	32,2	-10,9	0
7,0	4,7	1691	8,3	254	91	4	29,8	37,8	-14,1	0
7,5	5,1	2083	8,9	1214	113	46	32,0	36,9	-5,2	0
8,0	5,4	2527	9,5	280	93	12	33,0	40,2	-11,9	0
8,5	5,8	3016	10,0	104	116	7	35,3	43,1	-13,6	0
				299	116	7	34,3	41,3	-13,3	0
9,0	6,1	3506	10,5	105	77	34	36,7	43,3	-7,7	0
				1357	77	14	31,7	38,9	-10,6	0

V <sub>Nabe</sub>	V <sub>10m</sub>	P	n <sub>Rot</sub>	f	N <sub>T,k</sub>	N <sub>T,k</sub> (mit Ton)	L <sub>pt,k</sub>	L <sub>pn,k</sub>	ΔL <sub>a,k</sub>	K <sub>TN,k</sub>
m/s	m/s	kW	min <sup>-1</sup>	Hz	-	-	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB
9,5	6,4	3894	10,9	107 1395	76 76	50 13	36,5 30,1	43,6 38,8	-6,6 -12,1	0 0
10,0	6,8	4177	11,0	108	24	15	36,7	44,2	-7,3	0
10,5	7,1	4367	10,9	108	25	15	38,1	43,7	-5,6	0
11,0	7,4	4470	11,0	108	23	21	38,1	43,7	-3,8	0
11,5	7,8	4500	11,0	108	27	25	37,8	43,0	-3,3	0
12,0	8,1	4500	11,0	108 219	15 15	12 4	37,6 36,4	43,4 42,0	-4,3 -8,6	0 0
12,5	8,5	4500	11,1	109	15	14	38,9	43,5	-2,6	0
13,0	8,8	4500	11,1	110	5	4	38,9	43,6	-3,8	0

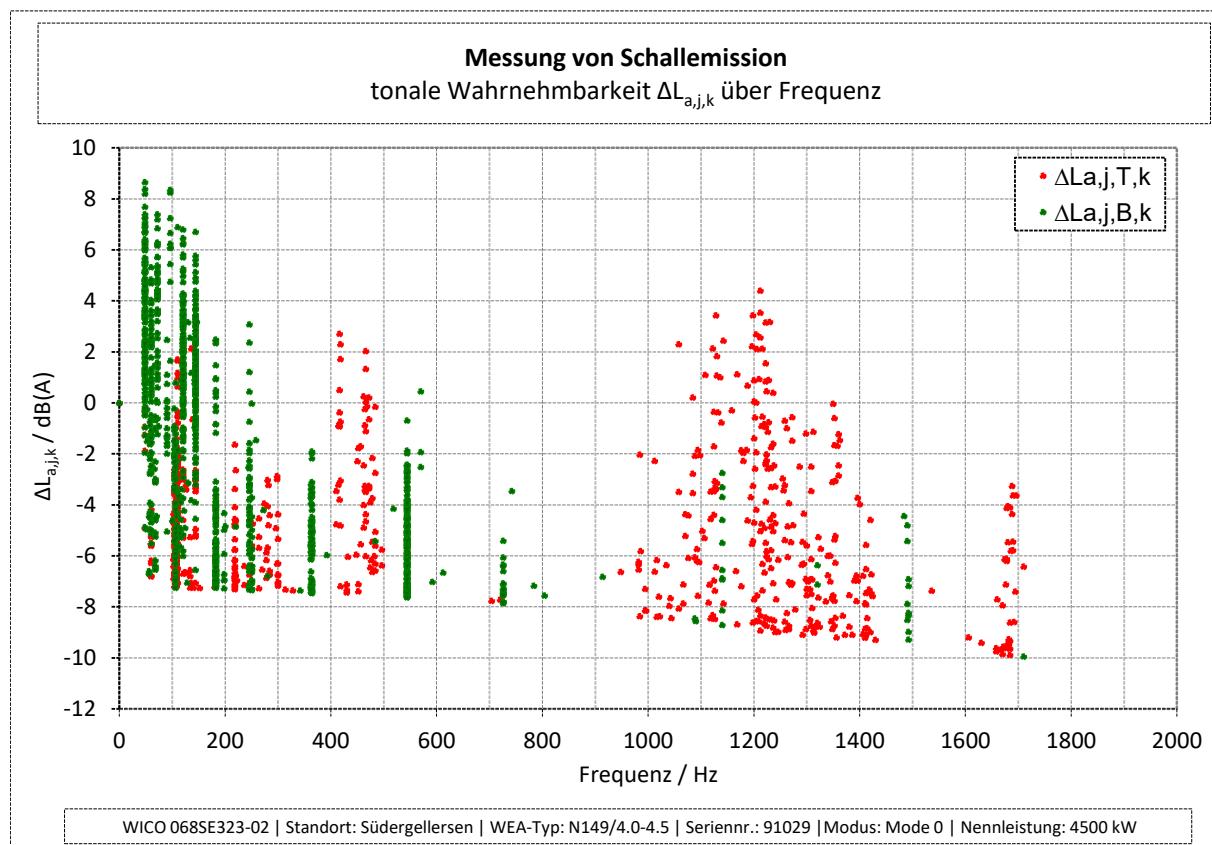


Abbildung 7.6: tonale Wahrnehmbarkeiten  $\Delta L_{a,j,k}$  über Frequenz

## 7.7 Impulshaltigkeit

Subjektiv war das Anlagengeräusch nicht impulshaltig. Aufgrund dessen wird **kein** Impulszuschlag vergeben.

## 7.8 Pegel von Einzelereignissen

Nach /1/ sind auffällige Einzelereignisse, wie z. B. auffällige Geräusche bei der Windrichtungsnachführung, zu dokumentieren.

Während der Messung traten im gesamten vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich keine auffälligen Einzelereignisse auf.

## 7.9 Richtwirkung

Subjektiv war eine erhöhte seitliche Abstrahlung nicht feststellbar.

## 7.10 Subjektiver Höreindruck

Die subjektive Einschätzung des akustischen Verhaltens der vermessenen WEA erfolgt direkt am Referenzmesspunkt (akustisches Nahfeld) und in einem Abstand von mehr als 300 m (akustisches Fernfeld) in Mitwindrichtung. Protokolliert werden auffällige Einzelereignisse wie Azimutgeräusche, schlagende Geräusche, Blattpfeifen, tonale Komponenten, tieffrequente Geräuschanteile oder andere auffällige Geräusche.

Die Ergebnisse der subjektiven Beurteilung sind zusammenfassend in Tabelle 7.8 dargestellt.

**Tabelle 7.8:** Ergebnisse der subjektiven Beurteilung der WEA

akustische Auffälligkeiten	akustisches Nahfeld	akustisches Fernfeld
Azimutgeräusche	keine Auffälligkeiten	keine Auffälligkeiten
Blattpfeifen	keine Auffälligkeiten	keine Auffälligkeiten
tonale Komponenten	Im unteren Frequenzbereich sehr schwach ausgeprägt	keine Auffälligkeiten
tieffrequente Anteile	keine Auffälligkeiten	keine Auffälligkeiten
Impulshaltigkeit	keine Auffälligkeiten	keine Auffälligkeiten
Andere	keine Auffälligkeiten	keine Auffälligkeiten

## 8 Ausbreitungsrechnung auf Basis der Messergebnisse

Gemäß des Niedersächsischen Ministerialblatts Nummer 6 (69. (74.) Jahrgang vom 06.02.2019 /13/ erfordert eine Abnahmemessung zusätzlich eine Messung der Oktav-Schallleistungspegel. Kommt es hierbei zu einer signifikanten Abweichung im gemessenen Oktavspektrum (oder im Schallleistungspegel) zu den in der Prognose angegebenen Werten, ist eine erneute Ausbreitungsrechnung nach dem Interimsverfahren erforderlich. Da in /13/ nicht definiert ist, ab wann eine signifikante Abweichung vorliegt, erfolgt grundsätzlich eine erneute Ausbreitungsrechnung nach dem Interimsverfahren.

Nach Lesart der immissionsschutzrechtlichen Nebenbestimmungen aus /14/ in Verbindung mit den Regelungen aus /13/ sind bei einer erneuten Ausbreitungsrechnung nach dem Interimsverfahren die Immissionsanteile der Vorbelastung aus der, der Genehmigung zugrunde gelegten Schallimmissionsprognose /16/ und die von der vermessenen WEA verursachten Immissionsanteile zu berücksichtigen. Dabei sind für die Immissionsanteile der Vorbelastung die in /16/ angenommenen Sicherheitszuschläge zu beachten. Für die Immissionsanteile der vermessenen WEA ergibt sich ein Sicherheitszuschlag aus den Unsicherheitskomponenten Unsicherheit der Typvermessung  $\sigma_R = 0,5$  dB und Unsicherheit des Prognosemodells  $\sigma_{Prog} = 1$  dB. Die Unsicherheit der Serienstreuung  $\sigma_P$  wird bei der vermessenen WEA zu null gesetzt, da die entsprechenden Emissionswerte messtechnisch ermittelt wurden. Zusammenfassend gestaltet sich die schalltechnische Nachweisführung im Falle einer erneuten Ausbreitungsrechnung nach dem Interimsverfahren nach Gleichung 8.1.

$$L_{r,GB} = 10 \cdot \log [10^{0,1 \cdot (L_{r,VB} + \Delta L_{VB})} + 10^{0,1 \cdot (L_{r,WEA,k} + \Delta L_{ZB})}] \leq IRW \quad 8.1$$

Dabei ist:

- $L_{r,GB}$  Beurteilungspegel am Immissionsort,
- $L_{r,VB}$  Immissionsanteil der zu berücksichtigenden Vorbelastung,
- $\Delta L_{VB}$  Sicherheitszuschlag der zu berücksichtigenden Vorbelastung,
- $L_{r,WEA,k}$  der von der vermessenen WEA verursachte Immissionsanteil der Windgeschwindigkeitsklasse k,
- $\Delta L_{ZB}$  Sicherheitszuschlag der vermessenen WEA gemäß Gleichung 8.2,
- $\sigma_R$ : Unsicherheit der Typvermessung,
- $\sigma_{Prog}$  Unsicherheit des Prognosemodells,
- IRW Immissionsrichtwert für den Beurteilungszeitraum Nacht.

$$\Delta L_{ZB} = 1,28 \cdot \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2)} \quad 8.2$$

Die WEA der Vorbelastung mit den entsprechenden Emissionsparametern und Sicherheitszuschlägen sind in Tabelle 8.1 aufgeführt. Die detaillierten WEA-Parameter inkl. der zur Ausbreitungsrechnung angesetzten Oktavschallleistungspegel sind in Anhang 12.10 aufgeführt. Alle Werte wurden unverändert /16/ entnommen.

Tabelle 8.1: WEA der Vorbelastung

Bezeichnung	WEA-Typ	Nabenhöhe / m	Nennleistung / kW	Betriebsweise	Schallleistungspegel inkl. $\Delta L_{VB}$ / dB(A)
V66219	NEG Micon NM 72c-1500	80,0	1500	Standard	107,7
V66218	NEG Micon NM 72c-1500	80,0	1500	Standard	107,7
V66221	NEG Micon NM 72c-1500	80,0	1500	Standard	107,7

Bezeichnung	WEA-Typ	Nabenhöhe / m	Nennleistung / kW	Betriebsweise	Schalleistungspegel inkl. $\Delta L_{VB}$ / dB(A)
V66220	NEG Micon NM 72c-1500	80,0	1500	Standard	107,7
V66222	NEG Micon NM 72c-1500	80,0	1500	Standard	107,7
V67866	NEG Micon NM 82-1500	93,6	1500	Standard	106,0
V20271	Vestas V90-2.0 MW	95,0	2000	Mode 0	107,6
OE WEA 1	Nordex N131/3300	134,0	3300	Mode 0	109,1
OE WEA 2	Nordex N131/3300	134,0	3300	Mode 0	109,1
Süder- gellersen I	Nordex N131/3300	134,0	3300	Mode 0	109,1
WE 1	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0
WE 2	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0
WE 3	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0
WE 4	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0
WE 5	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0
WE 6	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0
WE 7	GE Wind GE 2.75-120	139,0	2750	NO	108,0

Die jeweiligen Immissionsorte inkl. Einstufung nach baulicher Nutzung und den sich daraus ergebenden Immissionsrichtwerte für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht sind in Tabelle 8.2 aufgeführt und wurden unverändert /16/ entnommen.

**Tabelle 8.2:** zu berücksichtigende Immissionsorte

Bezeichnung nach /16/	Bezeichnung	bauliche Nutzung	IRW Tag / dB(A)	IRW Nacht / dB(A)
IO A	Grillplatz „Zum alten Schafstall“	GE	65	50
IO B	Wetzer Weg (Neubau)	MD	60	45
IO C	Forstweg 17	MD	60	45
IO D	Forstweg 11	MD	60	45
IO E	Heidberg 11	MD	60	45
IO F	Westergellerser Str. 39	MD	60	45

Bezeichnung nach /16/	Bezeichnung	bauliche Nutzung	IRW Tag / dB(A)	IRW Nacht / dB(A)
IO G	Birkenweg 1	WA	55	40
IO H	Westergellerser Weg 21	MD	60	45
IO I	Westergellerser Weg 1	MD	60	45
IO J	Im alten Dorfe 2a	MD	60	45
IO K	Im alten Dorfe 4	MD	60	45
IO L	Poggenpohl 8	MD	60	45
IO M	Poggenpohl 3	MD	60	45
IO N	Oerzer Str. 19	MD	60	45
IO O	Oerzer Str. 17	MD	60	45
IO P	Industriegebiet Südergellersen	GE	65	50
IO Q	Westerheide 28	MD	60	45
IO R	Zum Hasel 10	MD	60	45
IO S	Zum Hasel 5	MD	60	45

Ein Lageplan mit den zu berücksichtigenden Immissionsorten, der WEA der Vorbelastung und der vermessenen WEA ist in Anhang 12.12 sowie das verwendete digitale Höhenmodell ist in Anhang 12.13 dargestellt. Die Berechnungen wurden mit dem Computerprogramm IMMI Version 2023 der Firma Wölfel durchgeführt, das gemäß dem Stand der Technik streng auf der Grundlage der entsprechenden Normen arbeitet. Die Einstellungen des verwendeten Rechenmodells sind in Anhang 12.14 aufgeführt. Die detaillierten Ergebnisse (Einzelpunktberechnung) für die vermessene WEA im Beurteilungszeitraum Nacht (ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten) sind in Anhang 12.15 als A-bewertete Summenpegel der spektralen Anteile aufgelistet. **Die spektralen Anteile können auf Anfrage nachgereicht werden.**

## 8.1 Ergebnisse Ausbreitungsrechnung

Im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung erfolgte die Ausbreitungsrechnung auf Basis der festgestellten Messergebnisse nicht ausschließlich für die Windgeschwindigkeitsklasse k mit dem am höchsten ermittelten Summenschallleistungspegel, sondern für alle ermittelten Windgeschwindigkeitsklassen. Die hierzu angesetzten Oktavspektren sind in Anhang 12.10 aufgeführt. Die Ergebnisse pro Windgeschwindigkeitsklasse und pro Immissionsort sind in Tabelle 8.3 für die Windgeschwindigkeitsklassen 4,5 m/s bis 8,5 m/s und in Tabelle 8.4 für die Windgeschwindigkeitsklassen 9,0 m/s bis 13,0 m/s aufgeführt.

**Tabelle 8.3:** Ergebnisse Immissionspegel der vermessenen WEA für die Windgeschwindigkeitsklassen 4,5 m/s bis 8,5 m/s

		k / m/s									
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	
IRW		$L_{r,WEA,k} + \Delta L_{ZB}$									
/ dB(A)		/ dB(A)									
IO A	50	25,4	25,4	26,5	28,0	29,9	31,9	33,6	35,3	36,8	
IO B	45	22,6	22,6	23,7	25,2	27,1	29,0	30,7	32,4	33,9	
IO C	45	21,9	21,9	23,0	24,5	26,5	28,4	30,1	31,8	33,3	
IO D	45	22,0	22,0	23,1	24,6	26,5	28,4	30,1	31,8	33,3	
IO E	45	20,3	20,3	21,4	22,9	24,8	26,7	28,4	30,1	31,6	
IO F	45	18,4	18,3	19,4	20,9	22,8	24,8	26,4	28,1	29,6	
IO G	40	18,4	18,3	19,5	20,9	22,9	24,8	26,5	28,1	29,7	
IO H	45	19,3	19,2	20,3	21,8	23,7	25,7	27,3	29,0	30,6	
IO I	45	19,6	19,6	20,7	22,2	24,1	26,1	27,7	29,4	31,0	
IO J	45	21,6	21,6	22,7	24,2	26,1	28,1	29,8	31,5	33,0	
IO K	45	21,8	21,8	22,9	24,4	26,3	28,3	29,9	31,6	33,1	
IO L	45	21,2	21,2	22,3	23,8	25,7	27,7	29,3	31,0	32,5	
IO M	45	20,9	20,9	22,0	23,5	25,4	27,4	29,0	30,7	32,3	
IO N	45	20,5	20,4	21,5	23,0	25,0	26,9	28,6	30,3	31,8	
IO O	45	20,2	20,2	21,3	22,8	24,7	26,7	28,3	30,0	31,6	
IO P	50	22,0	22,0	23,1	24,6	26,5	28,5	30,1	31,8	33,4	
IO Q	45	14,1	14,0	15,2	16,6	18,5	20,5	22,1	23,8	25,3	
IO R	45	12,3	12,1	13,2	14,7	16,6	18,6	20,1	21,9	23,4	
IO S	45	12,0	11,9	13,0	14,4	16,4	18,3	19,9	21,6	23,2	

**Tabelle 8.4:** Ergebnisse Immissionspegel der vermessenen WEA für die Windgeschwindigkeitsklassen 9,0 m/s bis 13,0 m/s

		k / m/s									
		9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	
		IRW					$L_{r,WEA,k} + \Delta L_{ZB}$				
		/ dB(A)					/ dB(A)				
<b>IO A</b>	50	37,8	38,5	38,8	38,7	38,6	38,4	38,4	38,7	38,7	
<b>IO B</b>	45	35,0	35,6	35,9	35,8	35,7	35,5	35,5	35,8	35,8	
<b>IO C</b>	45	34,3	35,0	35,3	35,1	35,1	34,9	34,9	35,1	35,1	
<b>IO D</b>	45	34,4	35,0	35,3	35,2	35,1	34,9	34,9	35,2	35,1	
<b>IO E</b>	45	32,7	33,3	33,6	33,5	33,4	33,2	33,2	33,5	33,4	
<b>IO F</b>	45	30,7	31,3	31,6	31,5	31,4	31,1	31,1	31,4	31,4	
<b>IO G</b>	40	30,7	31,3	31,6	31,5	31,4	31,2	31,2	31,5	31,4	
<b>IO H</b>	45	31,6	32,2	32,5	32,4	32,3	32,1	32,1	32,4	32,3	
<b>IO I</b>	45	32,0	32,6	32,9	32,8	32,7	32,5	32,5	32,8	32,7	
<b>IO J</b>	45	34,0	34,7	34,9	34,8	34,7	34,6	34,6	34,8	34,8	
<b>IO K</b>	45	34,2	34,8	35,1	35,0	34,9	34,7	34,7	35,0	34,9	
<b>IO L</b>	45	33,6	34,2	34,5	34,4	34,3	34,1	34,1	34,4	34,3	
<b>IO M</b>	45	33,3	33,9	34,2	34,1	34,0	33,8	33,8	34,1	34,0	
<b>IO N</b>	45	32,8	33,5	33,7	33,6	33,5	33,3	33,3	33,6	33,6	
<b>IO O</b>	45	32,6	33,2	33,5	33,4	33,3	33,1	33,1	33,4	33,3	
<b>IO P</b>	50	34,4	35,0	35,3	35,2	35,1	34,9	34,9	35,2	35,2	
<b>IO Q</b>	45	26,4	27,0	27,3	27,1	27,0	26,8	26,8	27,1	27,0	
<b>IO R</b>	45	24,5	25,0	25,3	25,2	25,1	24,8	24,8	25,1	25,1	
<b>IO S</b>	45	24,2	24,8	25,1	25,0	24,9	24,6	24,6	24,9	24,8	

Die Immissionspegel der Vorbelastung sind in Tabelle 8.5 dargestellt und wurden unverändert aus /16/ entnommen.

**Tabelle 8.5:** Immissionspegel der Vorbelastung gemäß /16/

		IRW	$L_{r,VB} + \Delta L_{VB}$	$L_{r,VB} + \Delta L_{VB}$ (gerundet)	$(L_{r,VB} + \Delta L_{VB}) - IRW$
		/ dB(A)			
<b>IO A</b>	50	47,1	47	-3	
<b>IO B</b>	45	45,6	46	1	
<b>IO C</b>	45	44,3	44	-1	
<b>IO D</b>	45	44,6	45	0	
<b>IO E</b>	45	43,0	43	-2	
<b>IO F</b>	45	41,1	41	-4	
<b>IO G</b>	40	42,2	42	2	

	IRW	$L_{r,VB} + \Delta L_{VB}$	$L_{r,VB} + \Delta L_{VB}$ (gerundet)	$(L_{r,VB} + \Delta L_{VB}) - IRW$
	/ dB(A)			
IO H	45	42,5	43	-2
IO I	45	43,9	44	-1
IO J	45	45,6	46	1
IO K	45	46,3	46	1
IO L	45	46,6	47	2
IO M	45	47,6	48	3
IO N	45	47,4	47	2
IO O	45	47,4	47	2
IO P	50	53,2	53	3
IO Q	45	41,9	42	-3
IO R	45	40,3	40	-5
IO S	45	40,2	40	-5

Die aus /16/ entnommenen Immissionspegel der Vorbelastung überschreiten an den Immissionsorten IO B, IO J und IO K die maßgebenden Immissionsrichtwerte im Beurteilungszeitraum Nacht um nicht mehr als 1 dB(A) und an den Immissionsorten IO G und IO L bis IO P die maßgebenden Immissionsrichtwerte im Beurteilungszeitraum Nacht um mehr als 1 dB(A) (bis zu 3 dB(A)).

Die sich aus den Immissionspegeln der Vorbelastung und den Immissionspegeln der vermessenen WEA ergebenen Beurteilungspegel sind in Tabelle 8.6 und Tabelle 8.8 als Absolutwerte sowie in Tabelle 8.7 und Tabelle 8.9 als gerundete Werte dargestellt. Die entsprechende Pegeldifferenz zu den maßgebenden Immissionsrichtwerten sind in Tabelle 8.10 und Tabelle 8.11 aufgeführt.

**Tabelle 8.6:** Ergebnisse Gesamtbelastung für die Windgeschwindigkeitsklassen 4,5 m/s bis 8,5 m/s - Absolutwerte

		k / m/s								
	IRW	$L_{r,GB}$								
	/ dB(A)	/ dB(A)								
IO A	50	47,1	47,1	47,1	47,2	47,2	47,2	47,3	47,4	47,5
IO B	45	45,6	45,6	45,6	45,6	45,7	45,7	45,7	45,8	45,9
IO C	45	44,3	44,3	44,3	44,3	44,4	44,4	44,5	44,5	44,6
IO D	45	44,6	44,6	44,6	44,6	44,7	44,7	44,8	44,8	44,9
IO E	45	43,0	43,0	43,0	43,0	43,1	43,1	43,1	43,2	43,3
IO F	45	41,1	41,1	41,1	41,1	41,2	41,2	41,2	41,3	41,4
IO G	40	42,2	42,2	42,2	42,2	42,3	42,3	42,3	42,4	42,4
IO H	45	42,5	42,5	42,5	42,5	42,6	42,6	42,6	42,7	42,8
IO I	45	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9	44,0	44,0	44,1	44,1
IO J	45	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,7	45,7	45,8	45,8
IO K	45	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,4	46,4	46,4	46,5

		k / m/s								
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
		IRW								
		/ dB(A)								
<b>IO L</b>	45	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,7	46,7	46,7	46,8
<b>IO M</b>	45	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,7	47,7	47,7
<b>IO N</b>	45	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,5	47,5	47,5
<b>IO O</b>	45	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,5	47,5	47,5
<b>IO P</b>	50	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2
<b>IO Q</b>	45	41,9	41,9	41,9	41,9	41,9	41,9	41,9	42,0	42,0
<b>IO R</b>	45	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,4	40,4
<b>IO S</b>	45	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,3	40,3

**Tabelle 8.7:** Ergebnisse Gesamtbelastung für die Windgeschwindigkeitsklassen 4,5 m/s bis 8,5 m/s – gerundete Werte

		k / m/s								
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
		IRW								
		/ dB(A)								
<b>IO A</b>	50	47	47	47	47	47	47	47	47	47
<b>IO B</b>	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46
<b>IO C</b>	45	44	44	44	44	44	44	44	45	45
<b>IO D</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
<b>IO E</b>	45	43	43	43	43	43	43	43	43	43
<b>IO F</b>	45	41	41	41	41	41	41	41	41	41
<b>IO G</b>	40	42	42	42	42	42	42	42	42	42
<b>IO H</b>	45	43	43	43	43	43	43	43	43	43
<b>IO I</b>	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44
<b>IO J</b>	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46
<b>IO K</b>	45	46	46	46	46	46	46	46	46	47
<b>IO L</b>	45	47	47	47	47	47	47	47	47	47
<b>IO M</b>	45	48	48	48	48	48	48	48	48	48
<b>IO N</b>	45	47	47	47	47	47	47	47	47	48
<b>IO O</b>	45	47	47	47	47	47	47	47	47	48
<b>IO P</b>	50	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>IO Q</b>	45	42	42	42	42	42	42	42	42	42
<b>IO R</b>	45	40	40	40	40	40	40	40	40	40

		k / m/s								
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
IRW		L <sub>r,GB</sub>								
/ dB(A)		/ dB(A)								
IO S	45	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**Tabelle 8.8:** Ergebnisse Gesamtbelastung für die Windgeschwindigkeitsklassen 9,0 m/s bis 13,0 m/s - Absolutwerte

		k / m/s								
		9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0
IRW		L <sub>r,GB</sub>								
/ dB(A)		/ dB(A)								
IO A	50	47,6	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7
IO B	45	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
IO C	45	44,7	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8
IO D	45	45,0	45,1	45,1	45,1	45,1	45,0	45,0	45,1	45,1
IO E	45	43,4	43,4	43,5	43,5	43,4	43,4	43,4	43,5	43,5
IO F	45	41,5	41,5	41,6	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5
IO G	40	42,5	42,5	42,6	42,6	42,5	42,5	42,5	42,6	42,5
IO H	45	42,8	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9
IO I	45	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2	44,2
IO J	45	45,9	45,9	46,0	46,0	45,9	45,9	45,9	46,0	45,9
IO K	45	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
IO L	45	46,8	46,8	46,9	46,9	46,8	46,8	46,8	46,9	46,9
IO M	45	47,8	47,8	47,8	47,8	47,8	47,8	47,8	47,8	47,8
IO N	45	47,5	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6
IO O	45	47,5	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6
IO P	50	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3
IO Q	45	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
IO R	45	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
IO S	45	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3

**Tabelle 8.9:** Ergebnisse Gesamtbelastung für die Windgeschwindigkeitsklassen 9,0 m/s bis 13,0 m/s – gerundete Werte

		k / m/s								
		9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0
		IRW				L <sub>r,GB</sub>				
		/ dB(A)					/ dB(A)			
<b>IO A</b>	50	48	48	48	48	48	48	48	48	48
<b>IO B</b>	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46
<b>IO C</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
<b>IO D</b>	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
<b>IO E</b>	45	43	43	43	43	43	43	43	43	43
<b>IO F</b>	45	41	42	42	42	42	42	42	42	42
<b>IO G</b>	40	42	43	43	43	43	43	43	43	43
<b>IO H</b>	45	43	43	43	43	43	43	43	43	43
<b>IO I</b>	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44
<b>IO J</b>	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46
<b>IO K</b>	45	47	47	47	47	47	47	47	47	47
<b>IO L</b>	45	47	47	47	47	47	47	47	47	47
<b>IO M</b>	45	48	48	48	48	48	48	48	48	48
<b>IO N</b>	45	48	48	48	48	48	48	48	48	48
<b>IO O</b>	45	48	48	48	48	48	48	48	48	48
<b>IO P</b>	50	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>IO Q</b>	45	42	42	42	42	42	42	42	42	42
<b>IO R</b>	45	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<b>IO S</b>	45	40	40	40	40	40	40	40	40	40

**Tabelle 8.10:** Differenzen Gesamtbelastung zum IRW für die Windgeschwindigkeitsklassen 4,5 m/s bis 8,5 m/s

		k / m/s								
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
IRW		$L_{r,GB}$								
/ dB(A)		/ dB(A)								
<b>IO A</b>	50	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
<b>IO B</b>	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>IO C</b>	45	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0
<b>IO D</b>	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IO E</b>	45	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
<b>IO F</b>	45	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
<b>IO G</b>	40	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>IO H</b>	45	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
<b>IO I</b>	45	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
<b>IO J</b>	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>IO K</b>	45	1	1	1	1	1	1	1	1	2
<b>IO L</b>	45	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>IO M</b>	45	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>IO N</b>	45	2	2	2	2	2	2	2	2	3
<b>IO O</b>	45	2	2	2	2	2	2	2	2	3
<b>IO P</b>	50	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>IO Q</b>	45	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
<b>IO R</b>	45	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
<b>IO S</b>	45	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

**Tabelle 8.11:** Differenzen Gesamtbelastung zum IRW für die Windgeschwindigkeitsklassen 9,0 m/s bis 13,0 m/s

		k / m/s								
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
IRW		$L_{r,GB}$								
/ dB(A)		/ dB(A)								
<b>IO A</b>	50	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
<b>IO B</b>	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>IO C</b>	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IO D</b>	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IO E</b>	45	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
<b>IO F</b>	45	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
<b>IO G</b>	40	2	3	3	3	3	3	3	3	3

		k / m/s									
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	
IRW		$L_{r,GB}$									
/ dB(A)		/ dB(A)									
<b>IO H</b>	45	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
<b>IO I</b>	45	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
<b>IO J</b>	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>IO K</b>	45	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>IO L</b>	45	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>IO M</b>	45	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>IO N</b>	45	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>IO O</b>	45	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>IO P</b>	50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>IO Q</b>	45	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
<b>IO R</b>	45	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
<b>IO S</b>	45	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

Wie Tabelle 8.10 und Tabelle 8.11 zu entnehmen, werden die maßgebenden Immissionsrichtwerte im Beurteilungszeitraum Nacht an den Immissionsorten IO B und IO J um nicht mehr als 1 dB(A) und an den Immissionsorten IO G und IO K bis IO P um mehr als 1 dB(A) (bis zu 3 dB(A)) überschritten. Die Überschreitungen werden maßgebliche durch die WEA der Vorbelastung verursacht (vgl. Tabelle 8.5). Die von der vermessenen WEA verursachten Immissionspegel führen zu keiner weiteren Erhöhung der bereits überschrittenen Beurteilungspegel.

## 9 Zusammenfassung

Am 21.08.2024 erfolgte im Windpark Südergellersen zur Nachweisführung gemäß BImSchG eine akustische Messung an der WEA mit der Seriennummer 91029 des Typs Nordex N149/4.0-4.5 mit einer Nabenhöhe ü. G. von  $h_N = 125$  m. Die Datenauswertung erfolgte nach /1/ und /2/.

Die vermessene WEA zeigte während der Messkampagne dem subjektiven Eindruck nach in den auszuwertenden Windgeschwindigkeitsbereichen eine im Nahbereich schwach wahrnehmende tonale Auffälligkeit im unteren Frequenzbereich. Im Fernbereich war dies nicht mehr subjektiv wahrnehmbar.

In Tabelle 9.1 ist jeweils die tonale Auffälligkeit mit dem höchsten ermittelten  $\Delta L_{a,k}$  je Windgeschwindigkeitsklasse aufgeführt. In Anhang 12.2 sind die detaillierten Ergebnisse der relevanten Töne mit dem jeweils höchsten  $\Delta L_{a,k}$  dargestellt.

Die subjektive Bewertung des Anlagengeräusches wird durch die objektive Geräuschbewertung nach /1/ und /2/ gestützt.

Die Ergebnisse der akustischen Vermessung sind in Tabelle 9.1 zusammengefasst.

**Tabelle 9.1:** Ergebnisübersicht Nabenhöhe

<b>V<sub>Nabe</sub></b>	<b>V<sub>10m</sub></b>	<b>P<sup>1)</sup></b>	<b>n<sub>Rot</sub></b>	<b>f</b>	<b>ΔL<sub>a,k</sub></b>	<b>K<sub>TN,k</sub></b>	<b>U<sub>C,k</sub></b>	<b>L<sub>WA,k</sub></b>
<b>m/s</b>	<b>m/s</b>	<b>kW</b>	<b>min<sup>-1</sup></b>	<b>Hz</b>	<b>dB</b>	<b>dB</b>	<b>dB(A)</b>	<b>dB(A)</b>
<b>4,5</b>	3,0	400	6,5	416	0,3	1	1,50	<b>91,3*</b> <sup>2)</sup>
<b>5,0</b>	3,4	584	6,5	417	-0,1	0	1,47	<b>91,8*</b> <sup>2)</sup>
<b>5,5</b>	3,7	800	6,6	129	-7,1	0	1,39	<b>92,7*</b>
<b>6,0</b>	4,1	1054	7,2	467	-4,7	0	1,15	<b>94,2*</b>
<b>6,5</b>	4,4	1349	7,8	477	-10,9	0	0,99	<b>96,2</b>
<b>7,0</b>	4,7	1691	8,3	254	-14,1	0	0,92	<b>98,1</b>
<b>7,5</b>	5,1	2083	8,9	1214	-5,2	0	0,88	<b>99,9</b>
<b>8,0</b>	5,4	2527	9,5	280	-11,9	0	0,84	<b>101,5</b>
<b>8,5</b>	5,8	3016	10,0	299	-13,3	0	0,83	<b>103,0</b>
<b>9,0</b>	6,1	3506	10,5	105	-7,7	0	0,82	<b>104,1</b>
<b>9,5</b>	6,4	3894	10,9	107	-6,6	0	0,81	<b>104,8</b>
<b>10,0</b>	6,8	4177	11,0	108	-7,3	0	0,82	<b>105,1</b>
<b>10,5</b>	7,1	4367	10,9	108	-5,6	0	0,82	<b>105,0</b>
<b>11,0</b>	7,4	4470	11,0	108	-3,8	0	0,84	<b>105,0</b>
<b>11,5</b>	7,8	4500	11,0	108	-3,3	0	0,86	<b>104,9</b>
<b>12,0</b>	8,1	4500	11,0	108	-4,3	0	0,86	<b>104,9</b>
<b>12,5</b>	8,5	4500	11,1	109	-2,6	0	0,86	<b>105,1</b>
<b>13,0</b>	8,8	4500	11,1	110	-3,8	0	0,89	<b>105,1</b> <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Ermittlungsbasis: Leistungskurve, die der Ermittlung des Schallleistungspegels zugrunde liegt (vgl. Anhang 12.8).

<sup>2)</sup> In der Windgeschwindigkeitsklasse liegen weniger als zehn 10-Sekunden-Mittelwerte für das Gesamt- bzw. Fremdgeräusch vor. Die angegebenen Werte beruhen auf dieser Datenbasis.

Gemäß Genehmigungsbescheid /14/ sind immissionsschutzrechtliche Auflagen nach BImSchG zu erfüllen. Nach der Lesart aus /14/ ist die schalltechnische Nachweisführung erfüllt, wenn die Bedingung aus Gleichung 9.1 durch das Messergebnis gegeben ist.

$$L_{WA,mess,max} \leq L_{WA} + 2,1 \text{ dB}$$

9.1

Dabei ist:

$L_{WA,mess,max}$  der maximal messtechnisch ermittelte Summenschallleistungspegel,

$L_{WA}$  der maximal zulässige Schallleistungspegel.

Der maximal zulässige Schallleistungspegel beträgt 106,1 dB(A). Messtechnisch wurde ein maximaler Schallleistungspegel von  $L_{WA,mess,max} = 105,1 \text{ dB(A)}$  ermittelt. Immissionsrelevante Ton- und Impulshaltigkeiten wurden nicht festgestellt.

Gemäß des Niedersächsischen Ministerialblatts Nummer 6 (69. (74.) Jahrgang vom 06.20.2019 /13/ erfordert eine Abnahmemessung zusätzlich eine Messung der Oktav-Schallleistungspegel. Auf Basis dieser erfolgte zur weiteren Nachweisführung eine erneute Ausbreitungsrechnung und ein Vergleich mit den maßgebenden Immissionsrichtwerte im Beurteilungszeitraum Nacht.

Wie Tabelle 8.10 und Tabelle 8.11 zu entnehmen, werden die maßgebenden Immissionsrichtwerte im Beurteilungszeitraum Nacht an den Immissionsorten IO B und IO J um nicht mehr als 1 dB(A) und an den Immissionsorten IO G und IO K bis IO P um mehr als 1 dB(A) (bis zu 3 dB(A)) überschritten. Die Überschreitungen werden maßgebliche durch die WEA der Vorbelastung verursacht (vgl. Tabelle 8.5). Die von der vermessenen WEA verursachten Immissionspegel führen zu keiner weiteren Erhöhung der bereits überschrittenen Beurteilungspegel.

Die vorliegende Untersuchung wurde von der WIND-consult GmbH gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch durchgeführt.

## 10 Literatur

- /1/ FÖRDERGESELLSCHAFT WINDENERGIE E.V. (FGW) : TECHNISCHE RICHTLINIEN FÜR WINDENERGIEANLAGEN : TEIL 1 BESTIMMUNG DER SCHALLEMISSIONSWERTE, REV. 19 STAND 01.03.2021. BERLIN : FGW, 2021
- /2/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC): IEC 61400-11 ED. 3.1 WIND TURBINE GENERATOR SYSTEMS, PART 11: ACOUSTIC NOISE MEASUREMENT TECHNIQUES. GENEVA (CH), 2018-06
- /3/ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN) : BESTIMMUNG DER TONHALTIGKEIT VON GERÄUSCHEN UND ERMITTlung EINES TONZUSCHLAGES FÜR DIE BEURTEILUNG VON GERÄUSCHIMMISSIONEN. BERICHTIGUNGEN ZU DIN 45681:2005-03, BERLIN (D): BEUTH-VERLAG GMBH, 2005-08
- /4/ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN) : ELEKTROAKUSTIK - SCHALLPEGELMESSER - TEIL 1: ANFORDERUNGEN. DIN EN 61672, BERLIN (D): BEUTH-VERLAG GMBH, 2014-07
- /5/ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN) : ERMITTlung VON BEURTEILUNGSPEGEL AUS MESSUNGEN – TEIL 1: GERÄUSCHIMMISSIONEN IN DER NACHBARSCHAFT. DIN 45645-1, BERLIN (D): BEUTH-VERLAG GMBH, 1996-07
- /6/ BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ : GESETZ ZUM SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN UMWELTEINWIRKUNGEN DURCH LUFTVERUNREINIGUNGEN, GERÄUSCHE, ERSCHÜTTERUNGEN UND ÄHNLICHE VORGÄNGE; BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZ – BIMSchG, JEWELLS GÜLTIGE FASSUNG
- /7/ BUNDESMINISTERIUM DES INNEREN : TECHNISCHE ANLEITUNG ZUM SCHUTZ GEGEN LÄRM - TA LÄRM IN: GEMEINSAMES MINISTERIALBLATT NR. 26 (G 3191 A). 6. ALLGEMEINE VERWALTUNGsvORSCHRIFT ZUM BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ VOM 26. AUGUST 1998. BONN (D) : BUNDESMINISTERIUM DES INNEREN, 1998, ISSN-09394
- /8/ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): DÄMPFUNG DES SCHALLS BEI DER AUSBREITUNG IM FREIEN: TEIL 2 ALLGEMEINES BERECHNUNGSVERFAHREN. SEPTEMBER 1999 DIN ISO 9613-2. BERLIN (D): BEUTH VERLAG GMBH, 1999
- /9/ LÄNDERAUSSCHUSS FÜR IMMISSIONSSCHUTZ (LAI): HINWEIS ZUM SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ BEI WINDKRAFTANLAGEN (WKA). ÜBERARBEITETER ENTWURF VOM 17.03.2016 MIT ÄNDERUNGEN PHYSE VOM 23.06.2016, STAND 30.06.2016.
- /10/ DOKUMENTATION ZUR SCHALLAUSBREITUNG : INTERIMSVERFAHREN ZUR PROGNOSE DER GERÄUSCHIMMISSIONEN VON WINDKRAFTANLAGEN : FASSUNG 2015-05.01
- /11/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC): GENERAL REQUIREMENTS FOR THE COMPETENCE OF TESTING AND CALIBRATION LABORATORIES, ISO/IEC 17025:2017-11:2017, GENEVA (CH): IEC, 2017
- /12/ WIND-CONSULT GMBH (WICO): QMP 02: BESTIMMUNG DER SCHALL-EMISSION VON WEA. QM-PRÜFANWEISUNG UNVERÖFFENTLICHT. BARGESHAGEN (D), AKT. FASSUNG
- /13/ NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIALBLATT: 69. (74. JAHRGANG) : NUMMER 6. HANNOVER (D), 06.02.2019
- /14/ LANDKREIS LÜNEBURG – UMWELT: GENEHMIGUNGSBESCHEID, AKTENZEICHEN: 61-I1860001. LÜNEBURG (D), 21.07.2021
- /15/ LANDKREIS LÜNEBURG – UMWELT: ABHILFEBESCHEID, AKTENZEICHEN: 61-I1860001. LÜNEBURG (D), 07.04.2022
- /16/ ANEMOS GESELLSCHAFT FÜR UMWELTMETEOROLOGIE MBH: BESTIMMUNG DER SCHALLIMMISSIONEN VERURSACHT VON EINER WINDENERGIEANLAGE VOM TYP NORDEX N149/4.0-4.5 AM STANDORT SÜDERGELLERSEN II, BERICHTS-NR.: 15-100-7019603-Rev.00-SA-MK. REPPENSTEDT(D), 04.12.2019
- /17/ WIND CONSULT GMBH: WICO 068SE323 SCHALLTECHNISCHE MESSUNGEN IN EINEM WINDPARK BESTEHEND AUS EINER WINDENERGIEANLAGE (WEA) DES TYPs NORDEX N149/4.0-4.5 AM STANDORT SÜDERGELLERSEN II, NIEDERSACHSEN IM RAHMEN DER NACHWEISFÜHRUNG NACH BIMSchG /6/ UND TA LÄRM /7/. BARGESHAGEN (D), 17.01.2024

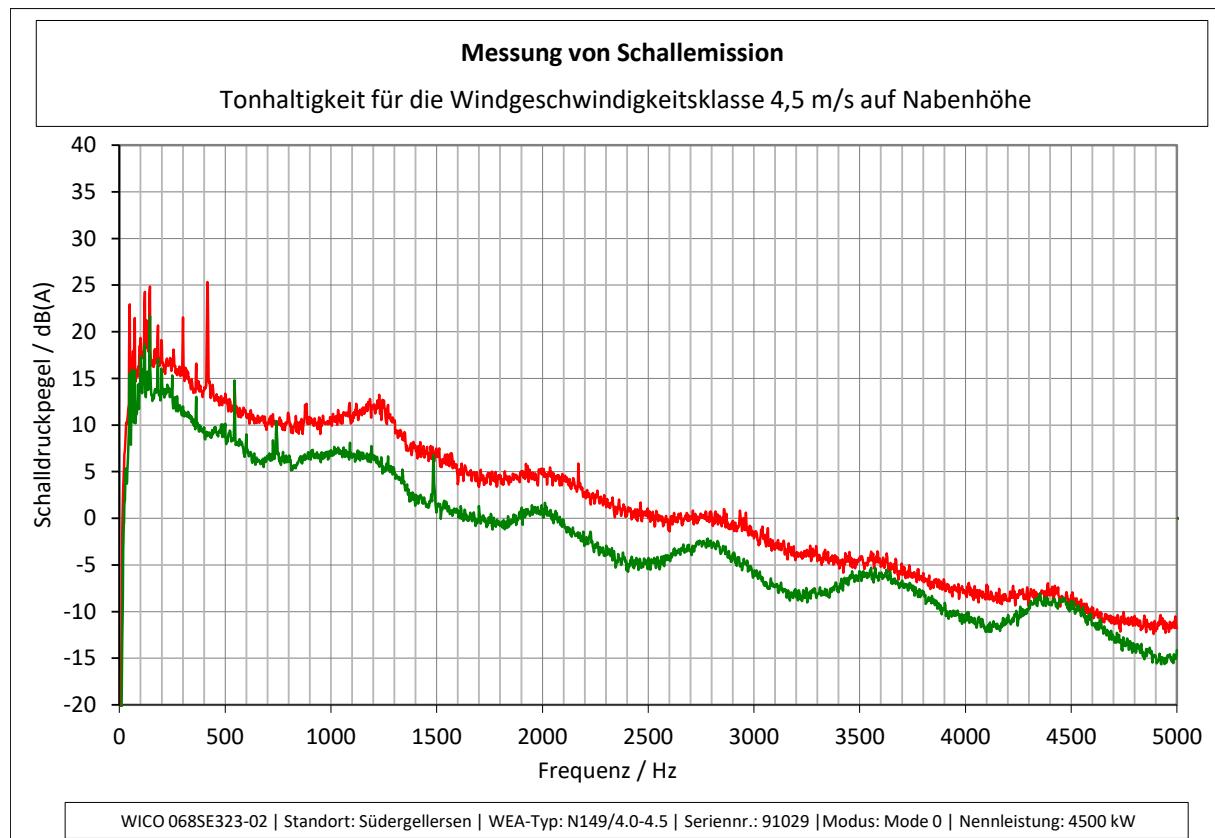
## 11 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

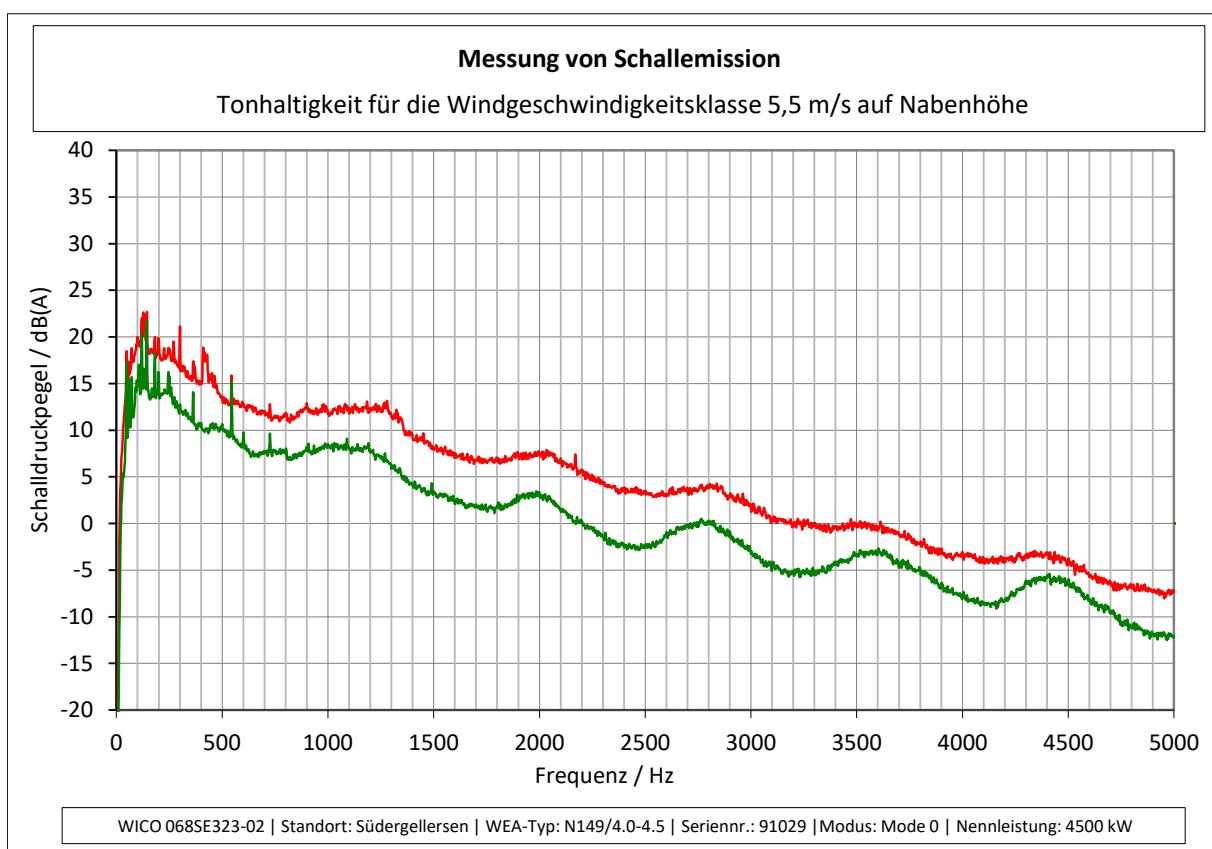
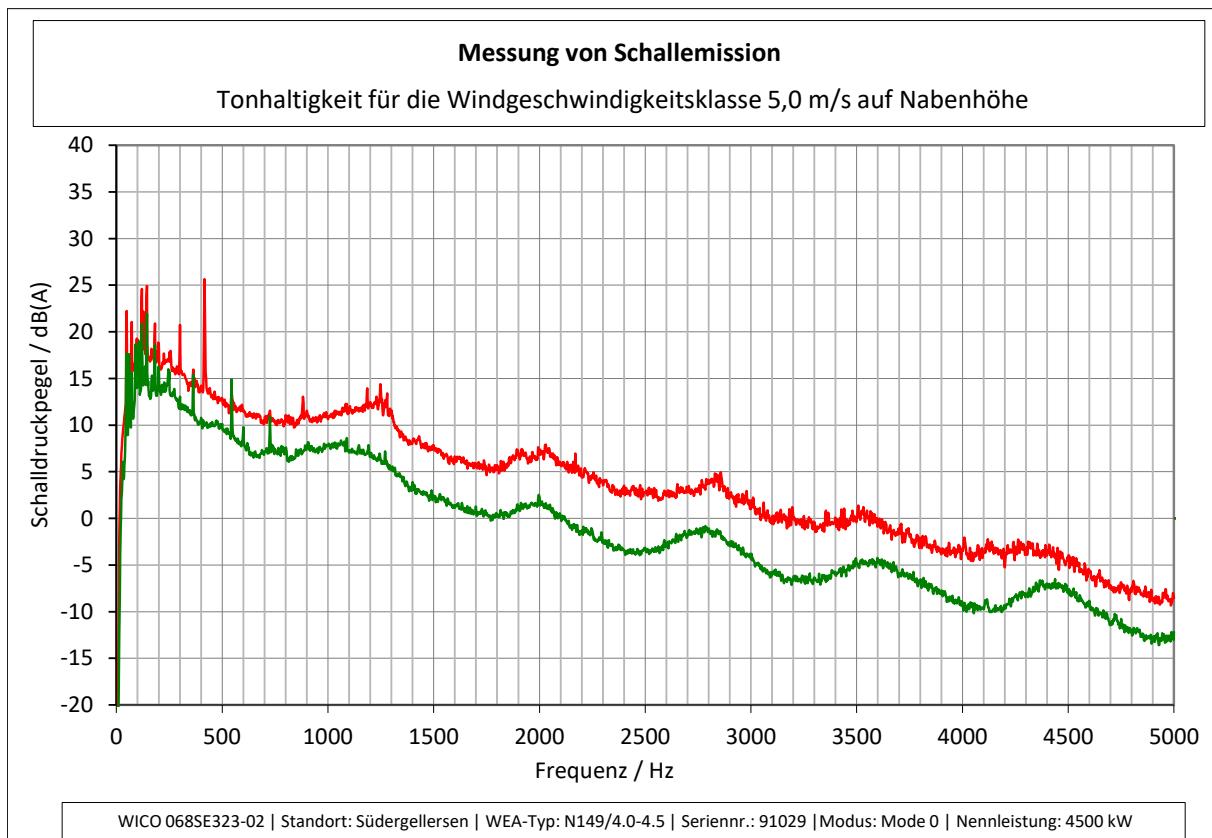
Symbol	Bezeichnung
WEA	Windenergieanlage
$b_f$	Turmdurchmesser am Turmfuß
BlmSChG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
DAkkS	Deutsche Akkreditierungsstelle
$d_R$	Rotordurchmesser
ETRS	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem
H	Nabenhöhe in Meter
$h_A$	Aufpunktthöhe des Mikrofons (relativ zur Höhe des Fundaments der WEA)
$h_{N,\text{total}}$	Nabenhöhe ü. G
I	Terzband
J	Messzeitintervall
K	Nummer der Windgeschwindigkeitsklasse
$KT_N$	Tonzuschlag im Nahbereich
$L_a$	frequenzabhängige Wahrnehmbarkeitsschwelle
$L_{i,j,k}$	Schalldruckpegel des Terzbandes $i$ des Messzeitintervalls $j$ in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{i,k}$	mittlere Schalldruckspektrum in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{pn,j,k}$	maskierendes Geräusch des Spektrums $j$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{pt,j,k}$	Tonpegel des Spektrums $j$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{V,B,i}$	abgeschätzte Schalldruckpegel des Fremdgeräusches im Terzband $i$ beim Mittenwert der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{V,B,i,k}$	A-bewerteter Schalldruckpegel des Fremdgeräusches im Terzband $i$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{V,c,i,k}$	bezüglich des Fremdgeräusches, allein von der WEA ausgehende A-bewerteter Schalldruckpegel im Terzband $i$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{V,T,i}$	abgeschätzte Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches im Terzband $i$ beim Mittenwert der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{V,T,i,k}$	A-bewerteter Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches im Terzband $i$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{WA,10m,k}$	immissionsrelevanter Schallleistungspegel der Windgeschwindigkeitsklasse $k$ in 10 m Höhe
$L_{WA,i,k}$	immissionsrelevanter Schallleistungspegel im Terzband $i$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$L_{WA,k}$	immissionsrelevanter Schallleistungspegel der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
N	Anzahl der Messwerte der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
NN	Normalnull
$P_k$	Wert der Leistungskennlinie in der Windgeschwindigkeitsklasse
$P_{\text{tol}}$	Toleranz des Leistungsmesswertes
$R_0$	Referenzmesspunkt
$R_1$	schräge Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon
$r_e$	Abstand zwischen Rotorflächenmittelpunkt und Turmmittelinie
$S_0$	Referenzfläche
$S_{Li,k}$	Standardunsicherheit des mittleren Schalldruckpegels des Terzbandes $i$ in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$

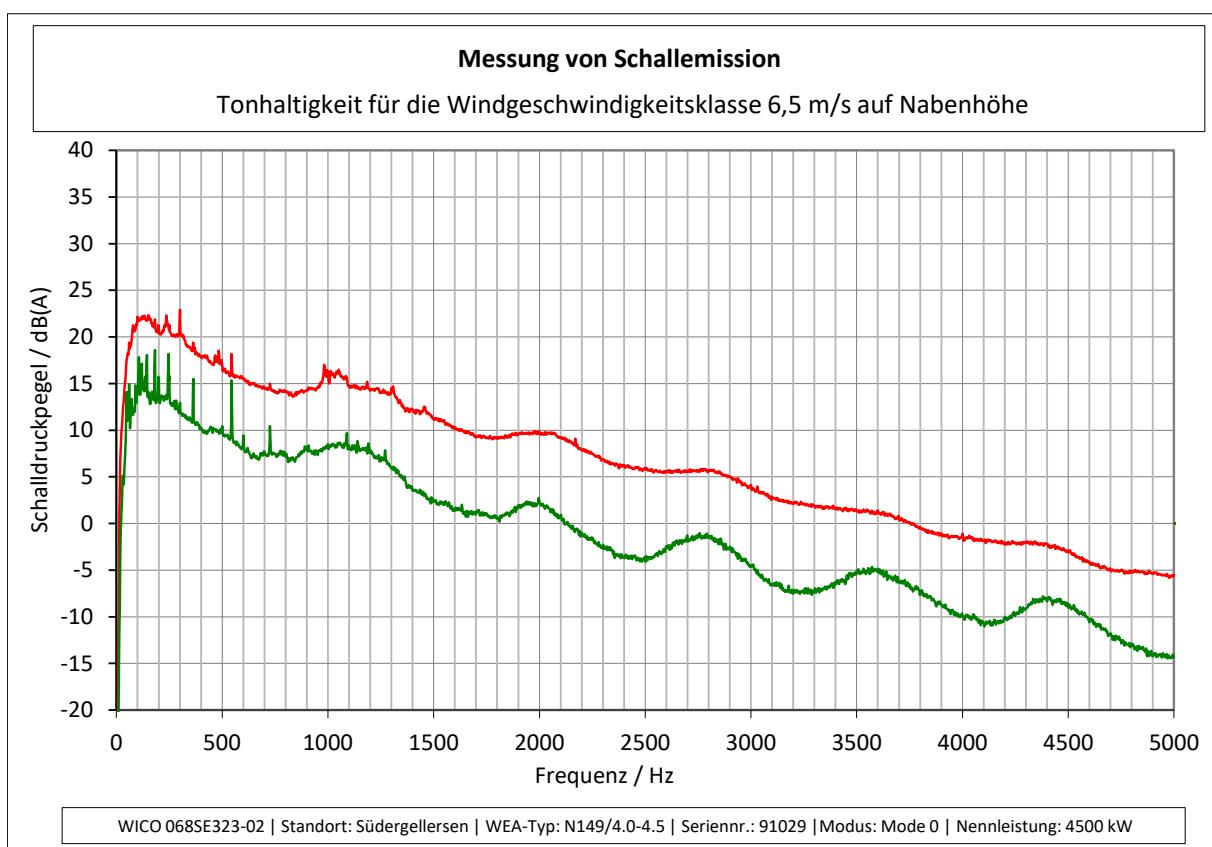
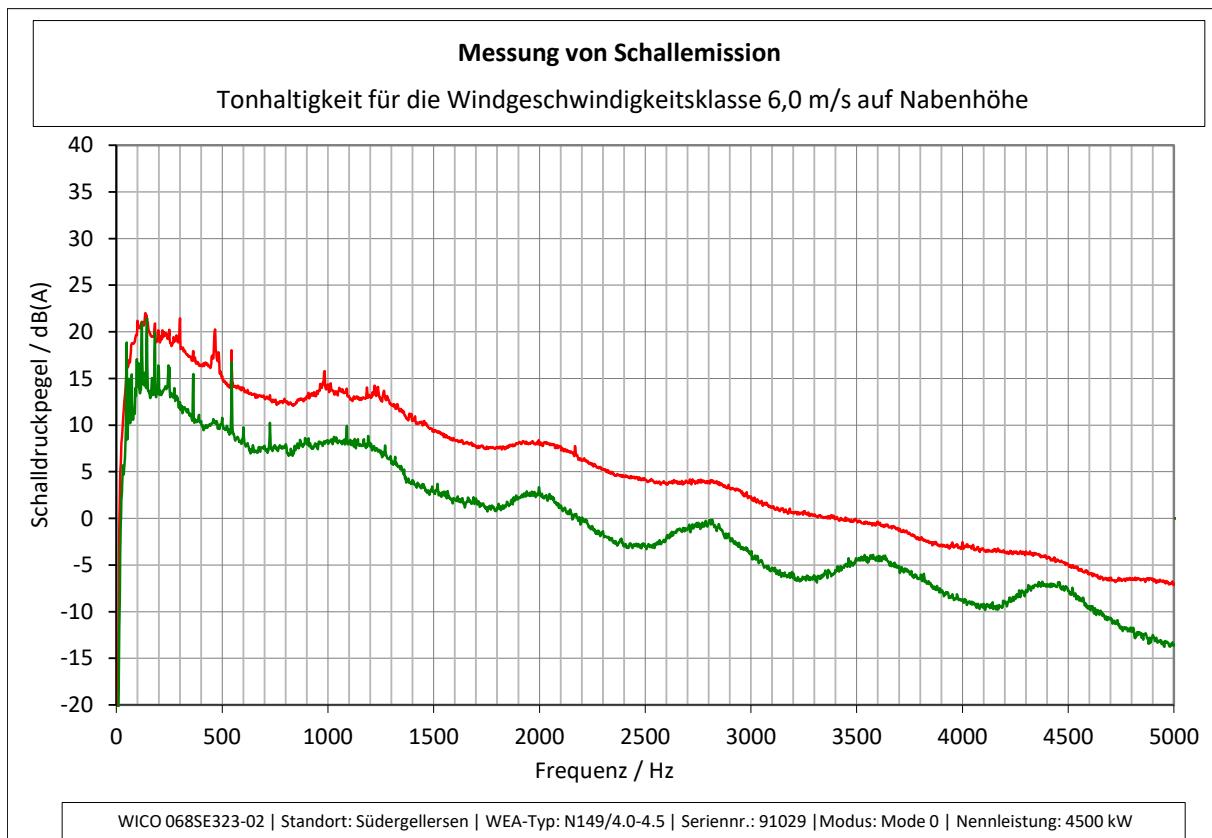
Symbol	Bezeichnung
$S_{v,k}$	Standardunsicherheit der mittleren Windgeschwindigkeit in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
ü.G.	über Grund
$u_A$	statistische Messunsicherheit Typ A
$u_B$	systematische Messunsicherheit Typ B
$u_C$	Gesamtmessunsicherheit
$u_{C,i,k}$	Gesamtunsicherheit im Terzband $i$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$u_{com,V,k,B}$	Kombinierte Standardunsicherheit der Windgeschwindigkeit des Fremdgeräusches in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$u_{com,V,k,T}$	Kombinierte Standardunsicherheit der Windgeschwindigkeit des Gesamtgeräusches in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$u_{Li,j,k}$	kombinierte Standardunsicherheit des Typs B des mittleren Schalldruckpegels des Terzbandes $i$ für jedes Messzeitintervall $j$
$u_{Li,k}$	Standardunsicherheit Typ B des mittleren Schalldruckpegels des Terzbandes $i$ in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$u_{LV,B,i}$	Standardunsicherheit der berechneten Schalldruckpegel des Fremdgeräusches im Terzband $i$ beim Mittenwert der Windgeschwindigkeitsklasse
$u_{LV,T,i}$	Standardunsicherheit des berechneten Schalldruckpegels des Gesamtgeräusches im Terzband $i$ beim Mittenwert der Windgeschwindigkeitsklasse
$u_{LWA,k}$	korrelierte Messunsicherheit des immissionsrelevanten Schallleistungspegels der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
UTM	Universal Transverse Mercator
$u_{v,k}$	kombinierte Standardunsicherheit des Typs B der mittleren Windgeschwindigkeit für jedes Messzeitintervall $j$
$u_{v,k}$	Standardunsicherheit Typ B der mittleren Windgeschwindigkeit in der Windgeschwindigkeitsklasse
$V_{10m}$	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe
$V_{i,k}$	mittlere Windgeschwindigkeit für das Messzeitintervall $j$ in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$V_k$	mittlere Windgeschwindigkeit der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$V_{k,B}$	mittlere Windgeschwindigkeit des Fremdgeräusches in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$V_{k,T}$	mittlere Windgeschwindigkeit des Gesamtgeräusches in der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$V_{Nabe}$	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
$z_0$	Rauhigkeitslänge
$\Delta L_{a,j,k}$	tonale Wahrnehmbarkeit für jedes Spektrum $j$ der Windgeschwindigkeitsklasse $k$ ;
$\Delta L_{a,j,k}$	Anzahl der Töne gleichen Ursprungs
$\Delta L_{a,k}$	tonale Wahrnehmbarkeit der Windgeschwindigkeitsklasse $k$
$\Delta L_{tn,j,k}$	Tonhaltigkeit

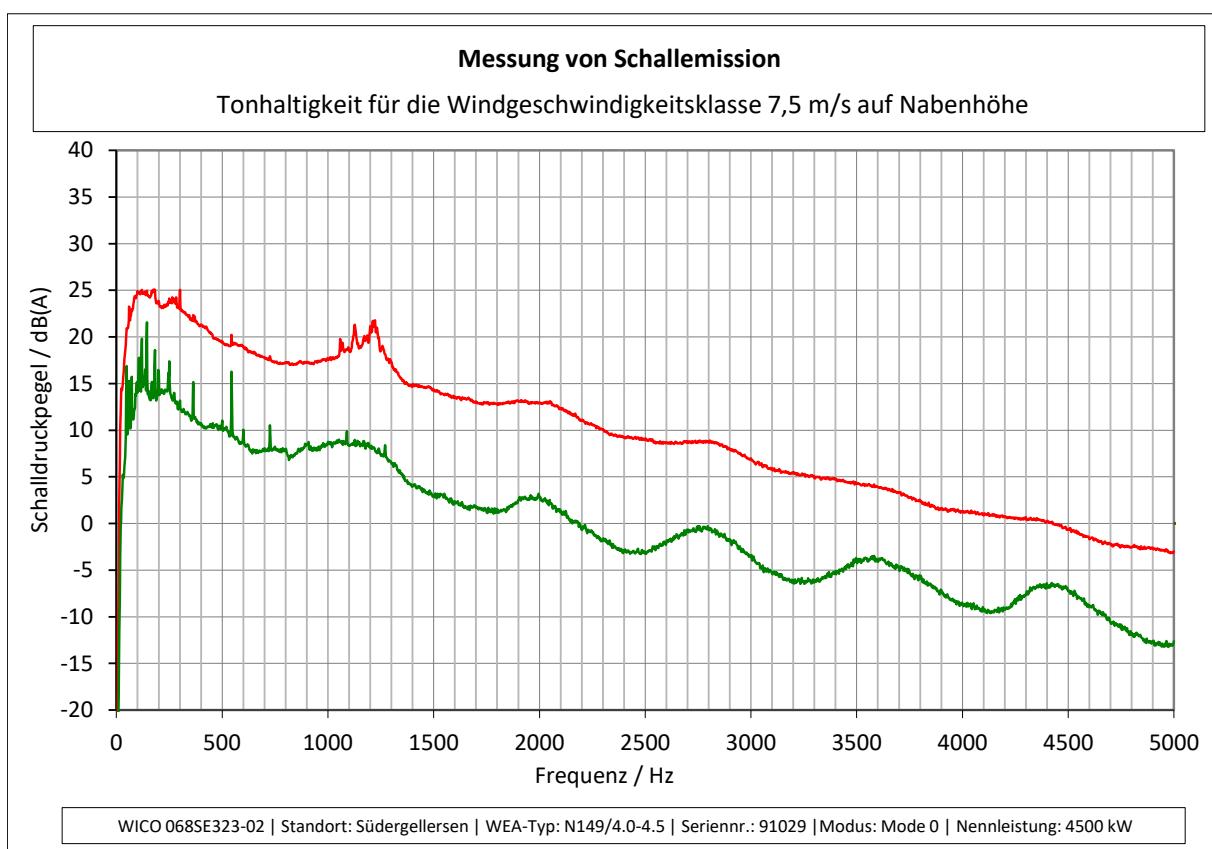
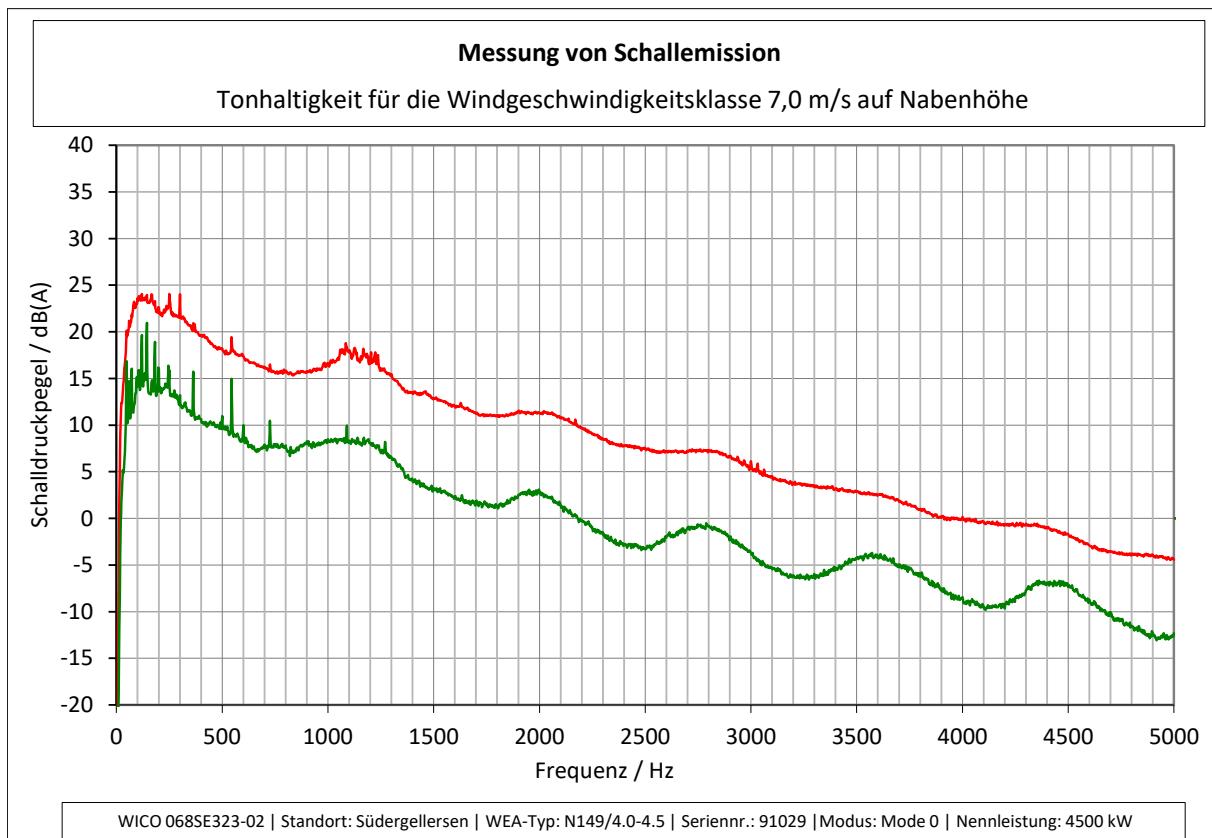
## 12 Anhänge

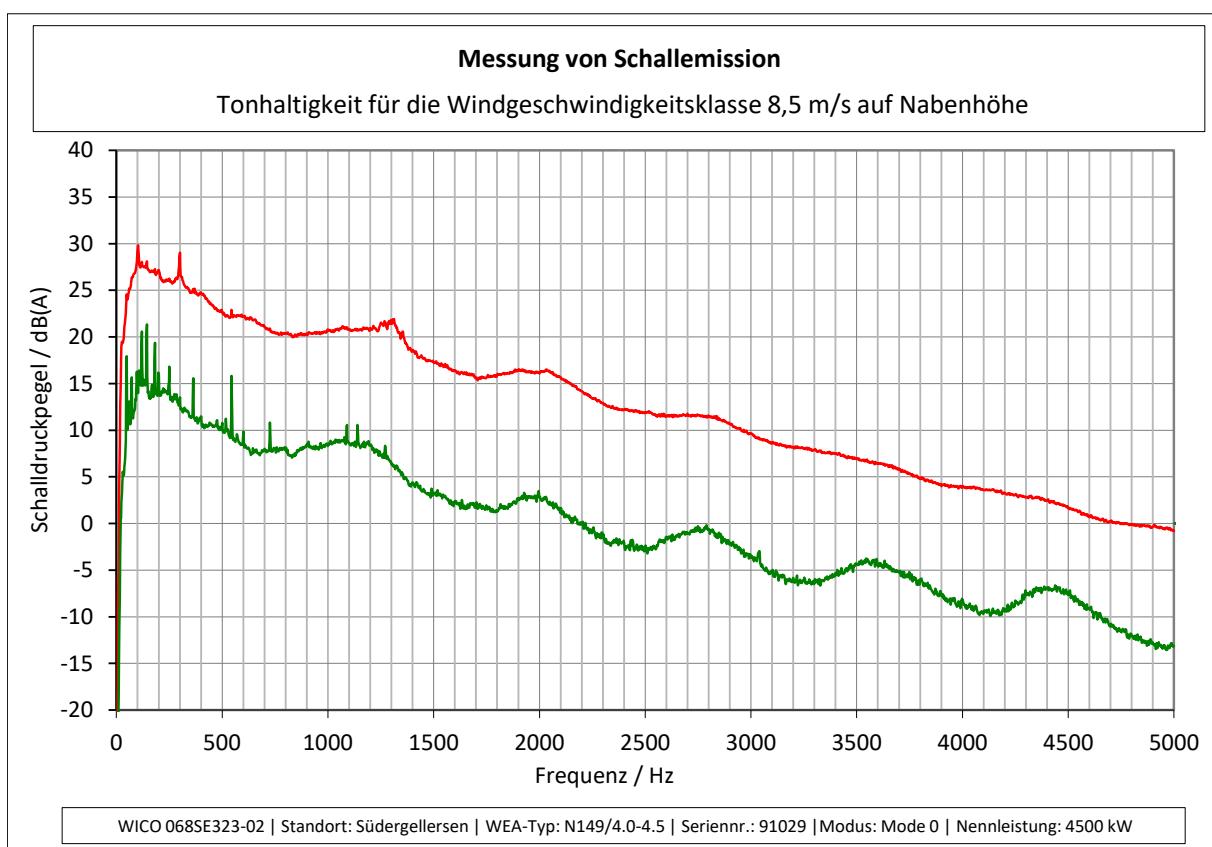
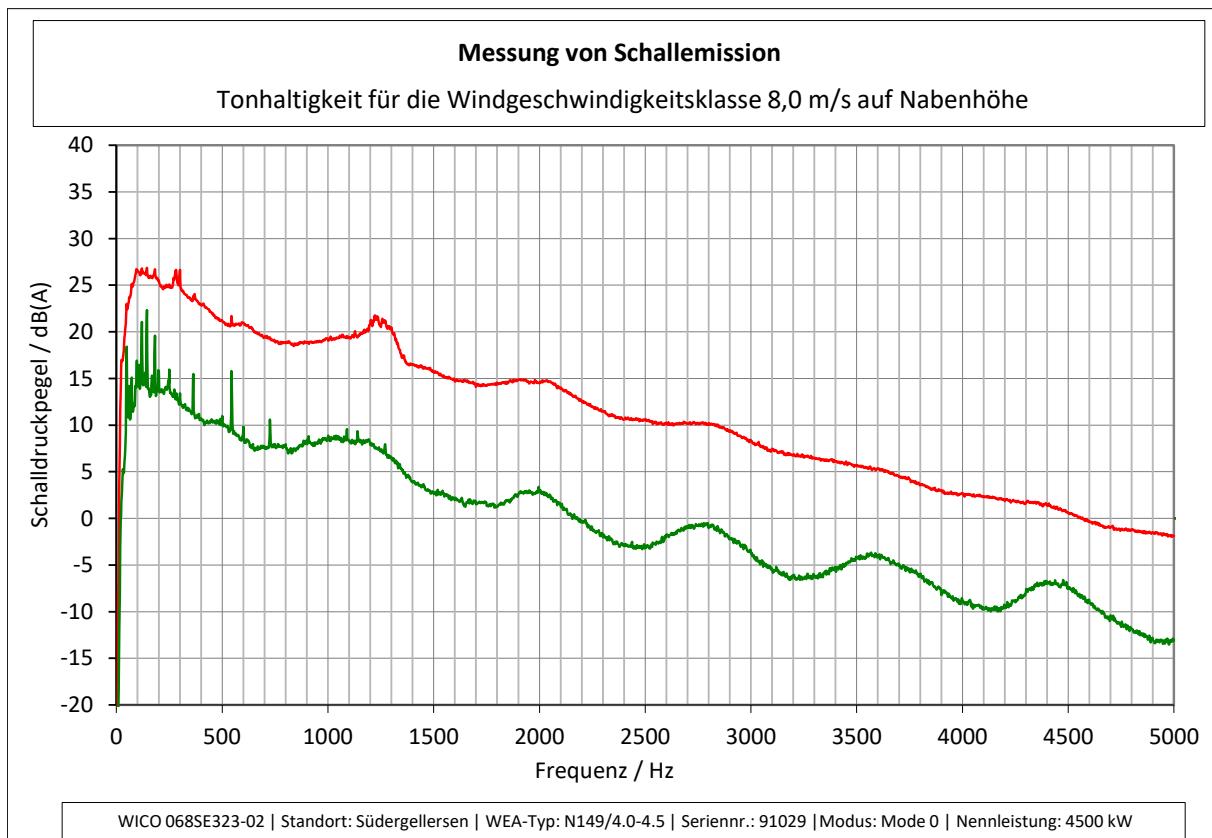
### 12.1 Schmalbandspektren zur Tonauswertung

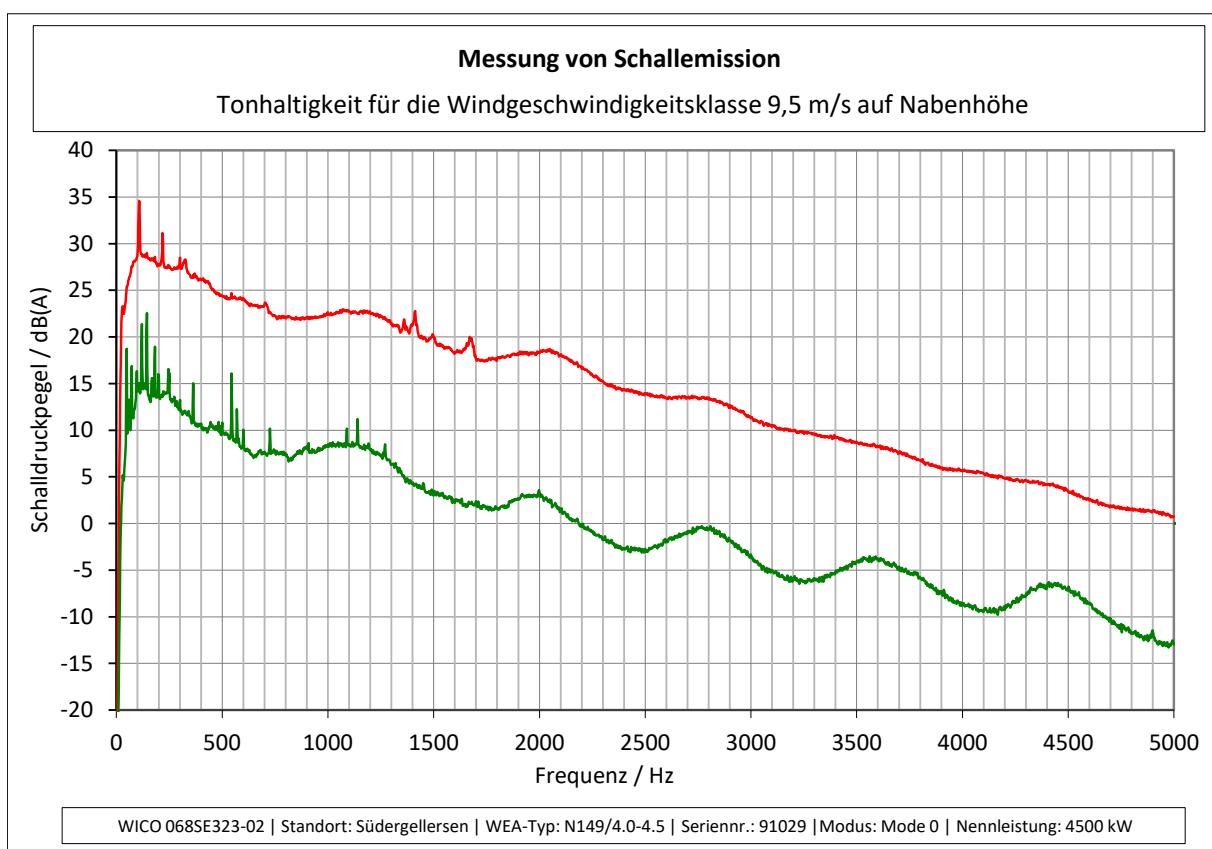
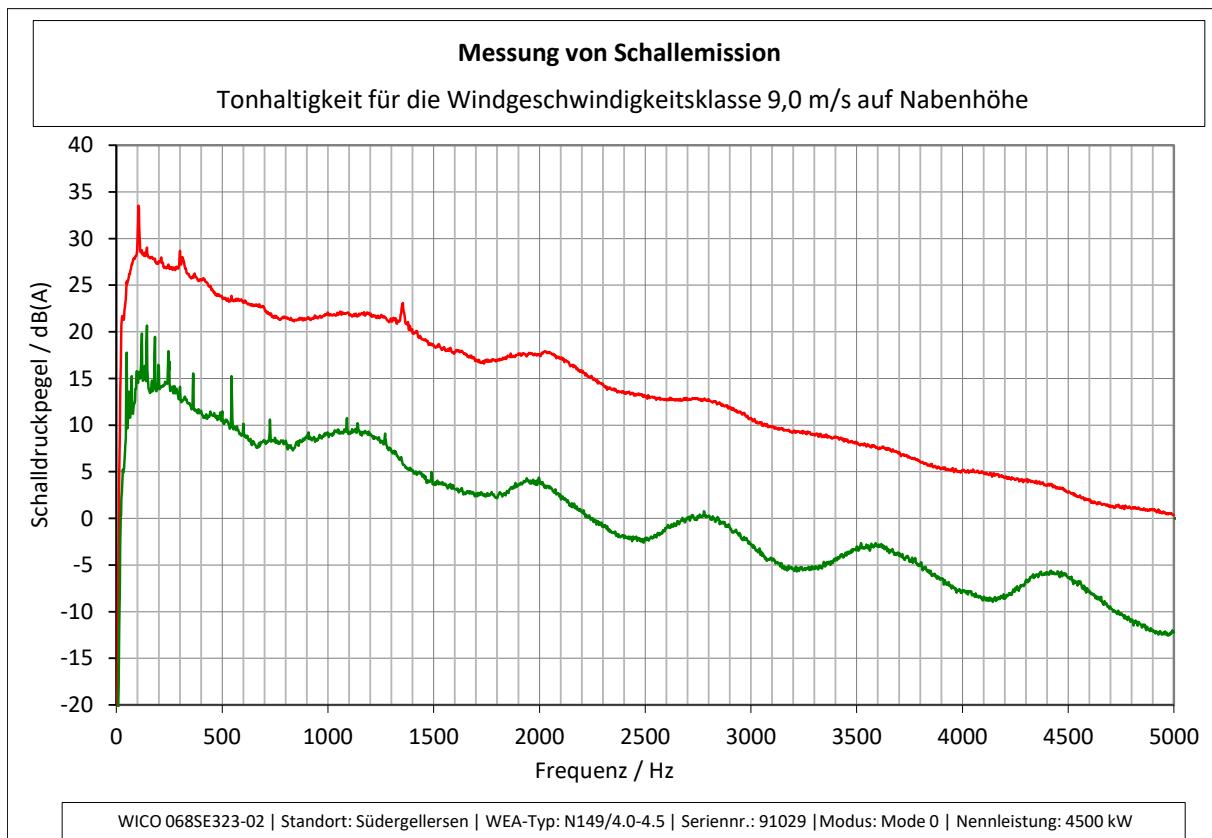


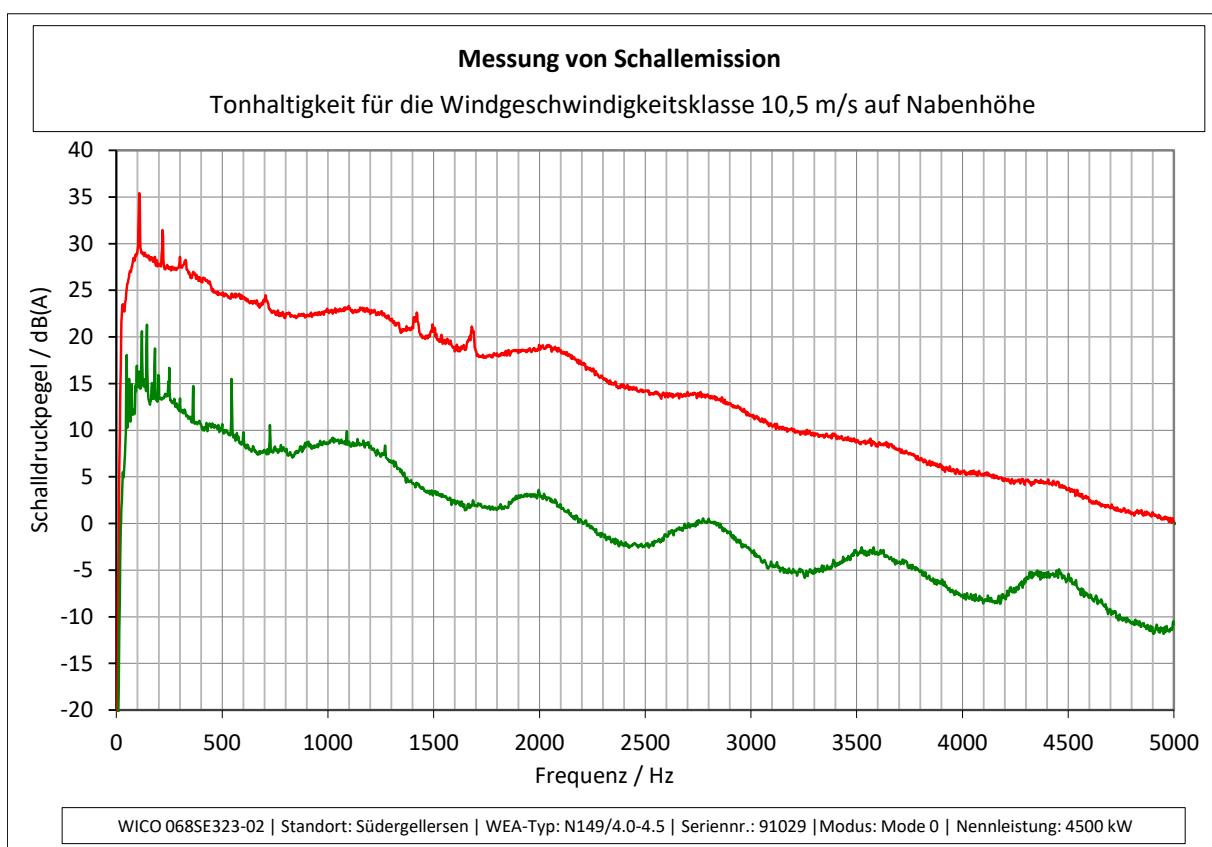
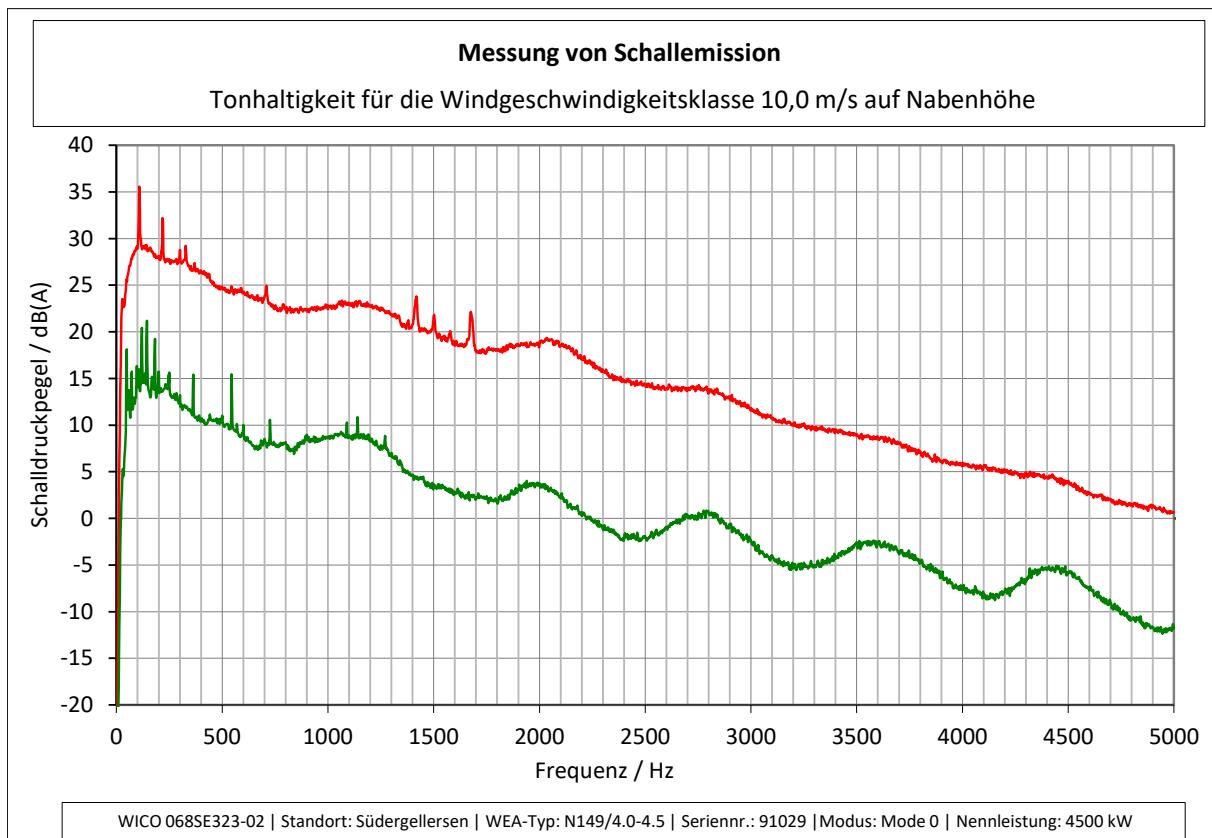


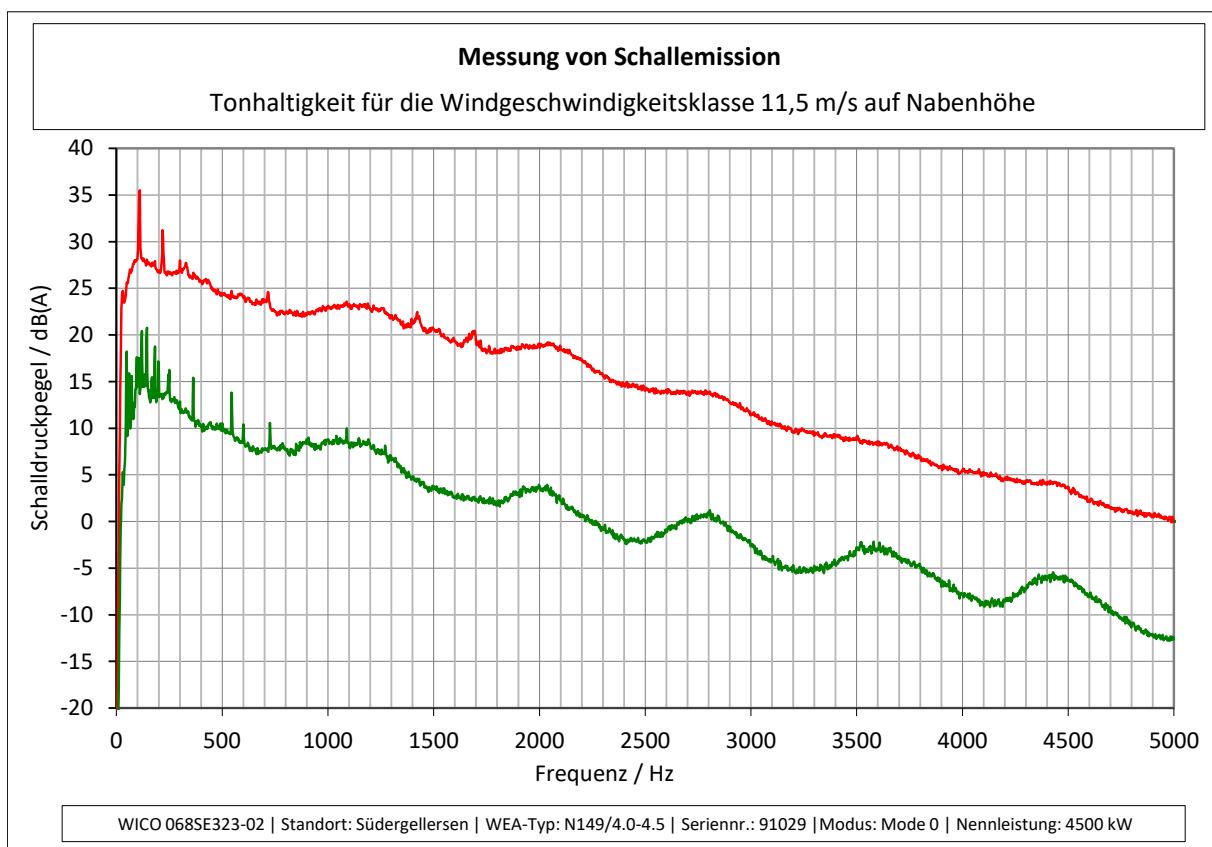
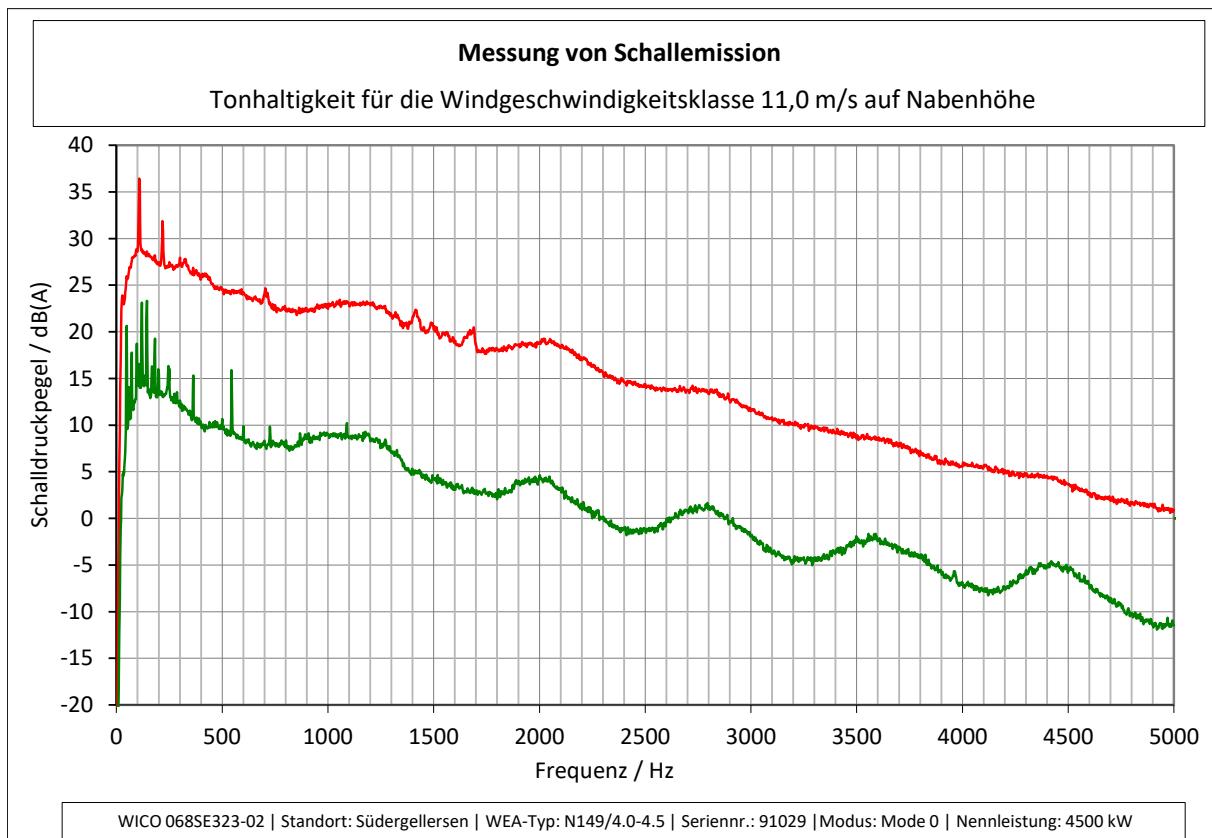


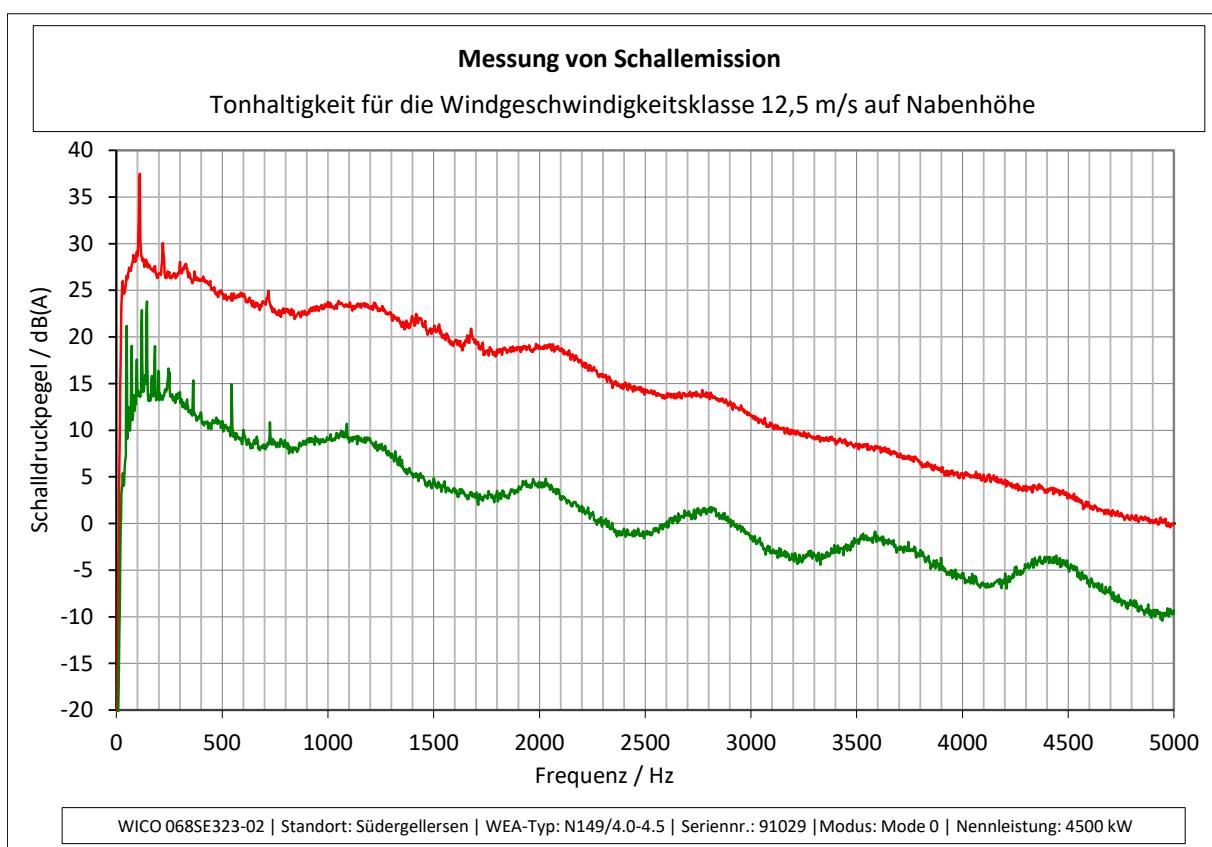
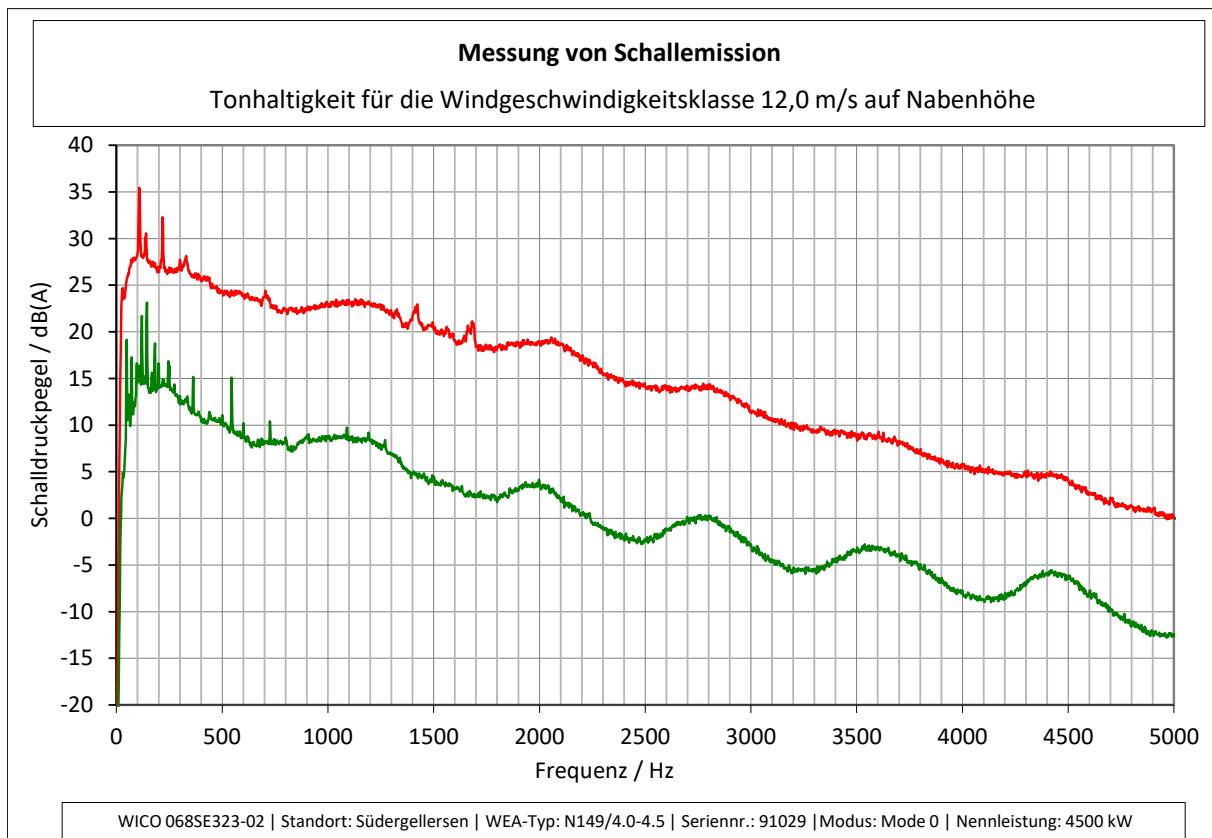


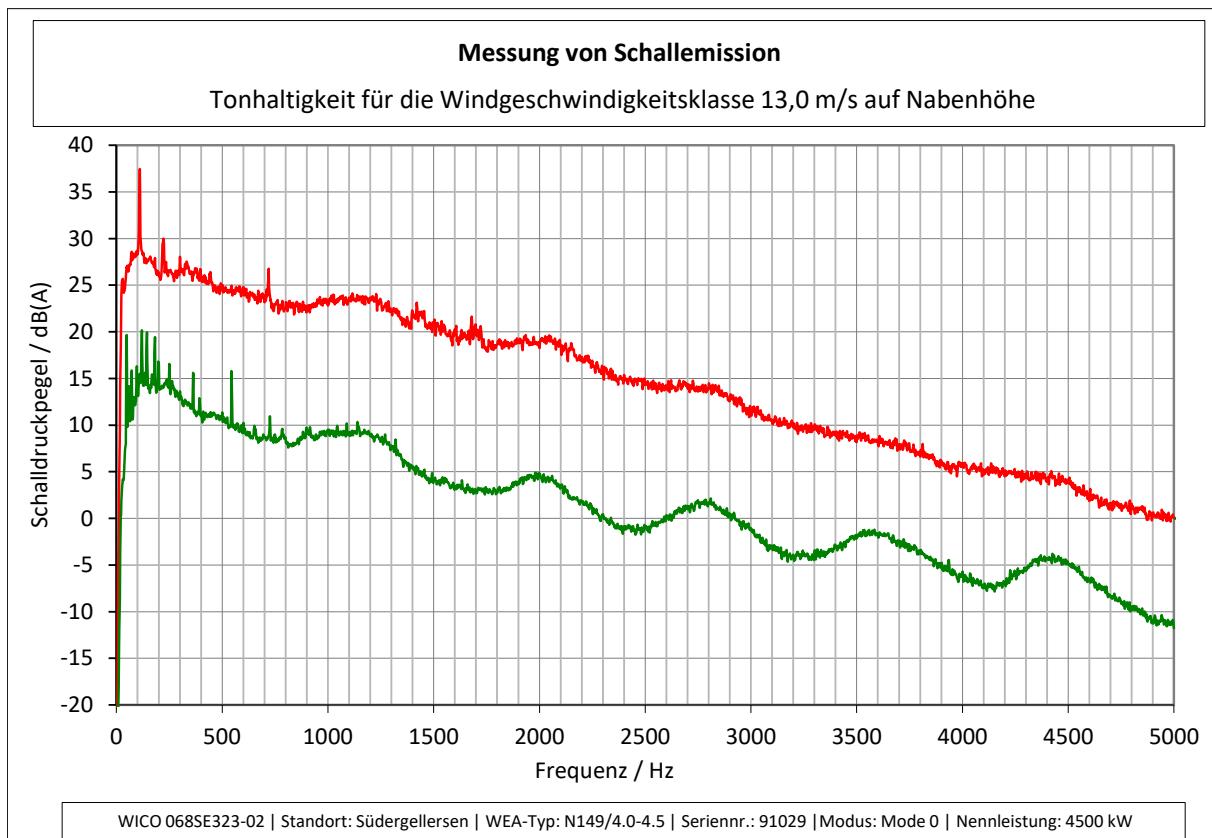












## 12.2 Tonauswertung Details

Zur besseren Lesbarkeit werden die nachfolgend dargestellten Schalldruckpegel mit einer Dezimalstelle angegeben.

Die sich aus den Einzelergebnissen ergebenen Gesamtergebnisse der tonalen Wahrnehmbarkeiten basieren auf Schalldruckpegeln mit mehr als einer Dezimalstelle und können somit unter Umständen nicht aus den nachfolgend Dargestellten Werten ermittelt werden. Die Einzelergebnisse mit mehr als einer Dezimalstelle können auf Anfrage nachgereicht werden.

**Messung von Schallemission**  
Tonhaltigkeit für die Windgeschwindigkeitsklasse 5,0 m/s auf Nabenhöhe

j	f <sub>c,j</sub>	Δf <sub>j</sub>	f <sub>1,j</sub>	f <sub>2,j</sub>	N <sub>j</sub>	N <sub>M,j</sub>	N <sub>T,j</sub>	N <sub>N,j</sub>	L <sub>pn,avg,j</sub>	L <sub>pt,j</sub>	ΔL <sub>tn,j</sub>	L <sub>a,j</sub>	L <sub>a,j</sub>	ΔL <sub>a,j</sub>	K <sub>TN,j</sub>
	Hz	Hz	Hz	Hz	-	-	-	-	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	120	101	69	171	51	49	1	1	18,8	25,3	34,0	-8,7	-2,0	-6,7	0
2	120	101	69	171	51	47	3	1	17,9	28,5	33,2	-4,6	-2,0	-2,6	0
3	120	101	69	171	51	46	3	2	17,5	28,0	32,8	-4,8	-2,0	-2,8	0
4	144	101	93	195	51	48	2	1	18,4	26,4	33,7	-7,3	-2,0	-5,2	0
5	120	101	69	171	51	47	3	1	17,7	28,0	33,0	-5,0	-2,0	-3,0	0
6	120	101	69	171	51	47	3	1	18,0	28,4	33,3	-4,9	-2,0	-2,9	0

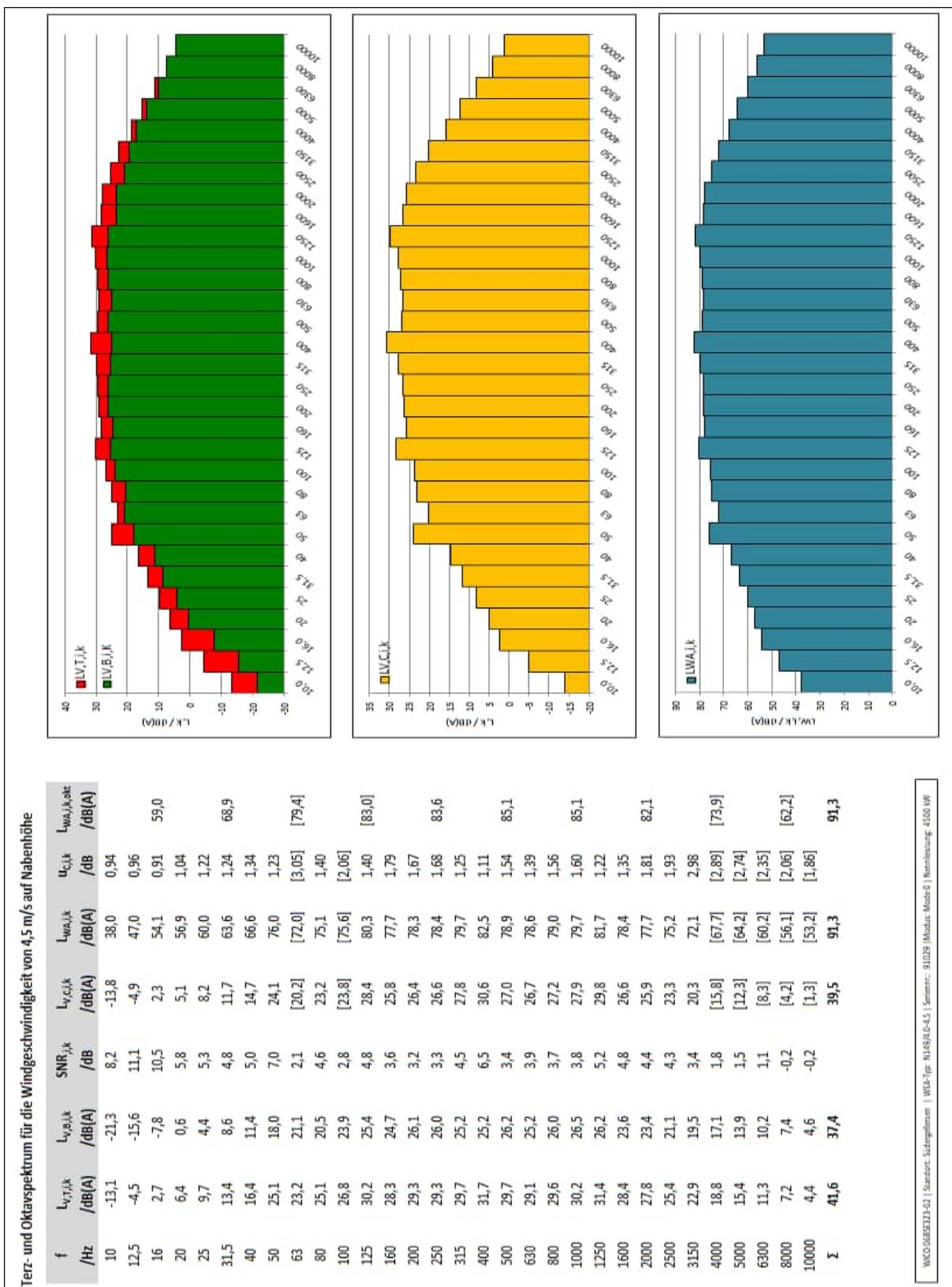
WICO 068SE323-02 | Standort: Südergellersen | WEA-Typ: N149/4.0-4.5 | Seriennr.: 91029 | Modus: Mode 0 | Nennleistung: 4500 kW

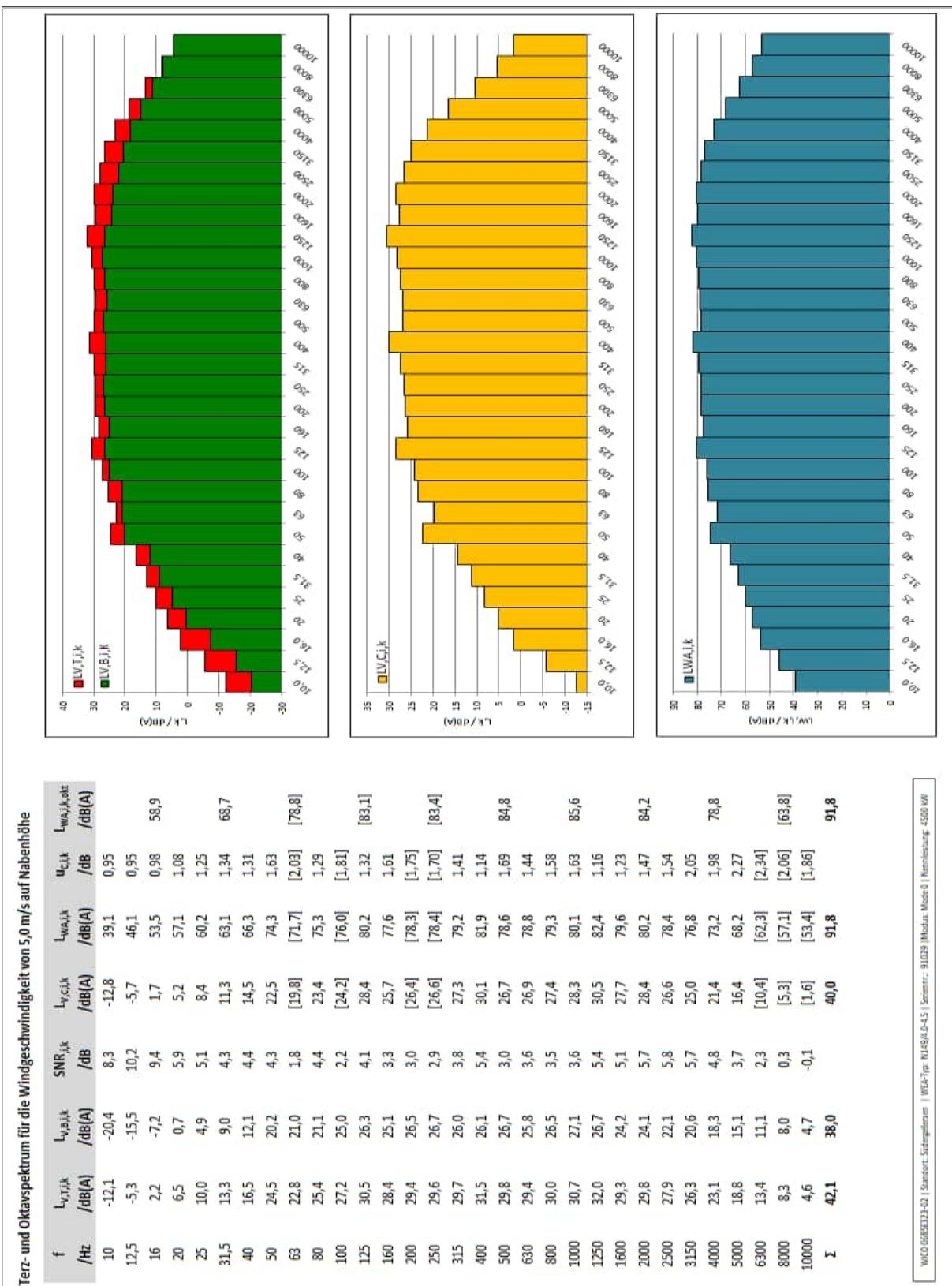
**Messung von Schallemission**  
Tonhaltigkeit für die Windgeschwindigkeitsklasse 12,5 m/s auf Nabenhöhe

j	f <sub>c,j</sub>	Δf <sub>j</sub>	f <sub>1,j</sub>	f <sub>2,j</sub>	N <sub>j</sub>	N <sub>M,j</sub>	N <sub>T,j</sub>	N <sub>N,j</sub>	L <sub>pn,avg,j</sub>	L <sub>pt,j</sub>	ΔL <sub>tn,j</sub>	L <sub>a,j</sub>	L <sub>a,j</sub>	ΔL <sub>a,j</sub>	K <sub>TN,j</sub>
	Hz	Hz	Hz	Hz	-	-	-	-	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	106	101	56	156	51	48	3	0	26,0	37,7	41,2	-3,6	-2,0	-1,5	0
2	110	101	60	160	51	49	1	1	27,8	35,0	43,0	-8,0	-2,0	-6,0	0
3	110	101	60	160	51	49	2	0	27,7	38,3	43,0	-4,7	-2,0	-2,7	0
4	106	101	56	156	51	50	1	0	29,1	35,5	44,4	-8,8	-2,0	-6,8	0
5	108	101	58	158	51	49	2	0	28,2	38,2	43,5	-5,3	-2,0	-3,3	0
6	108	101	58	158	51	49	2	0	27,7	36,7	42,9	-6,2	-2,0	-4,2	0
7	110	101	60	160	51	48	3	0	26,5	39,3	41,8	-2,5	-2,0	-0,5	0
8	110	101	60	160	51	48	2	1	29,2	39,6	44,5	-4,9	-2,0	-2,9	0
9	106	101	56	156	51	48	2	1	28,9	38,2	44,1	-6,0	-2,0	-3,9	0
10	110	101	60	160	51	48	2	1	29,6	38,6	44,8	-6,3	-2,0	-4,3	0
11	110	101	60	160	51	48	3	0	27,8	42,7	43,0	-0,4	-2,0	1,7	1
12	110	101	60	160	51	48	3	0	27,9	40,4	43,2	-2,8	-2,0	-0,8	0
13	108	101	58	158	51	49	1	1	29,3	36,1	44,6	-8,5	-2,0	-6,5	0
14	110	101	60	160	51	48	3	0	28,5	41,4	43,8	-2,4	-2,0	-0,3	0

WICO 068SE323-02 | Standort: Südergellersen | WEA-Typ: N149/4.0-4.5 | Seriennr.: 91029 | Modus: Mode 0 | Nennleistung: 4500 kW

## 12.3 Terz- und Oktavspektren in Nabenhöhe

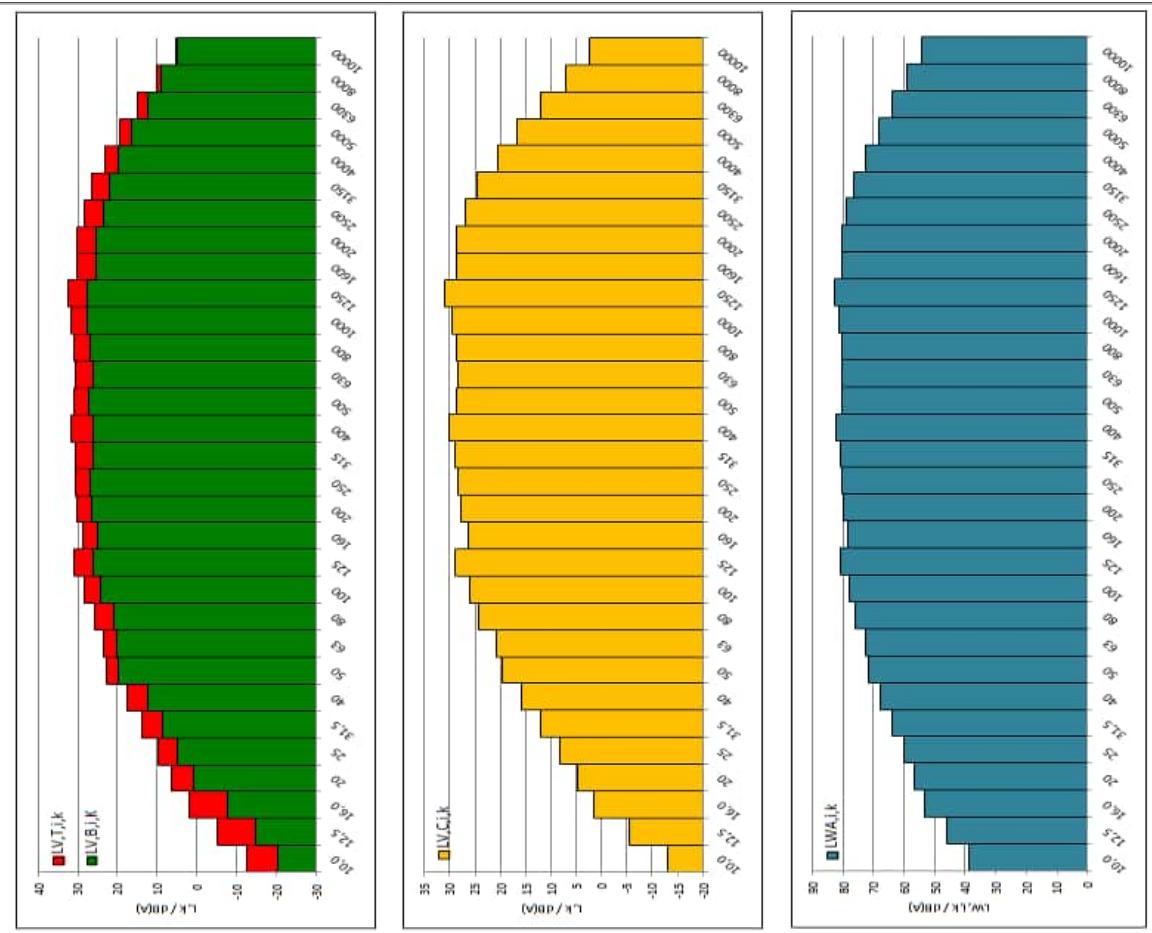


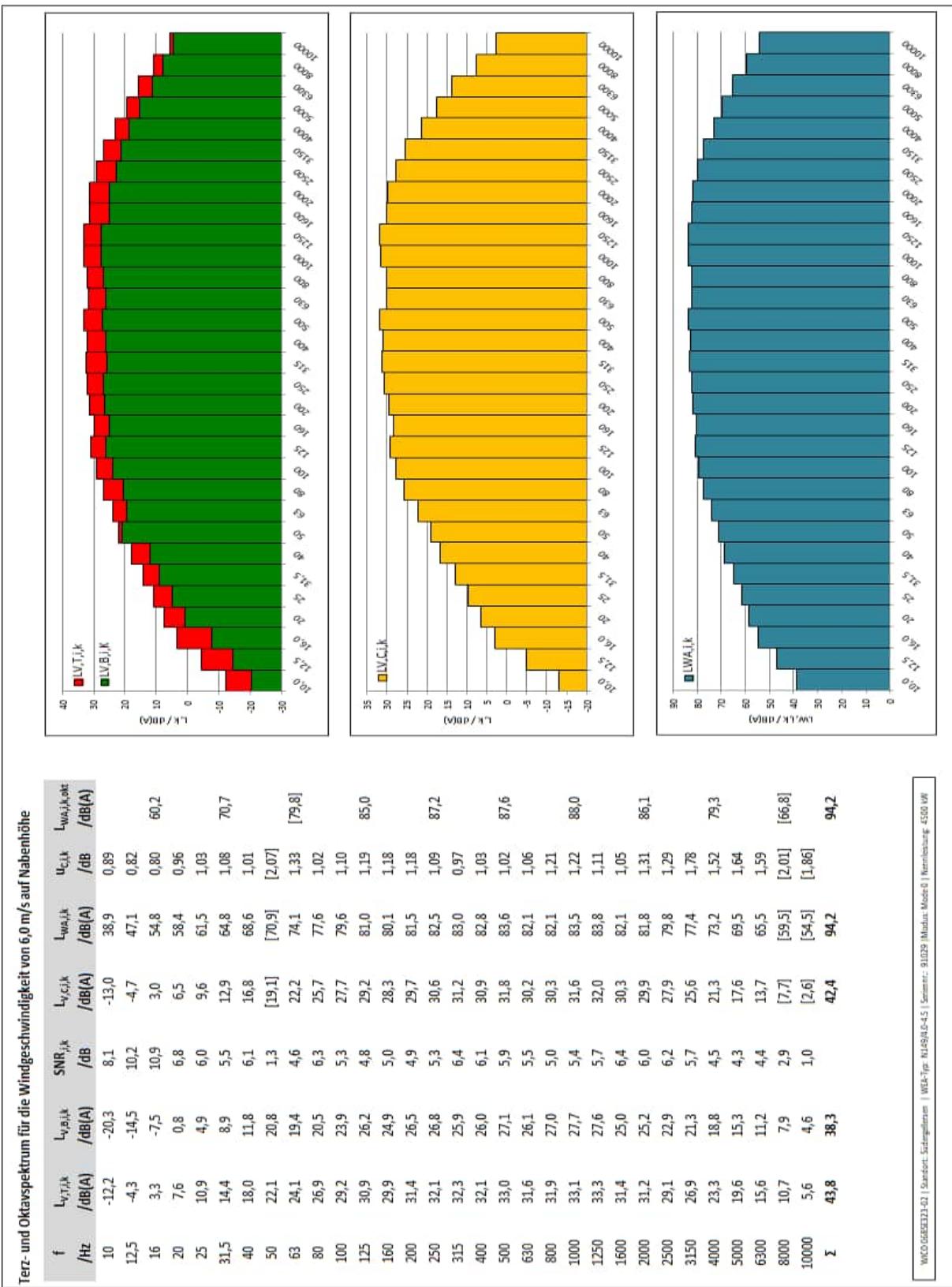


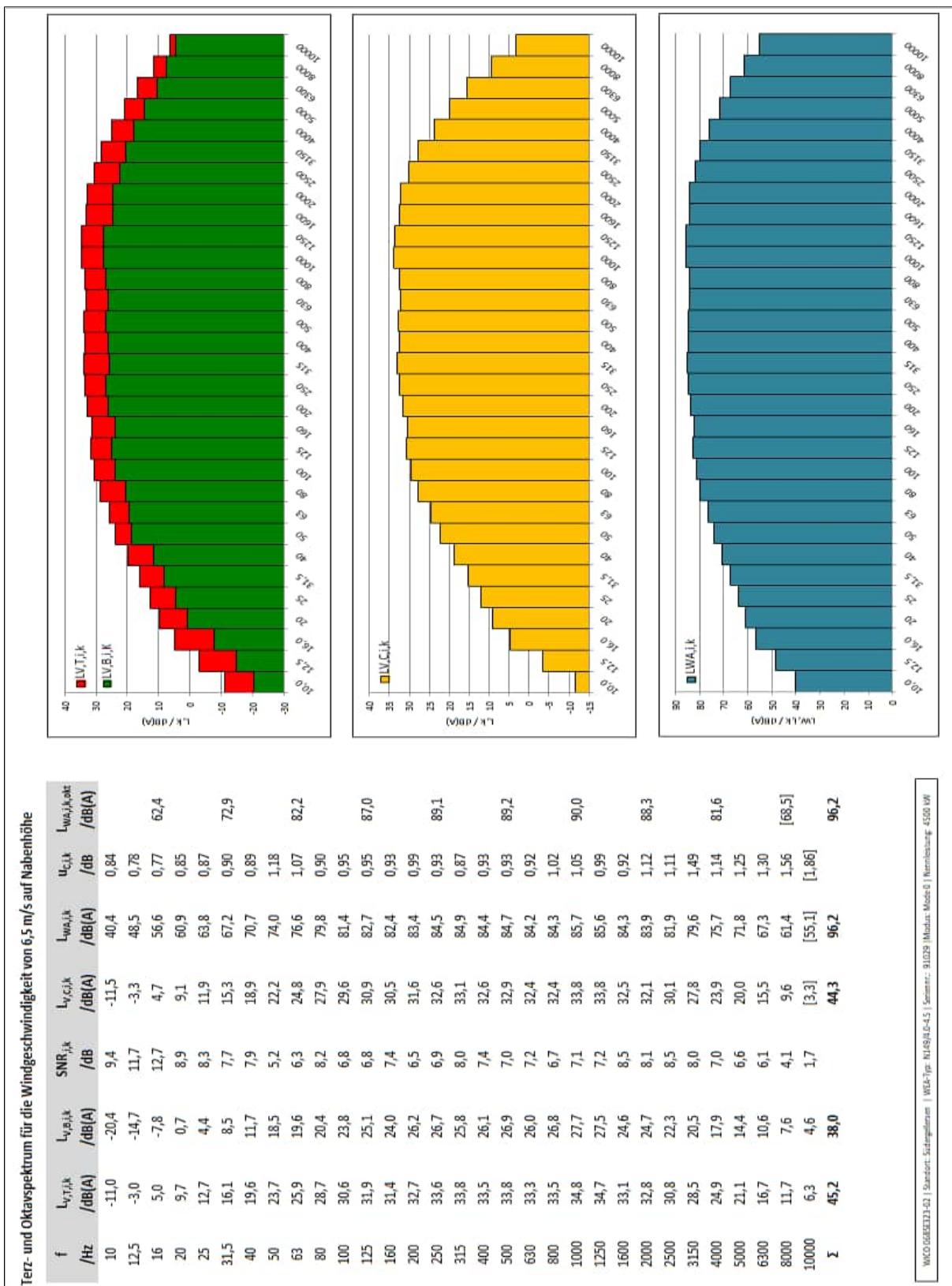
WICOG068SE323-02 | Sanction: Schallgeräum | WEC-100-N145/4-5 | Semester: 9/029 | Modell: Modell 0 | Nettoleistung: 4500 kW

Terz- und Oktavspektrum für die Windgeschwindigkeit von 5,5 m/s auf Nabenhöhe

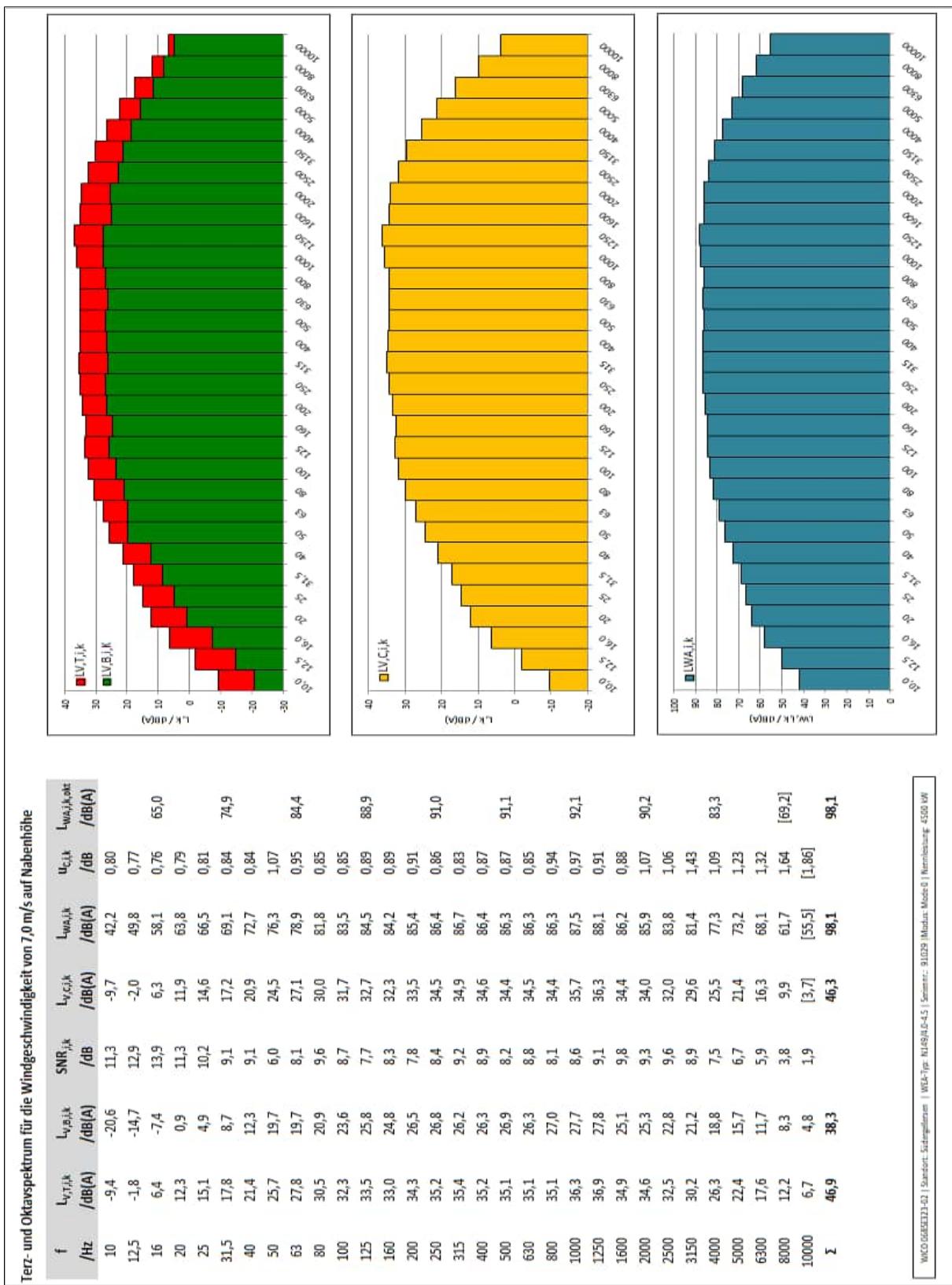
$f$ /Hz	$L_{V,T,i,k}$ /dB(A)	$L_{V,O,i,k}$ /dB(A)	$SNR_{j,k}$ /dB	$L_{V,C,i,k}$ /dB(A)	$L_{W,A,i,k}$ /dB(A)	$U_{C,i,k}$ /dB	$L_{W,A,i,k,ent}$ /dB(A)
10	-12,4	-20,4	8,0	-13,2	38,7	0,95	
12,5	-5,1	-14,6	9,5	-5,6	46,2	0,86	
16	2,1	-7,5	9,6	1,6	53,5	0,86	58,7
20	6,4	1,0	5,4	4,9	56,7	1,12	
25	9,9	4,9	5,0	8,3	60,1	1,25	
31,5	13,8	8,9	4,9	12,1	63,9	1,24	69,8
40	17,4	12,2	5,2	15,9	67,7	1,19	
50	22,8	19,9	2,8	[19,7]	[71,6]	[2,17]	[78,6]
63	23,5	20,2	3,3	20,7	72,6	1,89	
80	25,9	21,0	4,9	24,2	76,0	1,21	
100	28,2	24,1	4,1	26,1	77,9	1,34	
125	30,9	26,3	4,7	29,1	81,0	1,24	84,1
160	28,8	25,1	3,8	26,5	78,3	1,51	
200	30,3	26,5	3,8	27,9	79,8	1,43	
250	30,8	26,9	3,9	28,5	80,3	1,39	85,1
315	30,7	26,0	4,8	29,0	80,8	1,18	
400	31,6	26,0	5,6	30,3	82,1	1,10	
500	30,9	27,1	3,8	28,6	80,4	1,40	85,8
630	30,5	26,2	4,3	28,5	80,3	1,29	
800	30,9	26,9	4,0	28,7	80,5	1,46	
1000	31,7	27,6	4,1	29,5	81,3	1,53	86,4
1250	32,5	27,6	5,0	30,9	82,7	1,26	
1600	30,3	25,3	5,0	28,6	80,5	1,28	
2000	30,4	25,5	4,9	28,7	80,5	1,57	84,7
2500	28,4	23,4	5,0	26,8	78,6	1,55	
3150	26,6	22,1	4,5	24,7	76,5	2,16	
4000	23,2	19,8	3,4	20,6	72,4	2,09	78,4
5000	19,6	16,5	3,1	16,6	68,5	2,40	
6300	15,1	12,5	2,6	[12,1]	[63,9]	[2,31]	
8000	10,2	8,9	1,3	[7,2]	[59,0]	[2,13]	[65,5]
10000	5,4	5,0	0,4	[2,4]	[54,3]	[1,88]	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>42,8</b>	<b>38,4</b>			<b>92,7</b>	<b>40,8</b>	



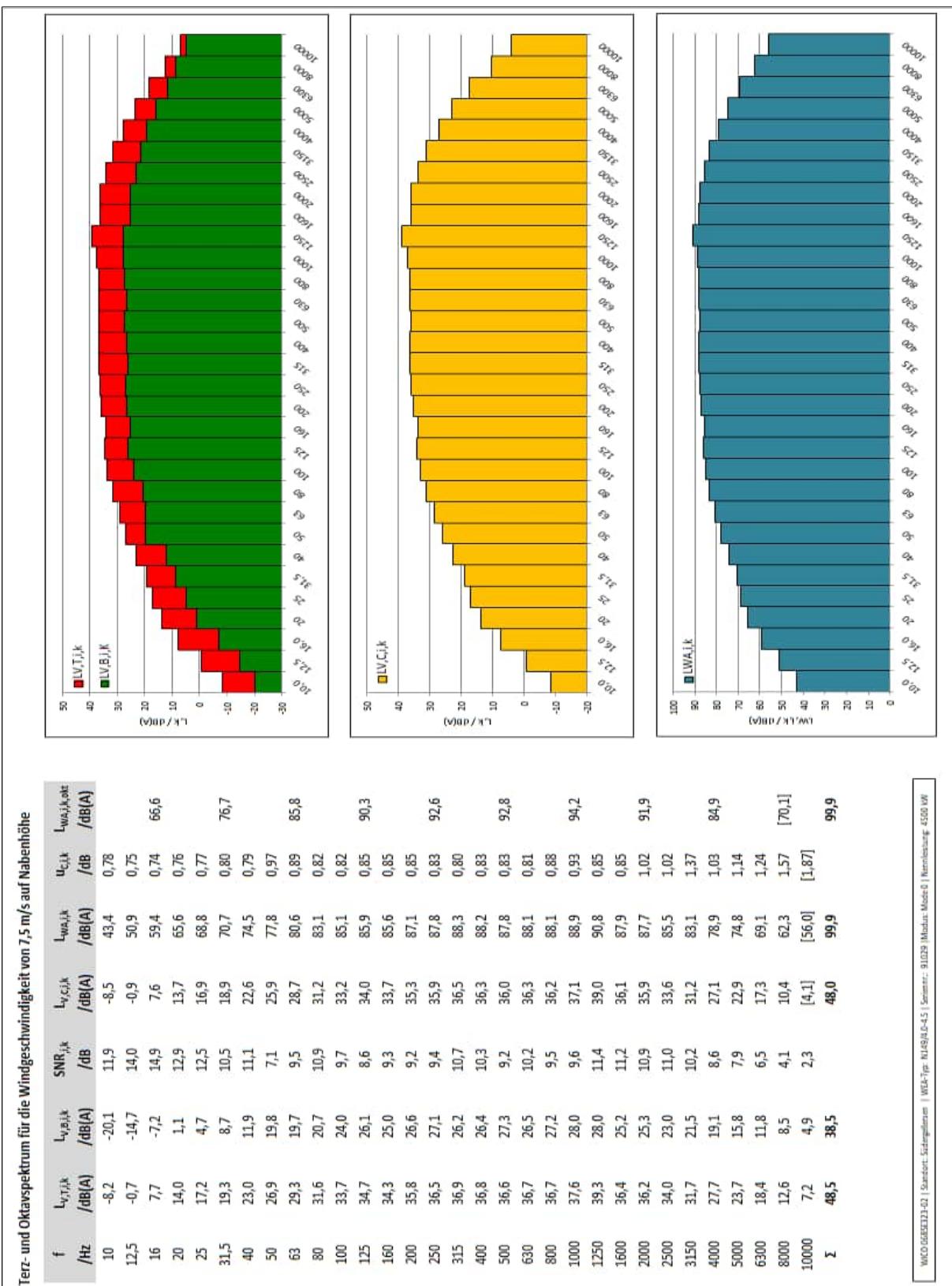




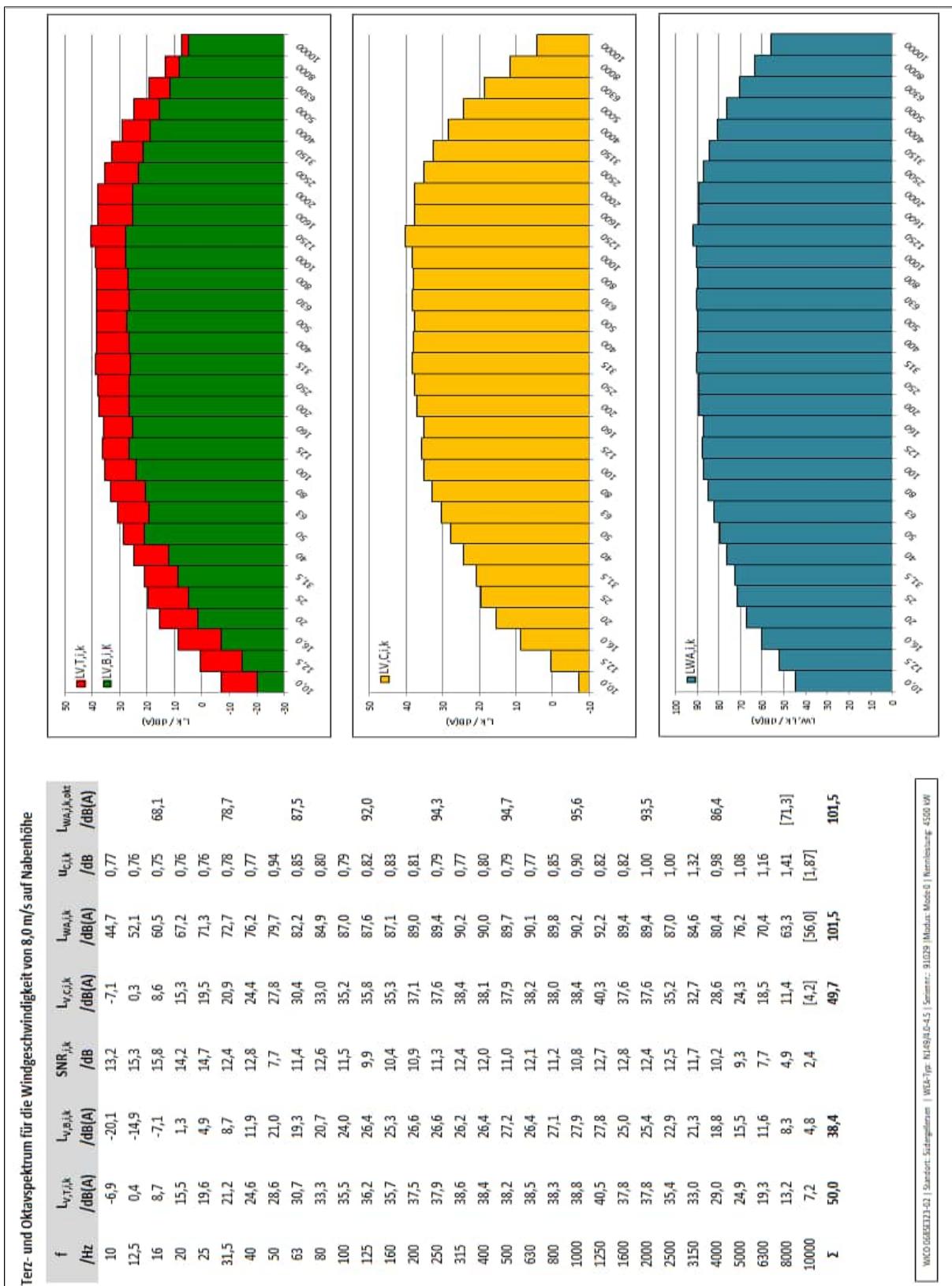
WICODATE: 13.01.2021 | Standort: Südtiroler | WEC-type: NL145/15-4.5 | Scenario: 9.0129 | Modell: Modell 0 | Nettoleistung: 4500 kW

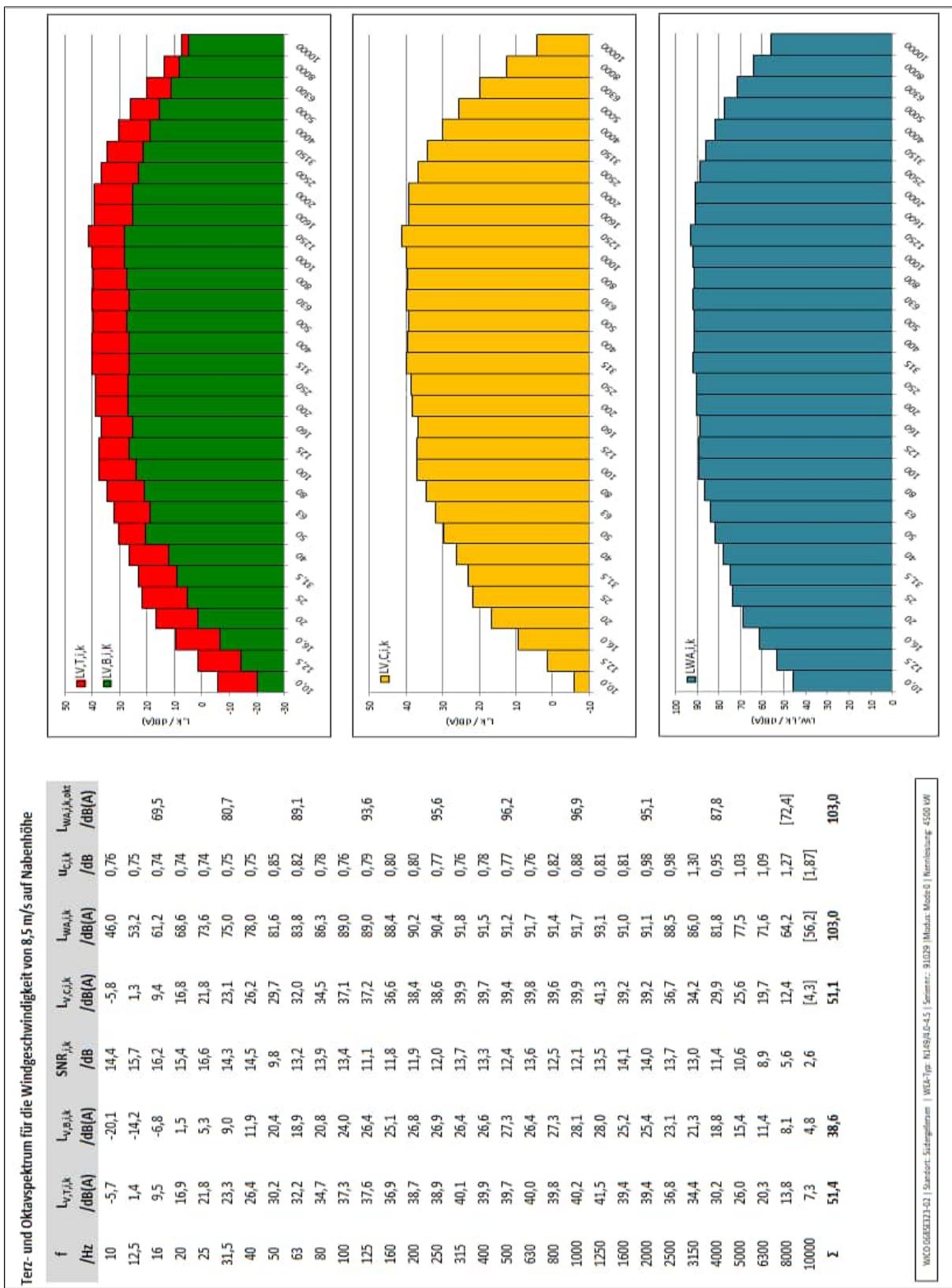


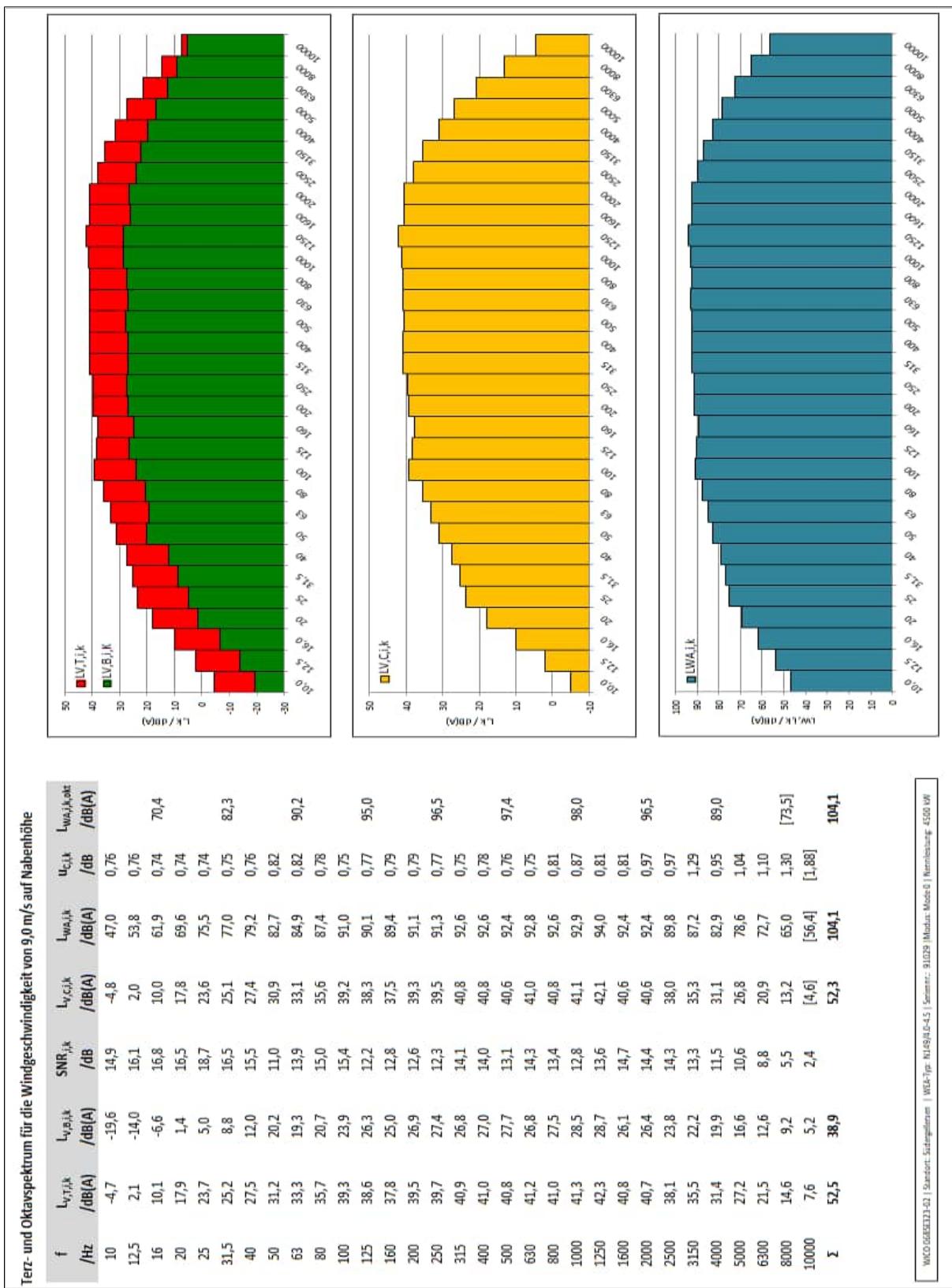
WIC068SE323-02 | Sanction: Schallgeräum | WEC-100-N145-4,5 | Semester: 9/029 | Modell: Modell 0 | Nettoleistung: 4,500 kW

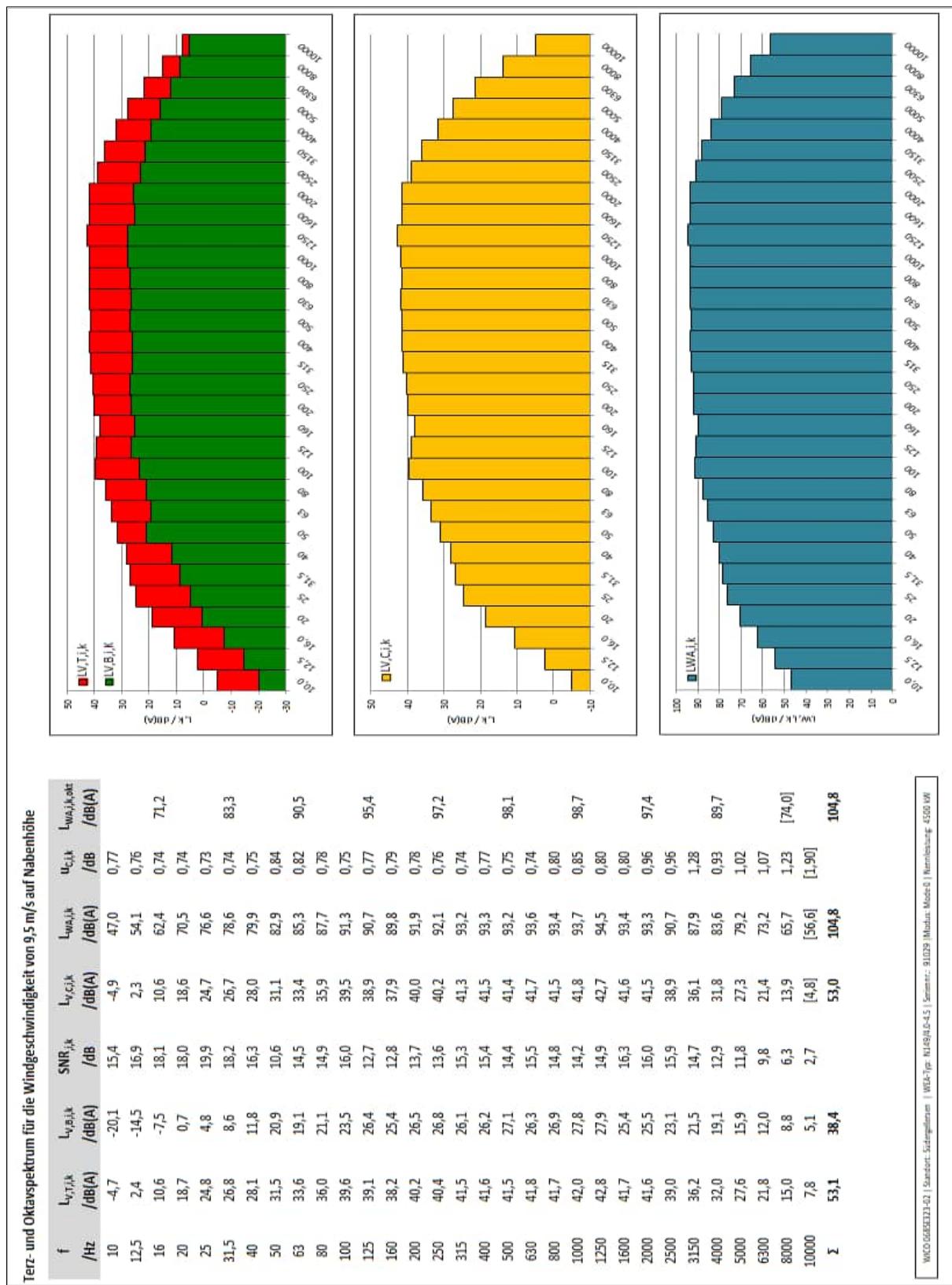


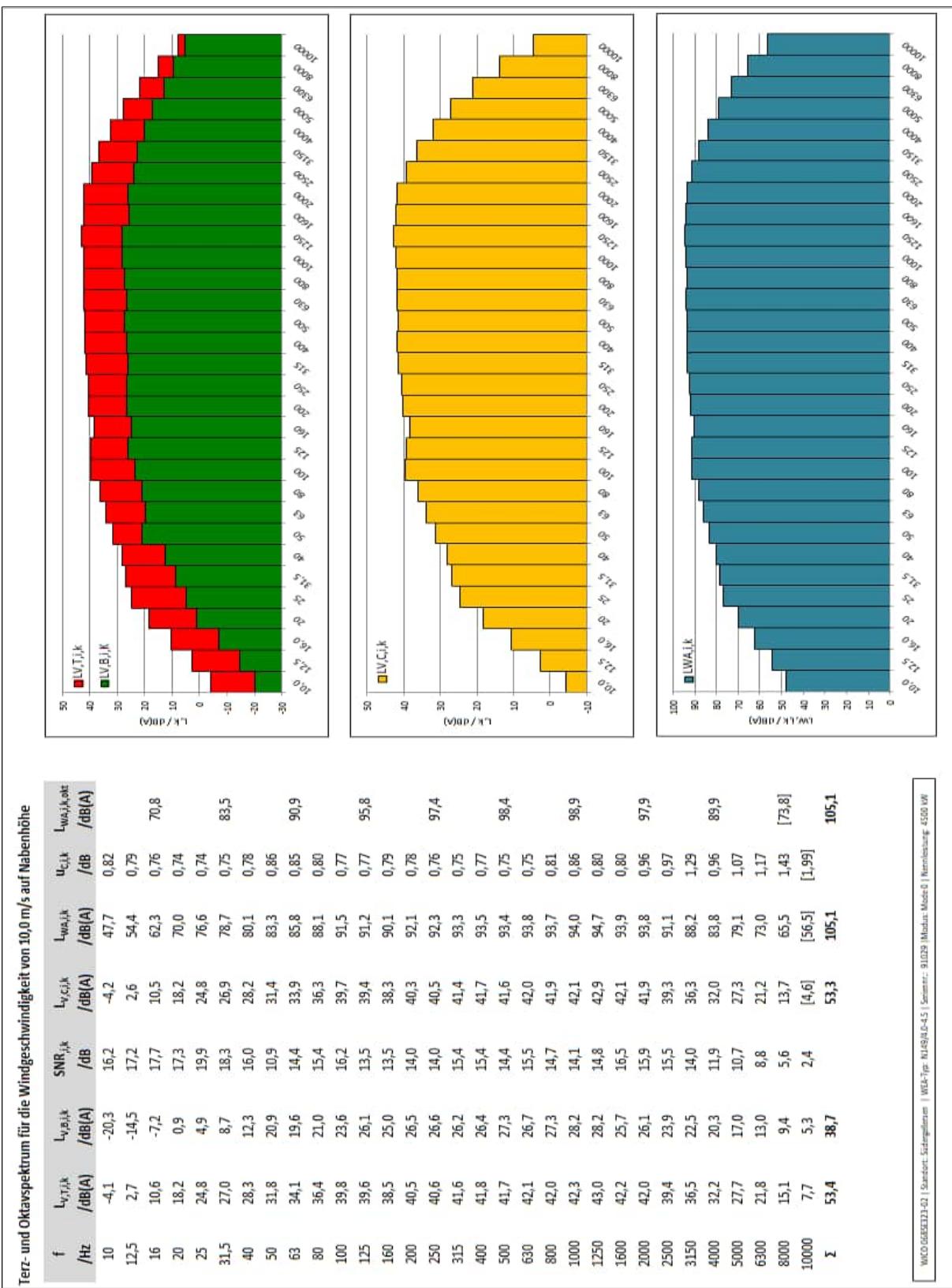
WICODATE: 13.01.2021 | Standort: Südtiroler | WEC-1000-15-4,5 | Seriennr.: 91029 | Modell: Modell 0 | Nettoleistung: 4,500 kW

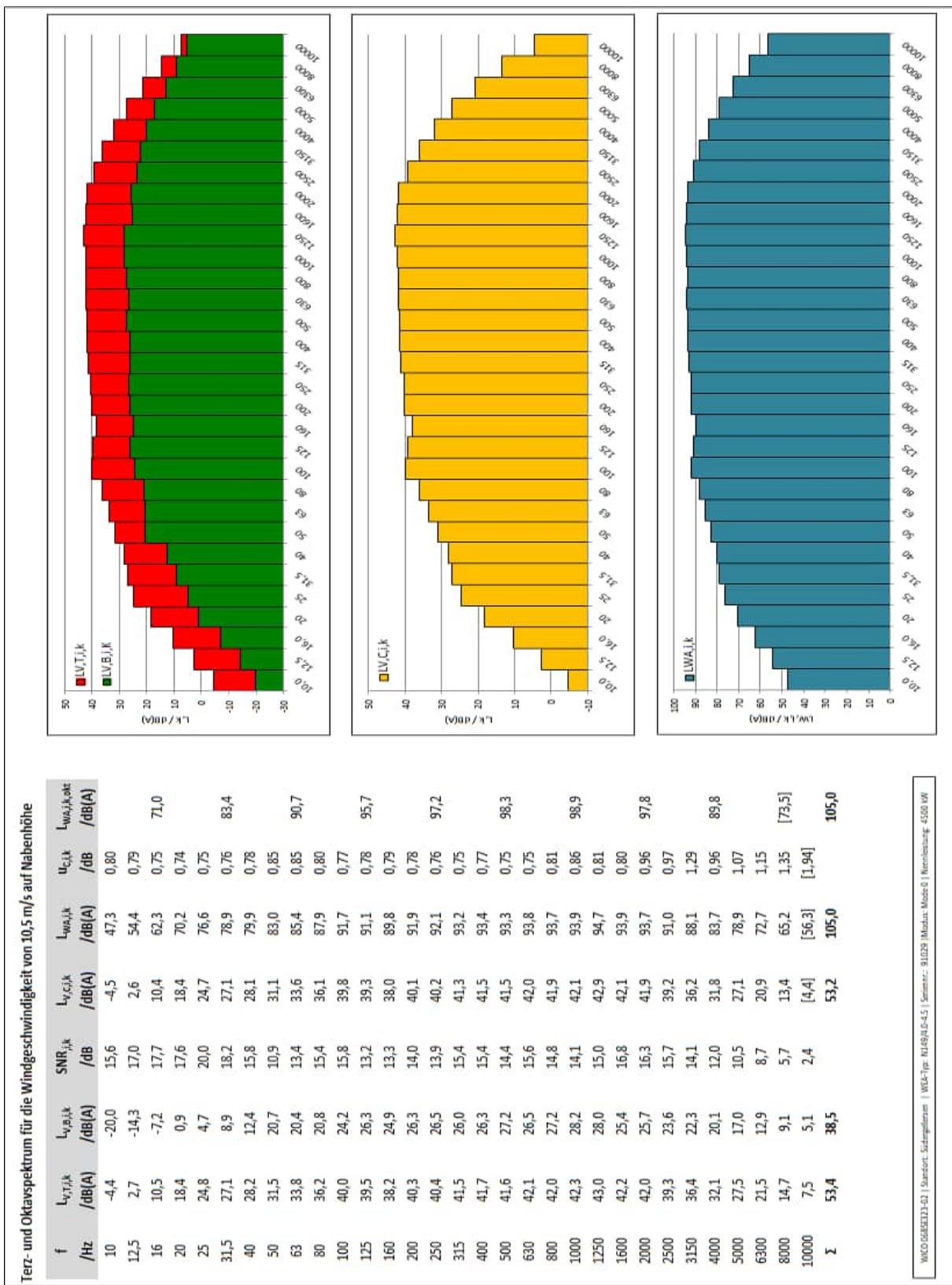


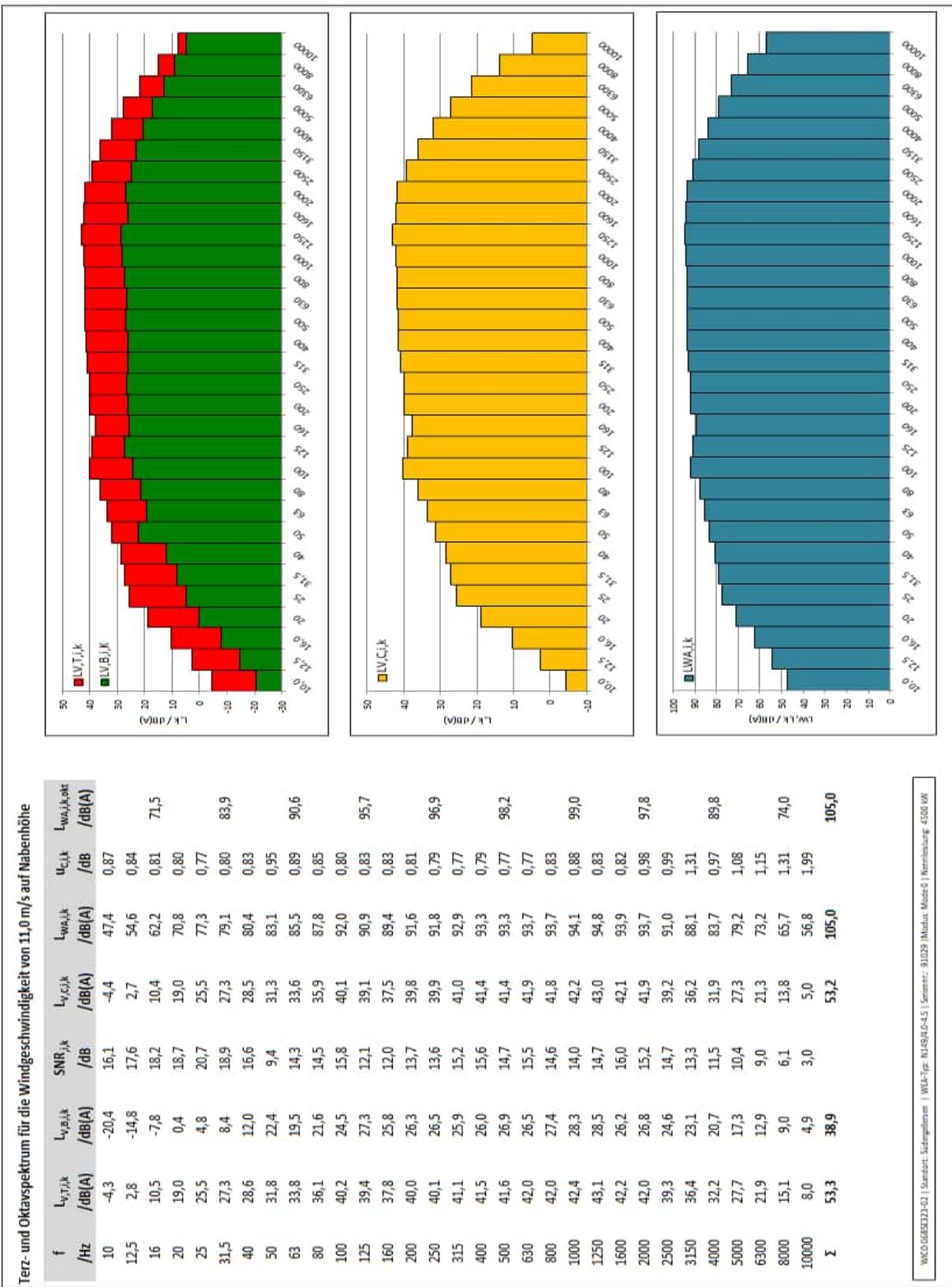




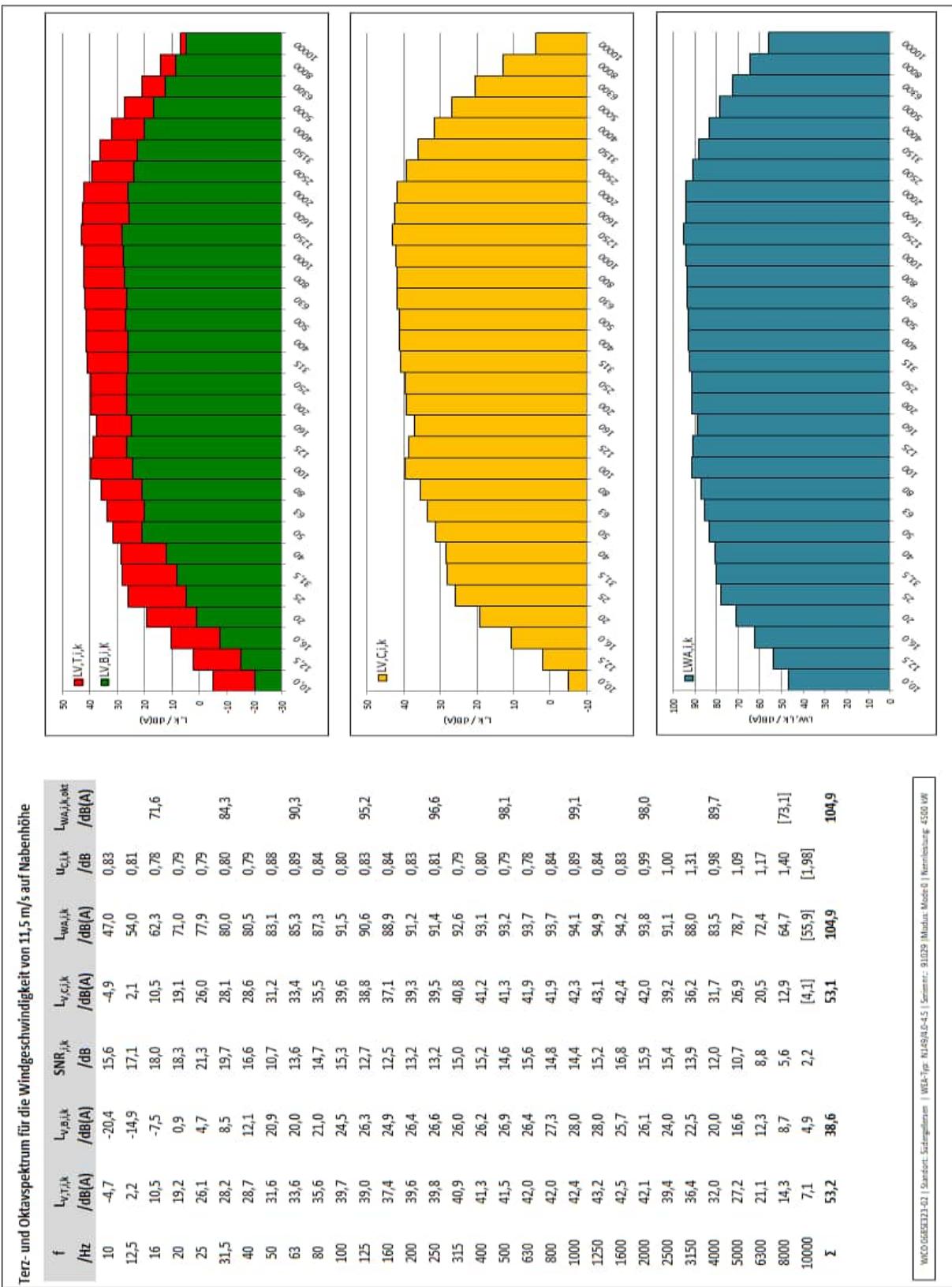


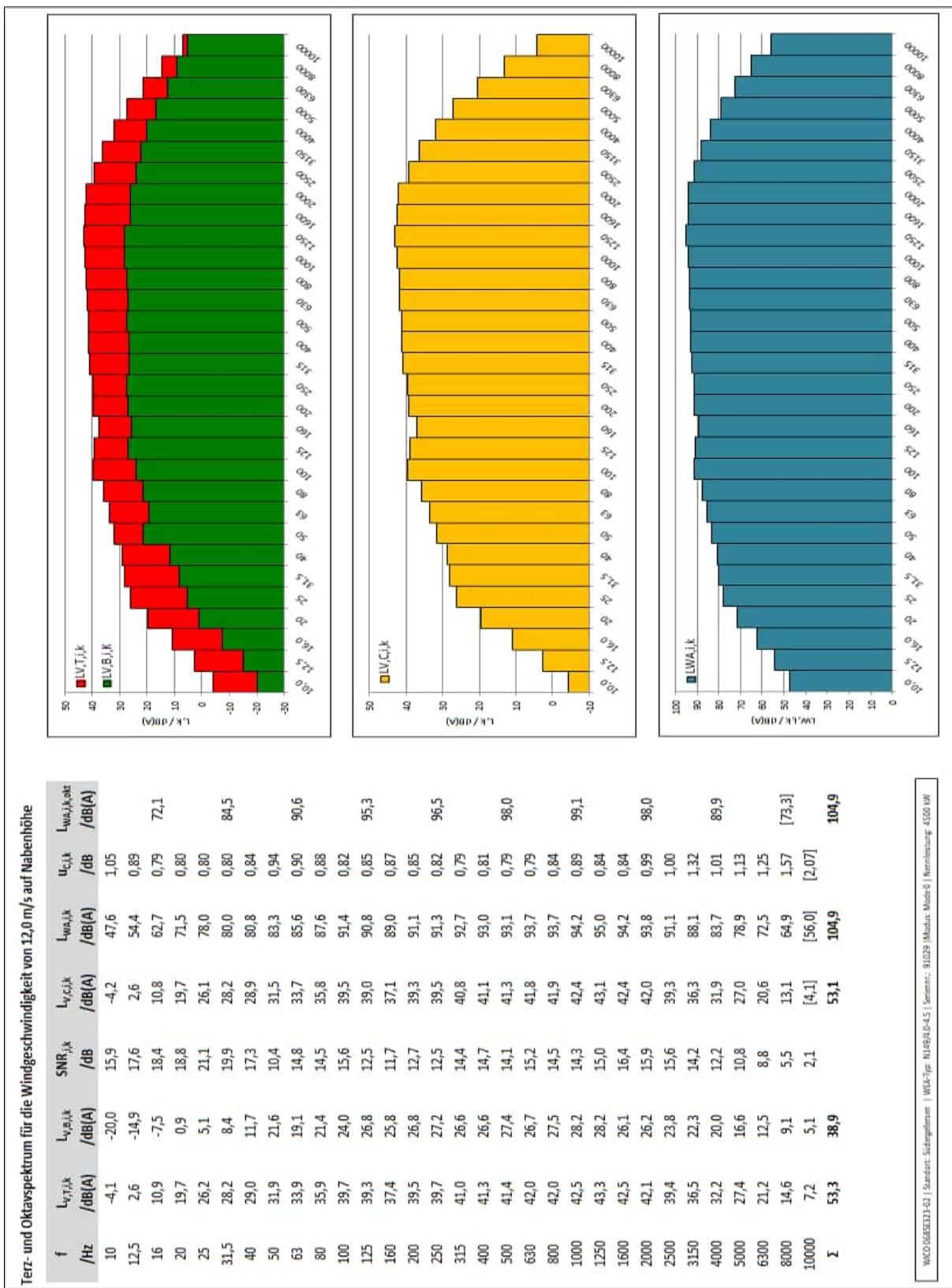


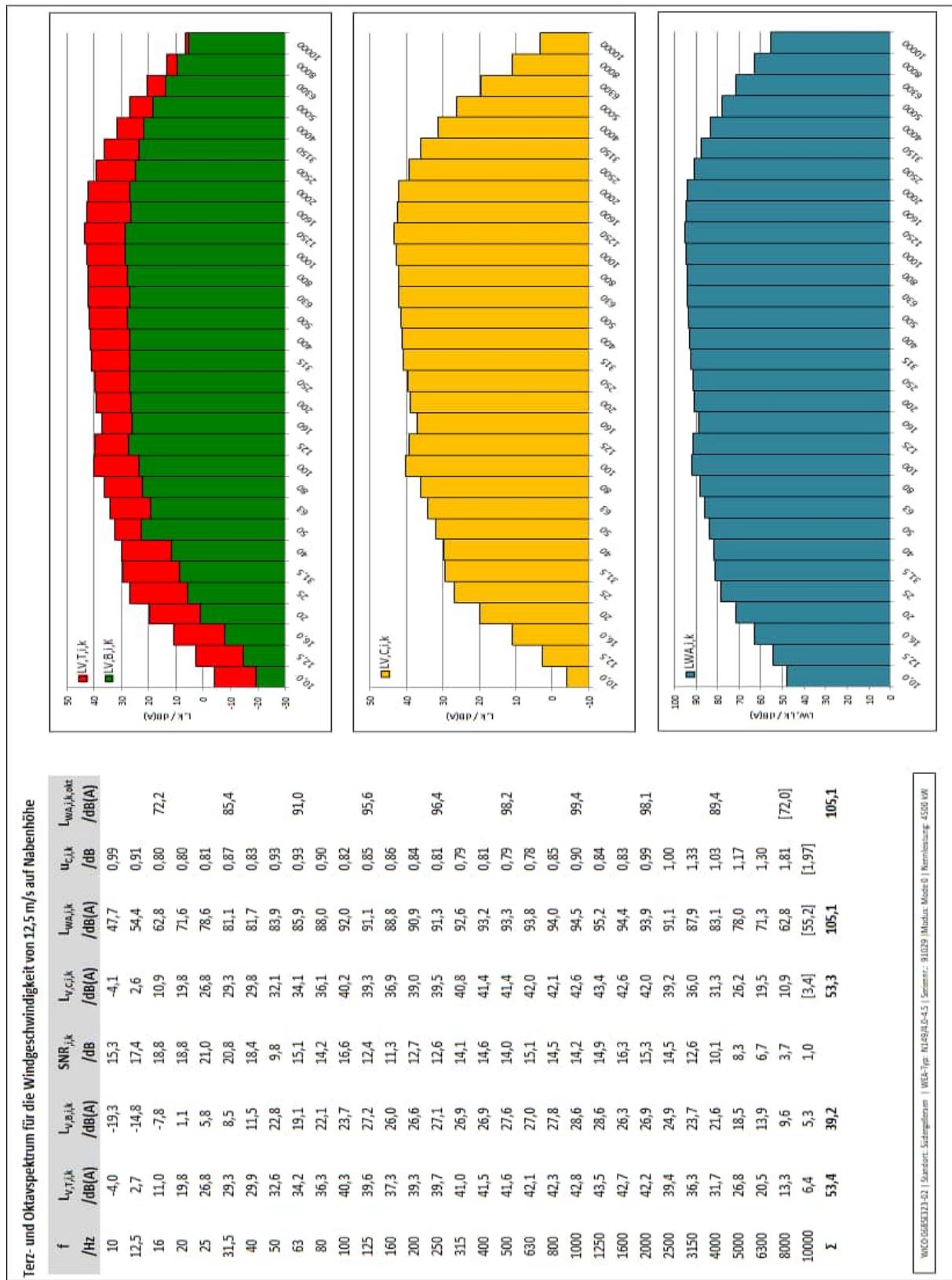


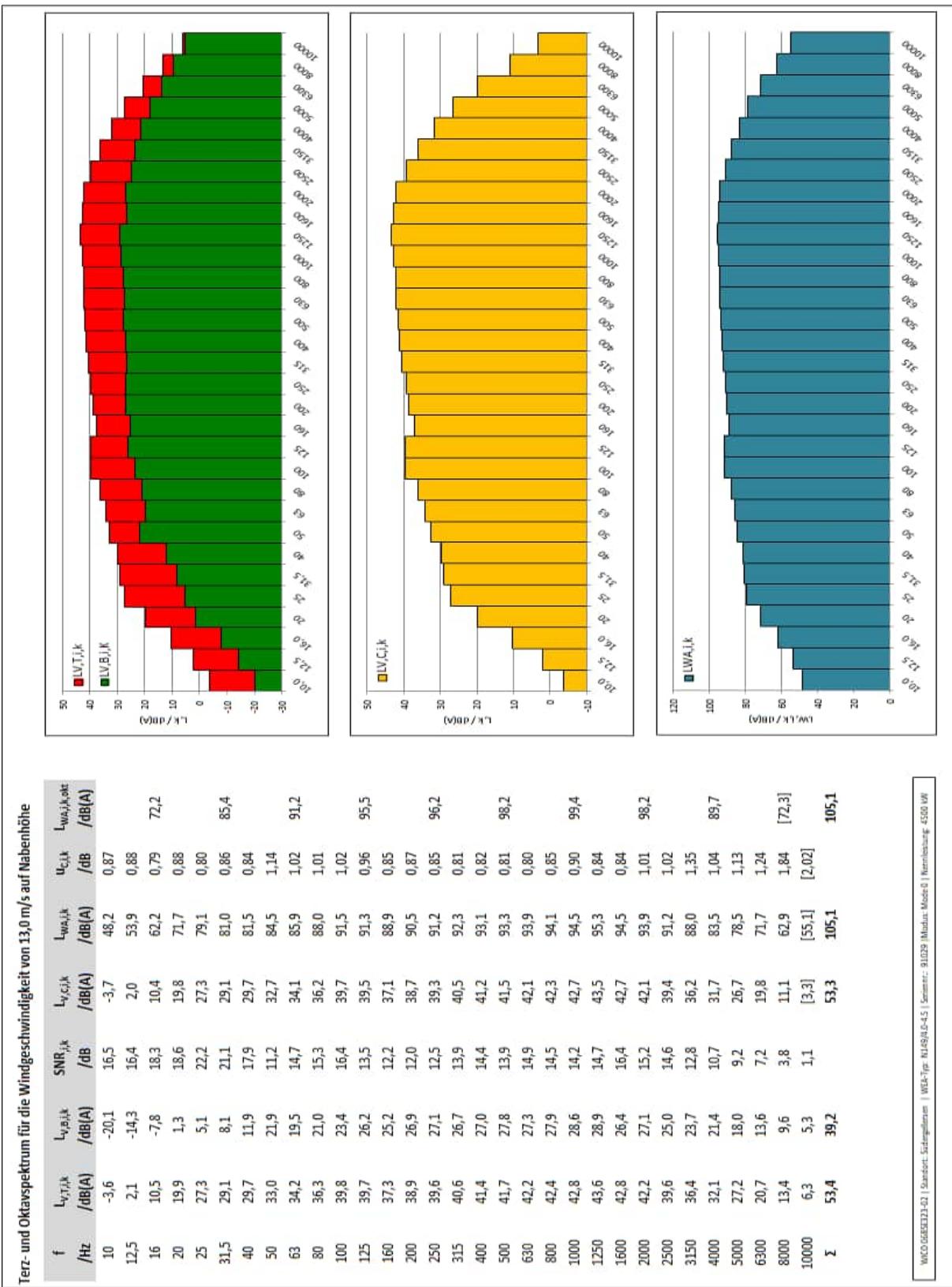


WIC068SE323-02 | Sanction: Schallgeräum | WEC-Typ: NL-149-15-4,5 | Scenario: 9.029 | Modell: Modell-Nr.: 4520 | kW









WICODATE: 13.01.2024 | Standort: Südtirol | WEC-Typ: NL 4.5 | Segment: 9.029 | Modell: NL 4.500 kW

## 12.4 Einfügungsdämpfung sekundärer Windschirm



# Certificate

---

## Determination of Insertion Loss of Windscreen DELTA H012

Performed for DELTA

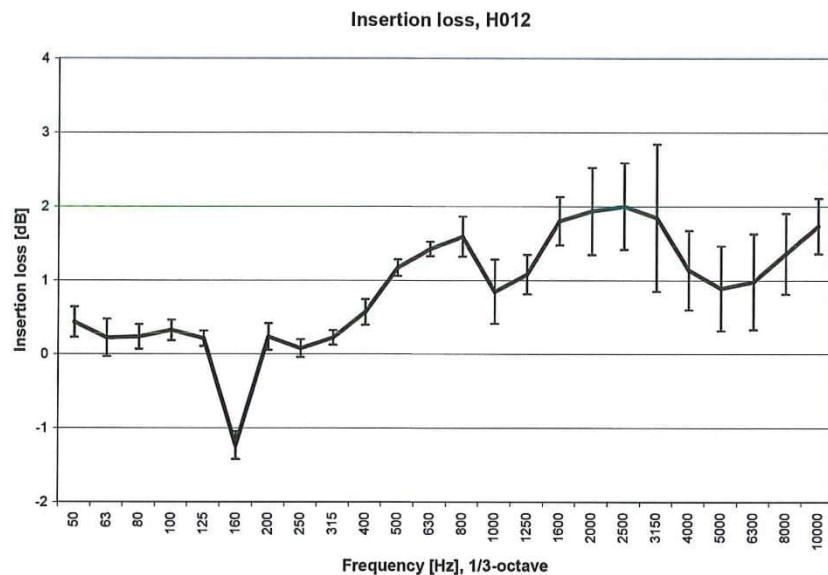
AV 132/09  
Project no. A581145  
Page 1 of 7 incl.  
1 annex

10 March 2009

**DELTA**  
Erhvervsvej 2A  
8653 Them  
Denmark

Tel. (+45) 72 19 48 00  
Fax (+45) 72 19 48 01  
[www.delta.dk](http://www.delta.dk)  
CVR nr. 12275110

## Measurement results



Frequency 1/3 octave band [Hz]	Insertion loss [dB]	Standard deviation [dB]
50	0.4	0.2
63	0.2	0.3
80	0.2	0.2
100	0.3	0.1
125	0.2	0.1
160	-1.2	0.2
200	0.2	0.2
250	0.1	0.1
315	0.2	0.1
400	0.6	0.2
500	1.2	0.1
630	1.4	0.1
800	1.6	0.3
1000	0.8	0.4
1250	1.1	0.3
1600	1.8	0.3
2000	1.9	0.6
2500	2.0	0.6
3150	1.8	1.0
4000	1.1	0.5
5000	0.9	0.6
6300	1.0	0.6
8000	1.4	0.5
10000	1.7	0.4



## 12.5 Geräte / Messtechnik

Gerätebezeichnung	Inventarnummer	Gerätenummer	Seriennummer	Hersteller
Schallpegelmesser	0133WC09	NOR 140	1403801	Norsonic-Tippkemper GmbH
Vorverstärker 1/2"	0134WC09	1209	13005	Norsonic-Tippkemper GmbH
Messmikrofon	0135WC09	1225	106963	Norsonic-Tippkemper GmbH
Akustischer Kalibrator	0136WC09	1251	32531	Norsonic-Tippkemper GmbH
Datenlogger	0039WC18	Q.station 101DT	752033	Gantner Instruments GmbH
I/O Modul (A107)	0005WC16	Q.bloxx A107	857735	Gantner Instruments GmbH
I/O Modul (A103)	0045WC15	Q.bloxx A103	861109	Gantner Instruments GmbH
Barometrischer Druckgeber	0019WC09	PTB 100A	E0840015	Vaisala GmbH
Lufttemperatur und Feuchtegeber	0043WC18	CRC3/6-ME	202532	MELA Sensortechnik GmbH
Schnittstellenwandler Seriell	0016WC18	TAHAE1070595	NPort-5450	Yello NetCom GmbH
Seriell-zu-WIFI Geräteserver	0044WC19	TAIFB1071344	Nport-W2150A	Yello NetCom GmbH
Seriell-zu-WIFI Geräteserver	0007WC20	TBZDB1061208	Nport-W2150A	Yello NetCom GmbH
Notebook	0007WC19	4LT4ES#ABD	CND835SOJ50	Hewlett-Packard GmbH
Alu-Transportbox	-	-	-	Zarges
Windgeber	0044WC08	A100L2/PC3	11118	Vector Instruments
Windrichtungsgeber	0003WC19	4.3129.10.712	01190349	Adolf Thies GmbH & Co. KG
Laserentfernungsmessgerät	0019WC11	TruPulse 200	040274	Laser Technology, Inc.
Pneumatikmast	0010WC10	QT 10/HP	GK92518	Clark Masts
Windschirm hemisphärisch	0020WC09	Typ "H"	H012	Delta Acoustics

## 12.6 Referenzgeräte

Die in Tabelle 12.1 aufgeführten Referenzgeräte unterliegen einer regelmäßigen Kalibrierung durch ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) nach DIN EN 17025 akkreditiertes Kalibrierlabor. Die Zertifikate können bei der WIND-consult GmbH eingesehen bzw. angefordert werden.

**Tabelle 12.1:** Referenzgeräte - Liste der Kalibrierzertifikate

Gerätebezeichnung	Inventar- nummer	Kauf- datum	Hersteller	Typen- bezeichnung	Serien- nummer	Zertifikats- nummer	Datum der Kalibrierung
Aspirations- Psychrometer	0003WC93	1993	Thies GmbH & Co.KG	1.0400.00.010	693151	D-K-18223- 01-00	1148 08.04.2016
Universalkalibrator Digistant Typ 4422	0001WC96	1996	burster präzisionsmesstechnik GmbH & Co KG	4422	134254	D-K-15141- 01-00	31987 06.06.2023
MetraHIT ETECH	0001WC14	2014	GMC-I Messtechnik GmbH	XJ2040	M253A	D-K-15115- 01-00	48712 08.03.2022
Stahlbandmaß	0238WC10	2010	Friedrich Richter GmbH & Co. KG	156	E-0010- 134-10	082 DKD-K- 10201- 2011-02	26.10.2010
Schallpegelmesser	0133WC09		Norsonic AS	Nor 140	1403801	20745	
Freifeldmikrofon	0135WC09	2009		1225	106963	D-K-15132- 01-00	01.12.2022
Akustischer Kalibrator	0136WC09	2009	Norsonic AS	1251	32531	D-K-15132- 01-00	20746 01.12.2022

Die in Tabelle 12.2 aufgeführten Referenzgeräte unterliegen einer regelmäßigen Eichung des Amtes für Eichwesen bzw. einer dafür autorisierten Prüfstelle. Die Eichscheine können bei der WIND-consult GmbH eingesehen bzw. angefordert werden.

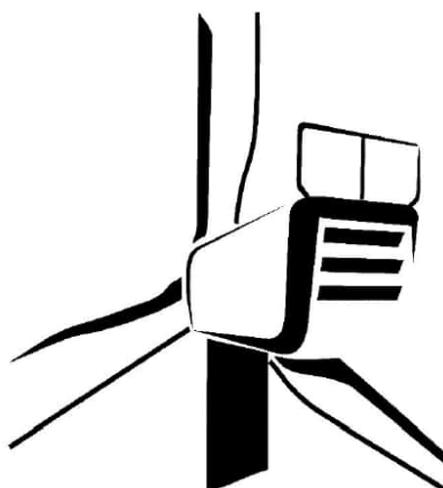
**Tabelle 12.2:** Referenzgeräte - Liste der Eichscheine

Gerätebezeichnung	Inventar- nummer	Kauf- datum	Hersteller	Typen- bezeichnung	Serien- nummer	Eichschein- nummer	Gültigkeit der Eichung
Stahlbandmaß	0238WC10	2010	Friedrich Richter GmbH & Co. KG	156	E-0010- 134-10	E-0010 / 134 / 10 AZ: 2.2.1.1.4	Unbegrenzt
Schallpegelmesser	0133WC09			Nor 140	1403801		
Freifeldmikrofon	0135WC09	2009	Norsonic AS	1225	106963	DO-1-41-22- 00437	31.12.2024
Akustischer Kalibrator	0136WC09			1251	32531		

## 12.7 Herstellerbescheinigung

Classification: Internal Purpose

	DATA SHEET	Doc.: <b>9044461</b>
		Rev.: <b>0</b>
<b>MANUFACTURER'S CERTIFICATE SÜDERGELLERSEN</b> <b>N149/4.0-4.5 NX91029 TS125 M0</b>		Page: <b>1 / 2</b>



Language: IN – International  
Department: OPP  
Source: TAP

Author	Reviewer	Approver
 05-09-2024	 06-09-2024	 06-09-2024

© 2024 NORDEX GROUP. All rights reserved.

Classification: Internal Purpose

 	DATA SHEET	Doc.: <b>9044461</b>
		Rev.: <b>0</b>
<b>MANUFACTURER'S CERTIFICATE SÜDERGELLERSEN</b> <b>N149/4.0-4.5 NX91029 TS125 M0</b>		Page: <b>2 / 2</b>

**Herstellerbescheinigung zu den spezifischen Daten des Anlagentyps**

**Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation**

<b>1. Allgemeines</b>			<b>General</b>
Hersteller	Nordex Energy SE & Co. KG	manufacturer	
Anlagenbezeichnung	N149/4.0-4.5	type name	
Seriennummer	91029	serial number	
Standort	WP Südergellersen	location of wind turbine	
Art (horizontal/vertikal)	Horizontal	type (horizontal/vertical)	
Nennleistung	4500 kW	rated power	
Leistungsregelung	Pitch	power control	
Nabenhöhe über Grund	125 m	hub height above ground	
Nennwindgeschwindigkeit	ca. 11,5 m/s	rated wind speed	
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3..26 m/s	cut-in and cut-out wind speed	
<b>2. Rotor</b>			<b>Rotor</b>
Durchmesser	149 m	diameter	
Anzahl der Blätter	3	number of blades	
Nabenart (pendelnd/starr)	Starr	kind of hub (teetered/rigid)	
Anordnung zum Turm (luv/lee)	Luv	relative position to tower (luv/lee)	
Nenndrehzahl / -bereich	11,0 / 6,4...12,1 rpm	rated speed /speed range	
Rotorblattstellwinkel	variabel	rotor blade pitch setting	
Konuswinkel	3,5°	cone angle	
Achsneigung	5°	tilt angle	
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	3,96 m	distance between rotor flange centre and tower centre line	
<b>3. Rotorblatt</b>			<b>Rotor blade</b>
Hersteller	Aeris Energy	manufacturer	
Typenbezeichnung	NR74.5-3	type	
Seriennummern	0975/ 0979/0983	serial numbers	
Zusatzkomponenten (z. B stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Vortex-Generatoren, Serrations	additional components (e. g. stall strips, vortex generators, trip strips)	
<b>4. Getriebe</b>			<b>Gear</b>
Hersteller	Winergy	manufacturer	
Typenbezeichnung	PZAB 3600	type	
Seriennummer	W-123260	serial number	
Ausführung	Planeten/Stirnrad	design	
Übersetzungsverhältnis	1 : 113,61	gear ratio	
<b>5. Generator</b>			<b>Generator</b>
Hersteller	ELIN	manufacturer	
Typenbezeichnung	MRM063Z06	type	
Seriennummer	507662C-24V_IN0098	serial numbers	
Anzahl	1	numbers	
Art	ASM, doppeltgespeist	design	
Nennleistung(en)	4535 kW	rated power(s)	
Drehzahlbereich	730-1377 rpm	rated speed(s) or speed range	
Spannung	660 V	voltage	
Frequenz	50 Hz	frequency	
<b>6. Turm</b>			<b>Tower</b>
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	zyl./kon. Rohrturm	design (lattice/tubular, cylindrical/conical)	
Material	Stahl	material	
<b>7. Betriebsführung/Regelung</b>			<b>Supervisory system/control</b>
Art der Leistungsregelung	pitch	kind of control	
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control	
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	Nordex	manufacturer of control system	
- Typenbezeichnung	NC2	- type	
- Verwendete Steuerungskurve	Mode 0	- used control curve	
Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o. g. Positionen identisch ist.	The manufacturer of the wind turbine confirms that the wind turbine whose noise level is measured and depicted in the test reports is identical with the above entries with regard to its technical data.		

## 12.8 Leistungskurve

Leistungskurven Mode 0

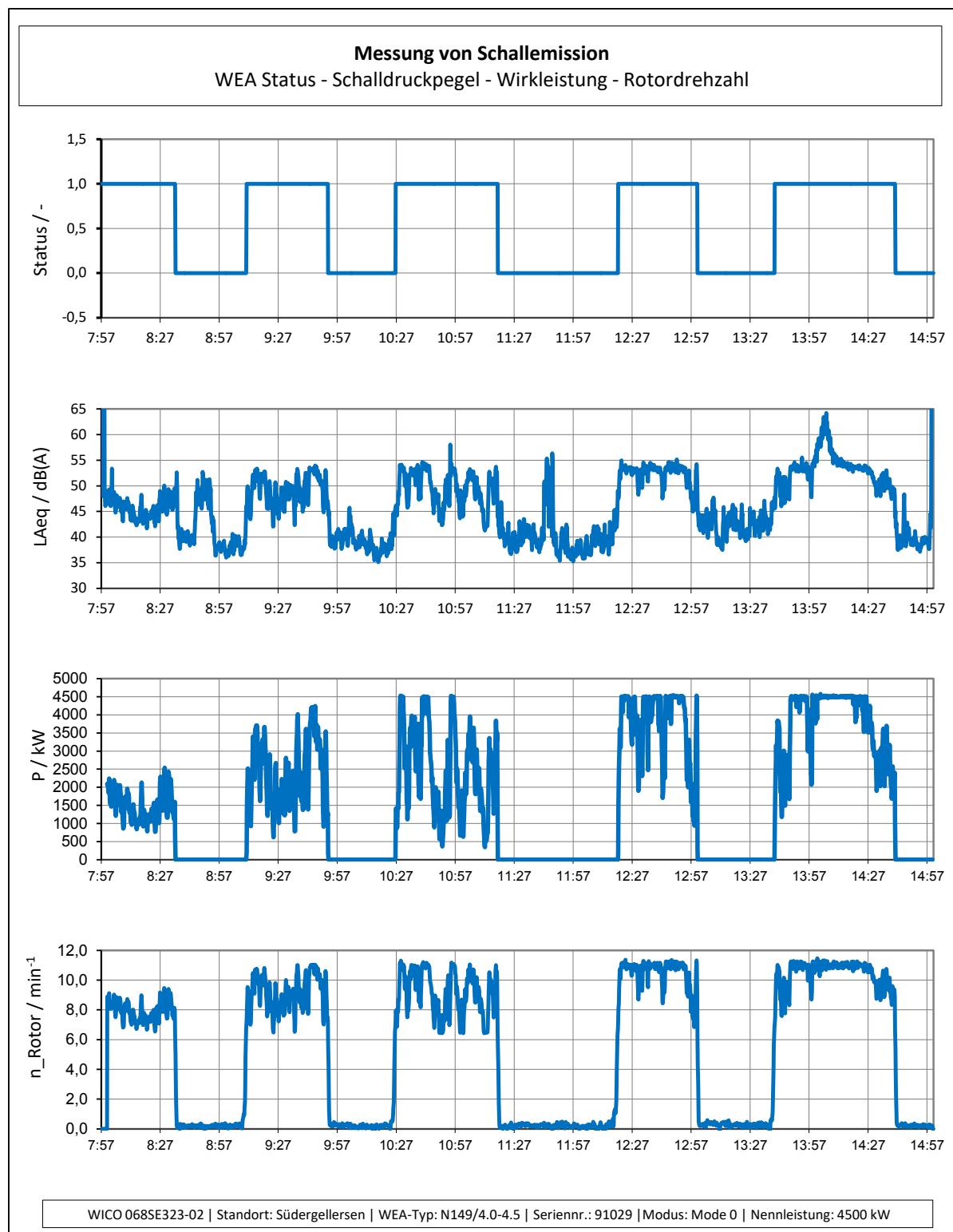


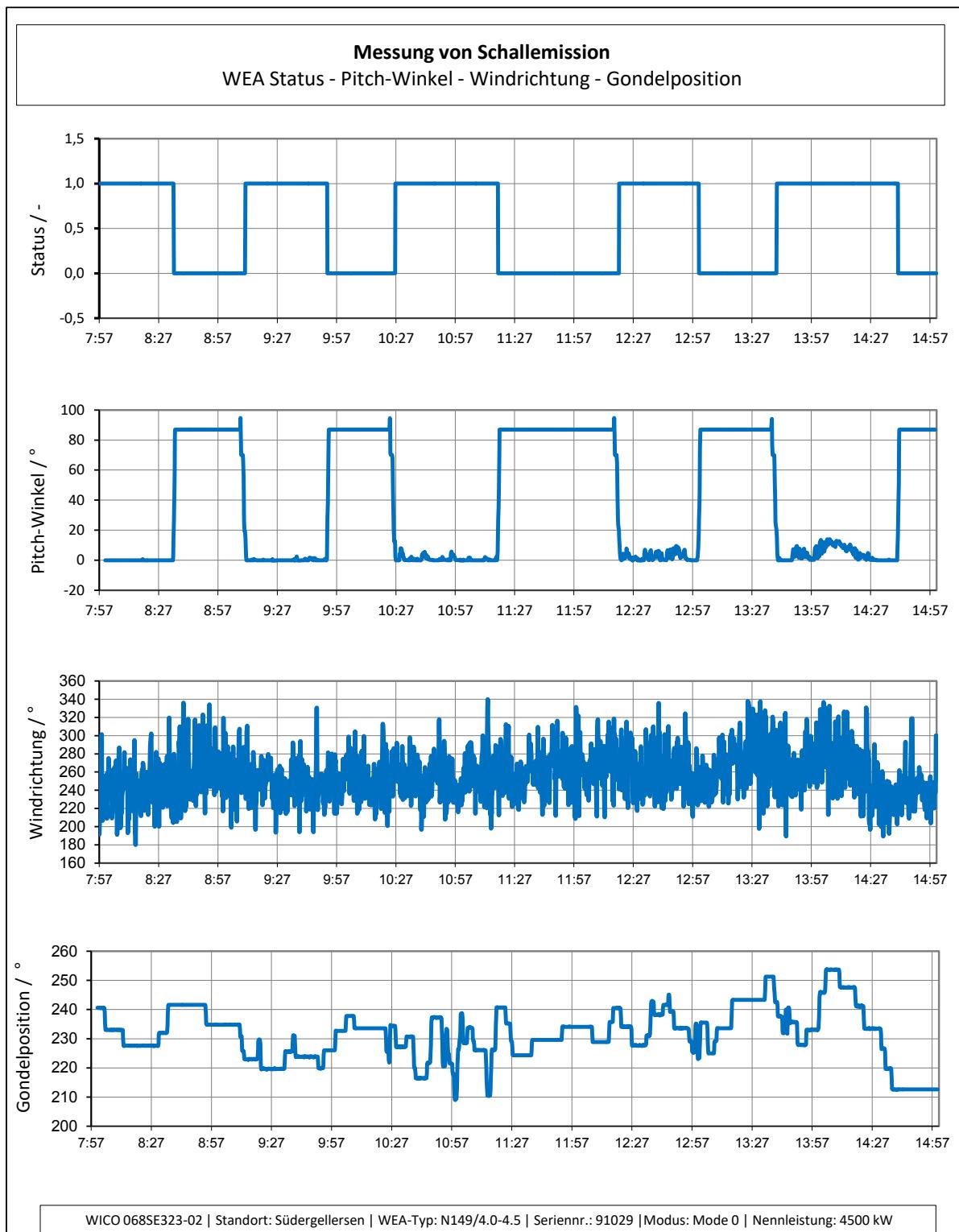
### Leistungskurven - Nordex N149/4.0 - 4.5 STE

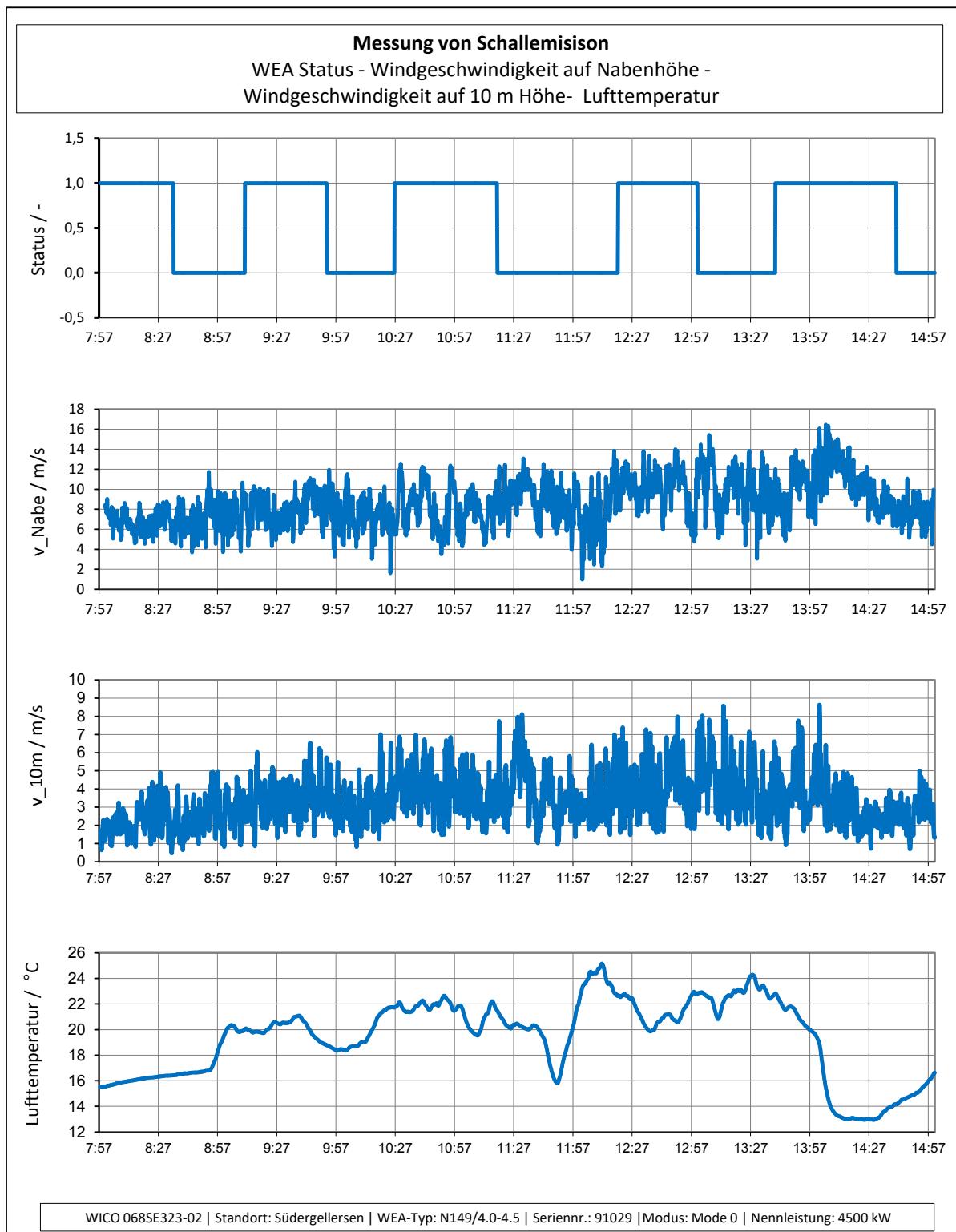
#### Mode 0

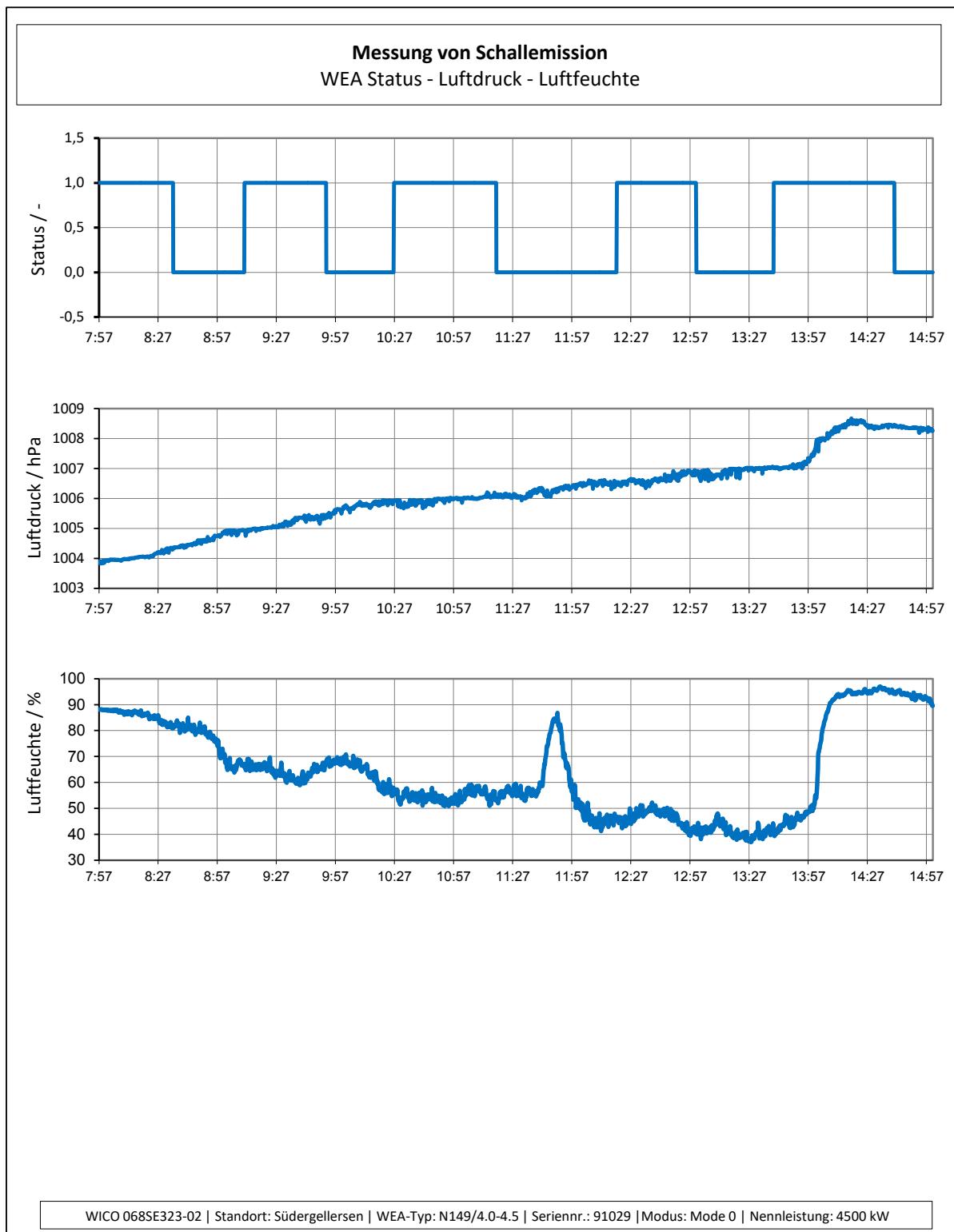
Windgeschwindigkeit vNabe [m/s]	Leistung PeI [kW] bei Luftdichte $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]							
	1,125	1,150	1,175	1,200	1,225	1,250	1,275	1,300
3,0	24	26	28	29	31	32	34	36
3,5	108	112	115	119	122	126	129	133
4,0	223	229	235	241	247	253	259	265
4,5	364	373	382	391	400	409	419	428
5,0	533	545	558	571	584	597	610	622
5,5	731	748	766	783	800	817	834	852
6,0	964	987	1009	1031	1054	1076	1098	1120
6,5	1236	1265	1293	1321	1349	1377	1405	1433
7,0	1551	1586	1621	1656	1691	1726	1761	1796
7,5	1912	1955	1998	2040	2083	2125	2168	2210
8,0	2322	2373	2424	2476	2527	2578	2629	2680
8,5	2781	2842	2901	2959	3016	3072	3127	3180
9,0	3275	3339	3401	3458	3506	3553	3600	3644
9,5	3706	3759	3810	3857	3894	3930	3966	3999
10,0	4035	4077	4116	4151	4177	4203	4227	4250
10,5	4271	4301	4328	4351	4367	4381	4394	4407
11,0	4419	4437	4453	4465	4470	4474	4478	4481
11,5	4487	4493	4498	4500	4500	4500	4500	4500
12,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
12,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
13,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
13,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
14,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
14,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
15,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
15,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
16,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
16,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
17,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
17,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
18,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
18,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
19,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
19,5	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
20,0	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500

## 12.9 Zeitverlauf der Urdaten









## 12.10 Parameter der Emissionsquellen

**Tabelle 12.3:** Übersicht der Parameter der Emissionsquellen

Bez.	Typ	X	Y	Z <sub>rel</sub>	Betriebsweise	L <sub>w</sub>	L <sub>w,90</sub>
		/ m	/ m	/ m		/ dB(A)	/ dB(A)
V66219	NEG Micon NM 72c-1500	32 586542	5895345	56	Standard	-	107,7
V66218	NEG Micon NM 72c-1500	32 586733	5895281	57	Standard	-	107,7
V66221	NEG Micon NM 72c-1500	32 586712	5895111	50	Standard	-	107,7
V66220	NEG Micon NM 72c-1500	32 586509	5894895	45	Standard	-	107,7
V66222	NEG Micon NM 72c-1500	32 586332	5895077	56	Standard	-	107,7
V67866	NEG Micon NM 82-1500	32 586021	5894395	47	Standard	-	106,0
V200271	Vestas V90-2.0 MW	32 586250	5894756	47	Mode 0	-	107,6
OE WEA 1	Nordex N131/3300	32 586535	5894150	43	Mode 0	-	109,1
OE WEA 2	Nordex N131/3300	32 587005	5894351	48	Mode 0	-	109,1
Süder- gellersen I	Nordex N131/3300	32 585960	5894189	45	Mode 0	-	109,1
WE 1	GE Wind GE 2.75-120	32 582991	5893967	57	NO	-	108,0
WE 2	GE Wind GE 2.75-120	32 583492	5893714	65	NO	-	108,0
WE 3	GE Wind GE 2.75-120	32 583822	5893386	67	NO	-	108,0
WE 4	GE Wind GE 2.75-120	32 584497	5893630	59	NO	-	108,0
WE 5	GE Wind GE 2.75-120	32 584376	5893950	54	NO	-	108,0
WE 6	GE Wind GE 2.75-120	32 585021	5893836	51	NO	-	108,0
WE 7	GE Wind GE 2.75-120	32 584733	5893985	55	NO	-	108,0
WEA 1	Nordex N149/4.0-4.5	3258 5971	5895090	125	Mode 0	106,1*	108,2*

\* Stand der Genehmigung

**Tabelle 12.4:** Übersicht der Oktavspektren der WEA-Typen der Vorbelastung (unverändert aus /16/ entnommen)

WEA-Typ	f / Hz								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\Sigma$
	$L_{W,Okt,90} = L_{W,Okt} + \Delta L_{VB} / \text{dB(A)}$								
NEG Micon NM 72c-1500	87,4	95,8	100,0	102,2	101,7	99,7	95,7	71,7	<b>107,7</b>
NEG Micon NM 82-1500	85,7	94,1	98,3	100,5	100,0	98,0	94,0	70,0	<b>106,0</b>
Vestas V90-2.0 MW	89,0	94,4	97,9	100,6	102,4	100,6	98,1	87,4	<b>107,6</b>
Nordex N131/3300	88,5	95,4	101,2	103,3	103,9	101,2	96,5	88,1	<b>109,1</b>
GE Wind GE 2.75-120	86,7	96,0	101,1	102,0	102,5	100,5	90,4	71,5	<b>108,0</b>

**Tabelle 12.5:** Übersicht der Oktavspektren der vermessenen WEA zzgl. der zu berücksichtigenden Sicherheitszuschläge

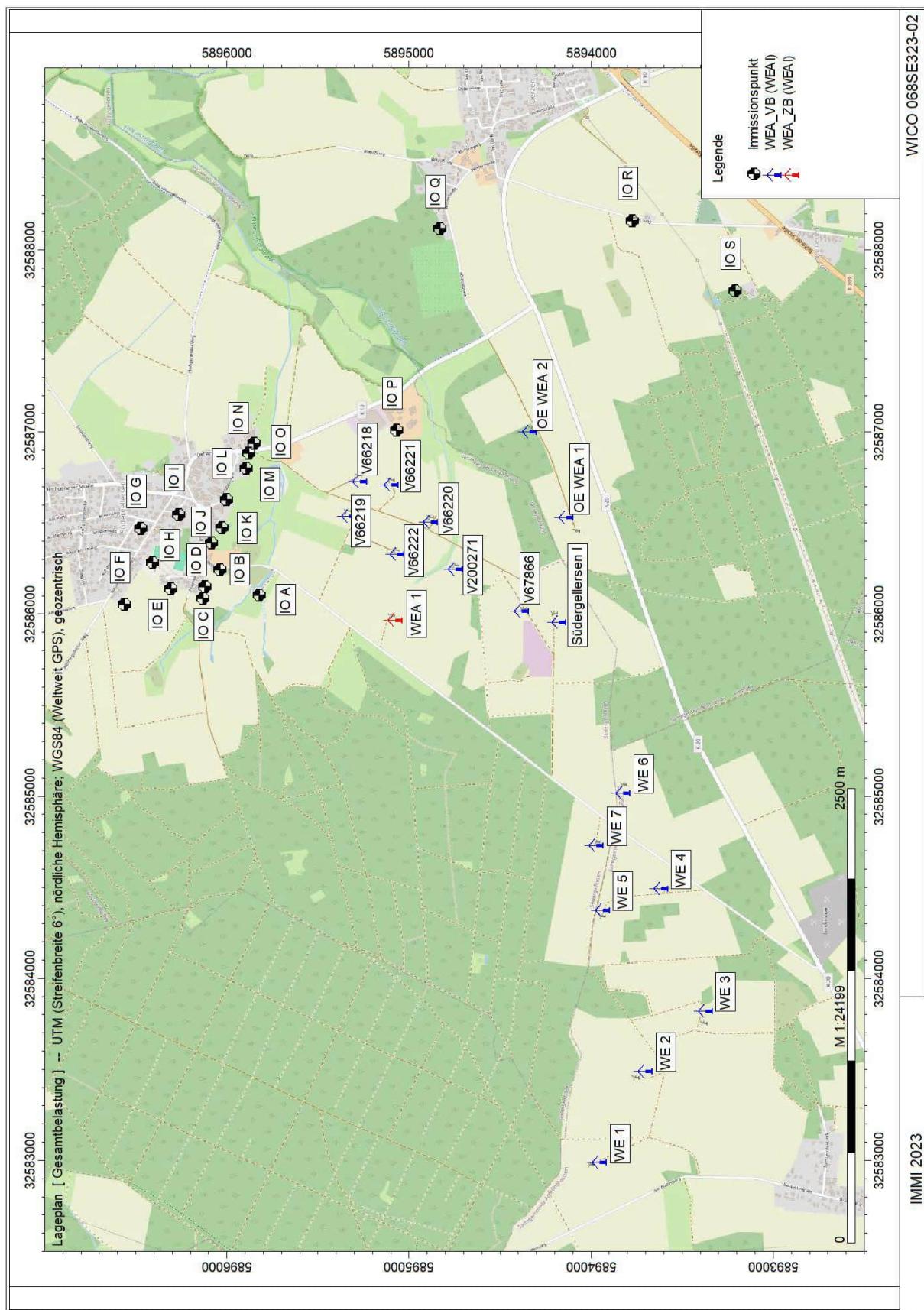
Windgeschwindigkeits-klasse	f / Hz								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$\Sigma$
	$L_{W,Okt,90,k} + \Delta L_{VB} / \text{dB(A)}$								
4,0 m/s	80,8	84,4	85,0	86,5	86,5	83,5	75,3	63,6	<b>92,7</b>
4,5 m/s	80,2	84,5	84,8	86,2	87,0	85,6	80,2	65,2	<b>93,2</b>
5,0 m/s	80,1	85,6	86,6	87,3	87,9	86,2	79,9	67,0	<b>94,1</b>
5,5 m/s	81,2	86,4	88,6	89,0	89,4	87,5	80,7	68,2	<b>95,6</b>
6,0 m/s	83,6	88,4	90,5	90,6	91,4	89,7	83,0	69,9	<b>97,6</b>
6,5 m/s	85,8	90,3	92,4	92,5	93,5	91,6	84,7	70,6	<b>99,5</b>
7,0 m/s	87,2	91,7	94,0	94,2	95,6	93,3	86,3	71,5	<b>101,3</b>
8,0 m/s	88,9	93,4	95,7	96,1	97,0	94,9	87,8	72,7	<b>102,9</b>
8,5 m/s	90,6	95,1	97,1	97,7	98,4	96,6	89,3	73,9	<b>104,4</b>
9,0 m/s	91,6	96,4	97,9	98,8	99,4	97,9	90,4	74,9	<b>105,5</b>
9,5 m/s	91,9	96,8	98,6	99,5	100,1	98,8	91,1	75,4	<b>106,2</b>
10,0 m/s	92,3	97,2	98,8	99,8	100,3	99,3	91,3	75,2	<b>106,5</b>
10,5 m/s	92,1	97,1	98,6	99,7	100,3	99,2	91,2	74,9	<b>106,4</b>
11,0 m/s	92,0	97,1	98,3	99,6	100,4	99,2	91,2	75,4	<b>106,4</b>
11,5 m/s	91,7	96,6	98,0	99,5	100,5	99,4	91,1	74,5	<b>106,3</b>
12,0 m/s	92,0	96,7	97,9	99,4	100,5	99,4	91,3	74,7	<b>106,3</b>
12,5 m/s	92,5	97,1	97,9	99,7	100,9	99,6	90,9	73,5	<b>106,5</b>
13,0 m/s	92,7	97,0	97,7	99,7	100,9	99,7	91,2	73,8	<b>106,5</b>

## 12.11 Parameter der Immissionsorte

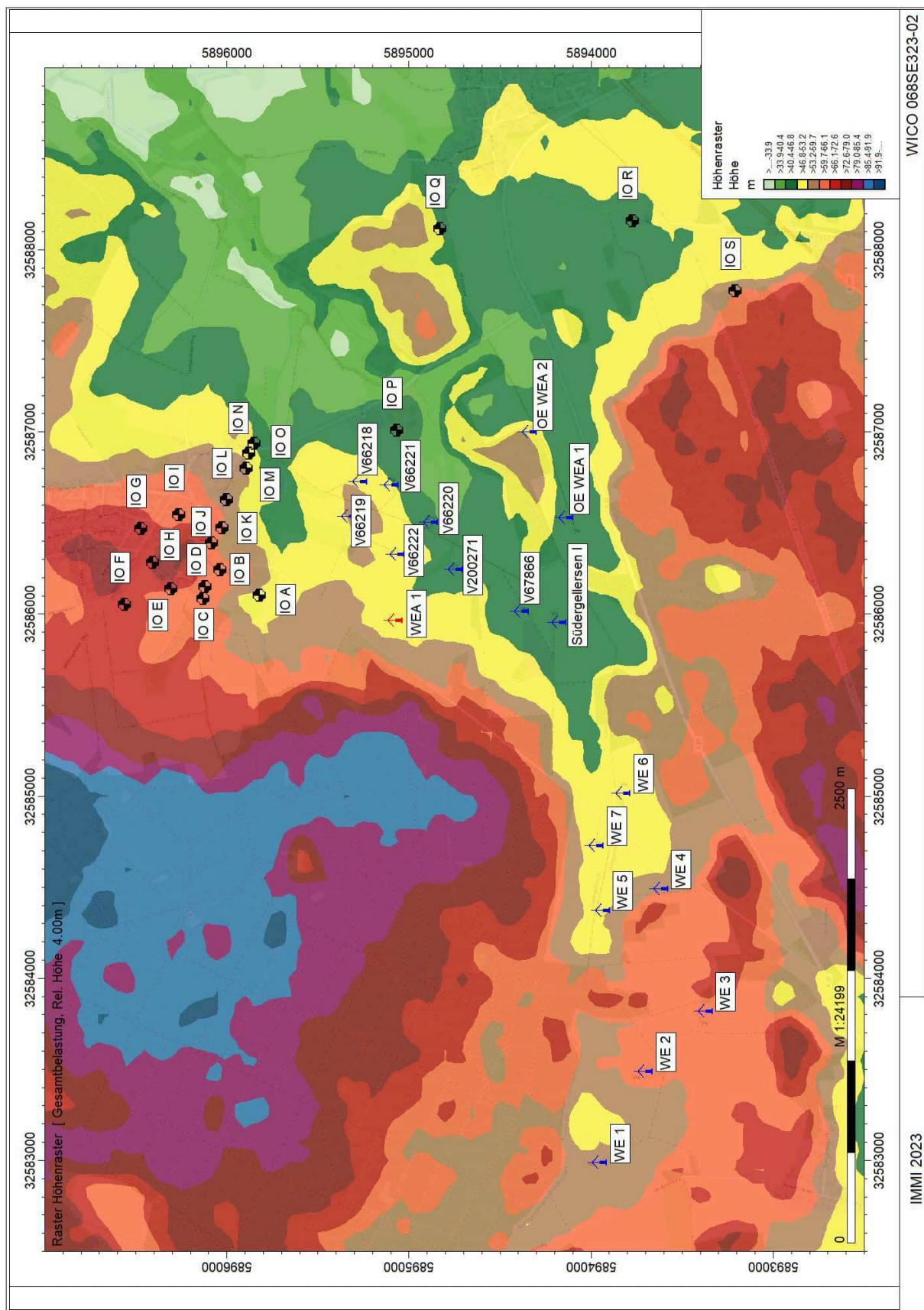
**Tabelle 12.6:** Übersicht der Parameter der Immissionsorte

Bez.	Adresse	X	Y	Z <sub>rel</sub>	Einstufung nach baulicher Nutzung	Immissionsrichtwert	
		/ m	/ m	/ m		Tag / dB(A)	Nacht / dB(A)
IO A	Grillplatz „Zum alten Schafstall“	32 586106	5895822	5	GE	65	50
IO B	Wetzer Weg (Neubau)	32 586247	5896037	5	MD	60	45
IO C	Forstweg 17	32 586088	5896132	5	MD	60	45
IO D	Forstweg 11	32 586153	5896119	5	MD	60	45
IO E	Heidberg 11	32 586142	5896306	5	MD	60	45
IO F	Westergellerser Str. 39	32 586054	5896564	5	MD	60	45
IO G	Birkenweg 1	32 586474	5896471	5	WA	55	40
IO H	Westergellerser Weg 21	32 586284	5896408	5	MD	60	45
IO I	Westergellerser Weg 1	32 586549	5896263	5	MD	60	45
IO J	Im alten Dorfe 2a	32 586394	5896083	5	MD	60	45
IO K	Im alten Dorfe 4	32 586478	5896026	5	MD	60	45
IO L	Poggendorf 8	32 586630	5896003	5	MD	60	45
IO M	Poggendorf 3	32 586804	5895894	5	MD	60	45
IO N	Oerzer Str. 19	32 586886	5895878	5	MD	60	45
IO O	Oerzer Str. 17	32 586941	5895852	5	MD	60	45
IO P	Industriegebiet Südergellersen	32 587012	5895067	5	GE	65	50
IO Q	Westerheide 28	32 588120	5894829	5	MD	60	45
IO R	Zum Hasel 10	32 588163	5893772	5	MD	60	45
IO S	Zum Hasel 5	32 587779	5893209	5	MD	60	45

## 12.12 Lageplan – Rechenmodell



## 12.13 Digitales Höhenmodell



## 12.14 Verwendetes Rechenmodell in IMMI

Berechnungseinstellung	Kopie von Referenz	
Rechenmodell	Punktberechnung	Rasterberechnung
GLEITENDE ANPASSUNG DES ERHEBUNGSGEBIETES AN DIE LAGE DES IPKT		
L/m		
Geländekanten als Hindernisse	Nein	Nein
Verbesserte Interpolation in den Randbereichen	Ja	Ja
Freifeld vor Reflexionsflächen /m		
für Quellen	1.0	1.0
für Immissionspunkte	1.0	1.0
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein	Nein
Zwischenausgaben	Keine	Keine
ART DER EINSTELLUNG		
Reichweite von Quellen begrenzen:	Referenzeinstellung	Referenzeinstellung
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja
Beschränkung der Projektion	Nein	Nein
* Radius /m um Quelle herum:		
* Radius /m um IP herum:		
Mindestlänge für Teilstücke /m	1.0	1.0
Variable Min.-Länge für Teilstücke:		
* in Prozent des Abstandes IP-Quelle	Nein	Nein
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1.0	1.0
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:	Nein	Nein
* Einfügungsdämpfung begrenzen:		
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:		
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:		
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613		
* Seitlicher Umweg	Ja	Ja
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein
REFLEXION		
Reflexion (max. Ordnung)	1	1
Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein
* Suchradius /m		
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen:		
* Radius um Quelle oder IP /m:	Nein	Nein
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Ja
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein
TEILSTÜCK-KONTROLLE		
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Nein	Nein
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein

## 12.15 Einzelpunktberechnung – Zusatzbelastung

Lange Liste - Alle Teilquellen / A-Summenpegel gebildet	
---	--

Immissionsberechnung	Beurteilung nach TA Lärm (1998)
Zusatzbelastung	Einstellung: Kopie von Referenz

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m	IPKT: y /m	IPKT: z /m
IPkt001	IO A	32586106.0	5895822.0	57.1

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	753.66	68.54	1.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		23.98
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	753.66	68.54	2.21	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.02
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	753.66	68.54	2.08	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.12
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	753.66	68.54	2.05	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		26.63
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	753.66	68.54	2.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.54
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	753.66	68.54	2.08	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.50
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	753.66	68.54	2.12	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.19
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	753.66	68.54	2.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.87
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	753.66	68.54	2.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		35.40
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	753.66	68.54	2.12	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		36.45
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	753.66	68.54	2.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.08
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	753.66	68.54	2.19	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.37
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	753.66	68.54	2.20	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.26
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	753.66	68.54	2.23	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.18
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	753.66	68.54	2.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.02
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	753.66	68.54	2.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.01
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	753.66	68.54	2.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.30
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	753.66	68.54	2.33	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		37.26

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt002	IO B	32586247.0			5896037.0			68.1		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	992.20	70.93	2.20	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.17
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	992.20	70.93	2.68	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.17
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	992.20	70.93	2.53	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.28
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	992.20	70.93	2.50	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		23.78
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	992.20	70.93	2.55	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.69
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	992.20	70.93	2.54	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		27.65
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	992.20	70.93	2.60	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		29.32
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	992.20	70.93	2.56	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.01
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	992.20	70.93	2.56	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.54
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	992.20	70.93	2.59	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.59
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	992.20	70.93	2.66	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.21
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	992.20	70.93	2.68	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.49
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	992.20	70.93	2.69	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.38
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	992.20	70.93	2.73	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.30
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	992.20	70.93	2.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.12
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	992.20	70.93	2.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.11
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	992.20	70.93	2.81	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.40
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	992.20	70.93	2.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		34.36

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt003	IO C	32586088.0			5896132.0			67.9		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1054.0	71.46	2.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.54
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1054.0	71.46	2.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.53
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1054.0	71.46	2.64	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.64
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1054.0	71.46	2.62	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		23.14
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1054.0	71.46	2.66	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.05
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1054.0	71.46	2.65	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		27.01
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1054.0	71.46	2.72	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.68
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1054.0	71.46	2.67	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.37
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1054.0	71.46	2.67	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.90
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1054.0	71.46	2.71	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.95
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1054.0	71.46	2.77	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.56
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1054.0	71.46	2.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.85
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1054.0	71.46	2.81	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.74
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1054.0	71.46	2.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.66
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1054.0	71.46	2.96	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.47
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1054.0	71.46	2.96	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.46
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1054.0	71.46	2.93	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.75
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1054.0	71.46	2.98	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.71

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt004	IO D	32586153.0			5896119.0			68.5		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1050.4	71.43	2.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.58
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1050.4	71.43	2.78	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.57
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1050.4	71.43	2.64	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.68
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1050.4	71.43	2.61	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.18
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1050.4	71.43	2.65	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.09
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1050.4	71.43	2.65	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.05
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1050.4	71.43	2.71	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.72
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1050.4	71.43	2.66	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.40
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1050.4	71.43	2.67	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.94
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1050.4	71.43	2.70	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.98
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1050.4	71.43	2.77	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.60
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1050.4	71.43	2.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.89
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1050.4	71.43	2.80	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.78
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1050.4	71.43	2.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.69
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1050.4	71.43	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.51
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1050.4	71.43	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.50
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1050.4	71.43	2.93	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.79
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1050.4	71.43	2.97	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.74

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt005	IO E	32586142.0			5896306.0			72.3		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1232.3	72.81	2.59	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.90
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1232.3	72.81	3.10	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.87
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1232.3	72.81	2.94	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.98
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1232.3	72.81	2.92	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.48
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1232.3	72.81	2.97	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.39
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1232.3	72.81	2.96	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.35
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1232.3	72.81	3.04	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.01
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1232.3	72.81	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.69
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1232.3	72.81	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.23
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1232.3	72.81	3.02	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.28
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1232.3	72.81	3.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.89
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1232.3	72.81	3.11	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.18
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1232.3	72.81	3.13	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.06
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1232.3	72.81	3.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.97
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1232.3	72.81	3.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.77
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1232.3	72.81	3.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.76
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1232.3	72.81	3.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.05
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1232.3	72.81	3.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.01

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt006	IO F	32586054.0			5896564.0			75.4		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1479.7	74.40	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.95
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1479.7	74.40	3.49	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.89
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1479.7	74.40	3.33	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.01
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1479.7	74.40	3.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.49
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1479.7	74.40	3.36	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.40
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1479.7	74.40	3.36	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.36
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1479.7	74.40	3.45	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1479.7	74.40	3.39	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.70
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1479.7	74.40	3.39	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.24
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1479.7	74.40	3.42	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.28
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1479.7	74.40	3.51	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.88
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1479.7	74.40	3.52	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.18
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1479.7	74.40	3.55	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.06
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1479.7	74.40	3.59	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.96
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1479.7	74.40	3.74	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.75
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1479.7	74.40	3.73	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.74
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1479.7	74.40	3.71	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.03
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1479.7	74.40	3.75	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.98

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt007	IO G	32586474.0			5896471.0			72.8		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1473.3	74.37	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1473.3	74.37	3.48	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.93
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1473.3	74.37	3.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.06
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1473.3	74.37	3.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.54
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1473.3	74.37	3.35	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.45
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1473.3	74.37	3.35	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.41
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1473.3	74.37	3.44	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.05
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1473.3	74.37	3.38	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.75
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1473.3	74.37	3.38	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.29
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1473.3	74.37	3.41	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.33
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1473.3	74.37	3.50	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.93
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1473.3	74.37	3.51	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.22
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1473.3	74.37	3.54	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.10
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1473.3	74.37	3.58	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.01
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1473.3	74.37	3.73	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.79
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1473.3	74.37	3.72	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.79
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1473.3	74.37	3.70	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.08
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1473.3	74.37	3.74	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.03

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt008	IO H	32586284.0			5896408.0			76.9		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1358.2	73.66	2.78	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		17.87
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1358.2	73.66	3.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		17.82
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1358.2	73.66	3.15	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		18.94
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1358.2	73.66	3.13	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.43
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1358.2	73.66	3.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.34
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1358.2	73.66	3.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.29
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1358.2	73.66	3.25	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.95
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1358.2	73.66	3.20	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		27.64
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1358.2	73.66	3.20	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		29.18
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1358.2	73.66	3.23	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.22
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1358.2	73.66	3.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.83
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1358.2	73.66	3.33	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.12
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1358.2	73.66	3.35	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.00
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1358.2	73.66	3.39	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.91
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1358.2	73.66	3.53	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.70
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1358.2	73.66	3.52	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.69
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1358.2	73.66	3.50	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.98
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1358.2	73.66	3.54	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.94

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt009	IO I	32586549.0			5896263.0			68.4		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1312.0	73.36	2.71	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		18.24
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1312.0	73.36	3.23	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		18.19
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1312.0	73.36	3.07	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.31
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1312.0	73.36	3.05	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.80
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1312.0	73.36	3.10	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.71
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1312.0	73.36	3.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.67
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1312.0	73.36	3.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		26.32
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1312.0	73.36	3.12	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.02
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1312.0	73.36	3.12	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		29.56
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1312.0	73.36	3.15	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.60
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1312.0	73.36	3.23	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.20
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1312.0	73.36	3.25	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.49
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1312.0	73.36	3.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.38
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1312.0	73.36	3.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.29
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1312.0	73.36	3.45	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.08
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1312.0	73.36	3.44	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.08
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1312.0	73.36	3.42	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.36
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1312.0	73.36	3.46	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.32

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt010	IO J	32586394.0			5896083.0			68.8		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1084.6	71.71	2.36	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.25
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1084.6	71.71	2.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.23
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1084.6	71.71	2.69	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.34
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1084.6	71.71	2.67	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.84
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1084.6	71.71	2.72	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.75
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1084.6	71.71	2.71	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		26.71
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1084.6	71.71	2.77	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.38
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1084.6	71.71	2.73	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.06
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1084.6	71.71	2.73	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.60
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1084.6	71.71	2.76	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.64
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1084.6	71.71	2.83	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.26
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1084.6	71.71	2.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.55
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1084.6	71.71	2.87	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.43
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1084.6	71.71	2.90	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.35
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1084.6	71.71	3.02	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.16
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1084.6	71.71	3.02	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.15
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1084.6	71.71	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.44
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1084.6	71.71	3.04	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.40

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt011	IO K	32586478.0			5896026.0			66.2		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1070.1	71.59	2.33	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.39
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1070.1	71.59	2.82	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.37
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1070.1	71.59	2.67	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.48
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1070.1	71.59	2.64	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.98
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1070.1	71.59	2.69	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.89
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1070.1	71.59	2.68	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		26.85
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1070.1	71.59	2.75	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.52
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1070.1	71.59	2.70	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.21
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1070.1	71.59	2.70	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.74
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1070.1	71.59	2.74	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.79
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1070.1	71.59	2.80	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.40
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1070.1	71.59	2.82	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.69
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1070.1	71.59	2.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.58
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1070.1	71.59	2.88	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.49
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1070.1	71.59	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.31
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1070.1	71.59	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.30
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1070.1	71.59	2.97	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.59
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1070.1	71.59	3.01	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.54

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt012	IO L	32586630.0			5896003.0			62.7		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1131.6	72.07	2.43	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.80
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1131.6	72.07	2.92	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.78
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1131.6	72.07	2.78	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.89
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1131.6	72.07	2.75	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.39
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1131.6	72.07	2.80	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.30
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1131.6	72.07	2.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		26.26
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1131.6	72.07	2.86	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		27.92
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1131.6	72.07	2.81	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		29.61
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1131.6	72.07	2.81	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.15
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1131.6	72.07	2.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.19
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1131.6	72.07	2.92	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.80
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1131.6	72.07	2.93	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		33.09
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1131.6	72.07	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.98
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1131.6	72.07	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.89
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1131.6	72.07	3.11	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.70
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1131.6	72.07	3.11	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.69
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1131.6	72.07	3.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.98
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1131.6	72.07	3.13	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.94

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt013	IO M	32586804.0			5895894.0			59.5		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1163.5	72.32	2.48	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.51
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1163.5	72.32	2.98	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.48
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1163.5	72.32	2.83	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.60
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1163.5	72.32	2.81	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		22.09
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1163.5	72.32	2.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		24.00
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1163.5	72.32	2.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.96
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1163.5	72.32	2.92	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		27.63
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1163.5	72.32	2.87	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		29.31
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1163.5	72.32	2.87	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.85
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1163.5	72.32	2.90	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.89
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1163.5	72.32	2.97	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.51
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1163.5	72.32	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.79
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1163.5	72.32	3.01	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.68
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1163.5	72.32	3.05	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.59
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1163.5	72.32	3.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.40
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1163.5	72.32	3.17	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.39
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1163.5	72.32	3.15	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.68
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1163.5	72.32	3.19	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.64

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt014	IO N	32586886.0			5895878.0			55.0		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1213.5	72.68	2.56	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.07
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1213.5	72.68	3.06	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.03
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1213.5	72.68	2.91	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		20.15
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1213.5	72.68	2.89	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.64
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1213.5	72.68	2.94	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		23.55
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1213.5	72.68	2.93	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.51
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1213.5	72.68	3.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		27.17
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1213.5	72.68	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.86
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1213.5	72.68	2.96	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.40
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1213.5	72.68	2.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.44
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1213.5	72.68	3.06	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.05
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1213.5	72.68	3.08	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.34
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1213.5	72.68	3.10	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.23
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1213.5	72.68	3.14	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.14
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1213.5	72.68	3.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.94
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1213.5	72.68	3.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.93
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1213.5	72.68	3.24	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.22
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1213.5	72.68	3.28	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.18

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt015	IO O	32586941.0			5895852.0			51.1		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet											
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet		LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB		/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1239.7	72.87	2.60	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		18.84
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1239.7	72.87	3.11	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		18.80
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1239.7	72.87	2.96	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		19.92
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1239.7	72.87	2.94	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		21.41
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1239.7	72.87	2.98	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		23.32
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1239.7	72.87	2.98	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		25.28
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1239.7	72.87	3.05	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		26.94
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1239.7	72.87	3.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		28.63
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1239.7	72.87	3.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		30.17
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1239.7	72.87	3.03	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.21
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1239.7	72.87	3.11	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.82
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1239.7	72.87	3.13	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		32.11
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1239.7	72.87	3.14	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.99
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1239.7	72.87	3.19	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.91
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1239.7	72.87	3.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.70
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1239.7	72.87	3.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.70
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1239.7	72.87	3.29	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.99
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1239.7	72.87	3.33	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00		31.94

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt016	IO P	32587012.0			5895067.0			47.2		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	1049.1	71.42	2.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.59
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	1049.1	71.42	2.78	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.58
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	1049.1	71.42	2.63	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.69
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	1049.1	71.42	2.61	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.19
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	1049.1	71.42	2.65	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.10
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	1049.1	71.42	2.65	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.06
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	1049.1	71.42	2.71	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.73
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	1049.1	71.42	2.66	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.42
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	1049.1	71.42	2.67	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.95
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	1049.1	71.42	2.70	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	1049.1	71.42	2.76	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.61
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	1049.1	71.42	2.78	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.90
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	1049.1	71.42	2.80	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.79
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	1049.1	71.42	2.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.71
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	1049.1	71.42	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.52
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	1049.1	71.42	2.95	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.51
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	1049.1	71.42	2.92	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.80
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	1049.1	71.42	2.97	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.76

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt017	IO Q	32588120.0			5894829.0			52.1		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	2168.3	77.72	3.84	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.74
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	2168.3	77.72	4.42	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.63
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	2168.3	77.72	4.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	2168.3	77.72	4.29	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.21
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	2168.3	77.72	4.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.13
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	2168.3	77.72	4.32	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.08
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	2168.3	77.72	4.45	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.69
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	2168.3	77.72	4.38	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.39
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	2168.3	77.72	4.37	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.95
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	2168.3	77.72	4.40	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.99
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	2168.3	77.72	4.50	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.57
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	2168.3	77.72	4.51	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.87
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	2168.3	77.72	4.54	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.74
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	2168.3	77.72	4.60	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.64
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	2168.3	77.72	4.78	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.38
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	2168.3	77.72	4.77	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.39
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	2168.3	77.72	4.74	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.68
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	2168.3	77.72	4.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.62

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt018	IO R	32588163.0			5893772.0			51.5		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	2560.7	79.17	4.29	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.85
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	2560.7	79.17	4.88	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.72
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	2560.7	79.17	4.74	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.84
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	2560.7	79.17	4.77	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.28
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	2560.7	79.17	4.80	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.21
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	2560.7	79.17	4.80	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.16
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	2560.7	79.17	4.94	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.75
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	2560.7	79.17	4.87	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.46
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	2560.7	79.17	4.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.02
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	2560.7	79.17	4.88	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.06
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	2560.7	79.17	4.99	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.63
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	2560.7	79.17	5.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.93
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	2560.7	79.17	5.03	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.80
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	2560.7	79.17	5.09	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.70
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	2560.7	79.17	5.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.42
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	2560.7	79.17	5.27	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.44
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	2560.7	79.17	5.25	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.72
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	2560.7	79.17	5.30	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.67

IPKT	IPKT: Bezeichnung	IPKT: x /m			IPKT: y /m			IPKT: z /m		
IPkt019	IO S	32587779.0			5893209.0			63.3		

ISO 9613-2		LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet										
Element	Bezeichnung	Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LfT
		/dB	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB
WEAI002	WEA 1_4,5	91.31	0.00	2611.4	79.34	4.34	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.63
WEAI003	WEA 1_5,0	91.78	0.00	2611.4	79.34	4.94	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50
WEAI004	WEA 1_5,5	92.74	0.00	2611.4	79.34	4.79	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.61
WEAI005	WEA 1_6,0	94.22	0.00	2611.4	79.34	4.83	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.05
WEAI006	WEA 1_6,5	96.17	0.00	2611.4	79.34	4.85	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.98
WEAI007	WEA 1_7,0	98.12	0.00	2611.4	79.34	4.86	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.93
WEAI008	WEA 1_7,5	99.86	0.00	2611.4	79.34	5.01	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.51
WEAI009	WEA 1_8,0	101.50	0.00	2611.4	79.34	4.93	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.23
WEAI010	WEA 1_8,5	103.04	0.00	2611.4	79.34	4.91	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.79
WEAI011	WEA 1_9,0	104.11	0.00	2611.4	79.34	4.94	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.84
WEAI012	WEA 1_9,5	104.79	0.00	2611.4	79.34	5.06	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.40
WEAI013	WEA 1_10,0	105.10	0.00	2611.4	79.34	5.06	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.70
WEAI014	WEA 1_10,5	105.01	0.00	2611.4	79.34	5.10	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.57
WEAI015	WEA 1_11,0	104.96	0.00	2611.4	79.34	5.16	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.47
WEAI016	WEA 1_11,5	104.89	0.00	2611.4	79.34	5.36	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.19
WEAI017	WEA 1_12,0	104.88	0.00	2611.4	79.34	5.34	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.20
WEAI018	WEA 1_12,5	105.14	0.00	2611.4	79.34	5.31	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.49
WEAI019	WEA 1_13,0	105.14	0.00	2611.4	79.34	5.36	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.44

## 12.16 Legende zu Anhang 12.15

DIN/ISO 9613-2, Okt.1999. Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren

LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet

101	AM	/dB	Gesamtes Ausbreitungsmaß = Differenz zwischen Emission und Immission
102	DC	/dB	Raumwinkelmaß+Richtwirkungsmaß+Bodenreflexion (frq.-unabh. Berechnung)
			Dc = D0 + DI + Domega
103	DI	/dB	Richtwirkungsmaß
104	Adiv	/dB	Abstandsmaß
105	Aatm	/dB	Luftabsorptionsmaß
106	Agr	/dB	Bodendämpfungsmaß in dB
107	Afol	/dB	Bewuchsdämpfungsmaß
108	Ahous	/dB	Bebauungsdämpfungsmaß
109	Ddg	/dB	Summe von Bewuchs- und Bebauungsdämpfungsmaß
110	Abar	/dB	Einfügungsdämpfungsmaß eines Schallschirms
111	Cmet	/dB	Meteorologische Korrektur
112	Lw	/dB	Schallleistungspegel
113	LfT	/dB	Lr,i
114	Lr,i	/dB	Teilpegel der i-ten Quelle
115	Lr,(IP)	/dB	Gesamtpegel am Immissionspunkt