

# **GERÄUSCHIMMISSIONSGUTACHTEN**

für den Betrieb von

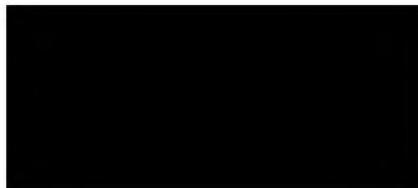
**EINE WINDENERGIEANLAGE**

**TYP ENERCON E-82 E2 MIT 108,4 M NABENHÖHE**

am Standort

**GAMLEN**

**AUFTRAGGEBER:**



**AUFTRAGNEHMER:**

Ingenieurbüro PLANkon  
Dipl. Ing. Roman Wagner vom Berg  
Blumenstr. 15  
26121 Oldenburg  
Tel.: 0441-390340

**BERICHTSNUMMER:**

PK 2012055-SLG

**DATUM:**

15.11.2013

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	3
2	Kartengrundlagen.....	3
3	Standortbeschreibung .....	4
4	Daten der emittierenden Windenergieanlagen.....	5
5	Randbedingungen und Berechnungsverfahren.....	10
6	Immissionsrichtwerte und Immissionspunkte.....	13
7	Ermittlung der Geräuschemissionen.....	14
8	Beurteilung .....	20
9	Quellenverzeichnis.....	22
10	Anlagen zum Geräuschemissionsgutachten eine WEA in Gamlen.....	23

---

## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Für den Standort Gamlen ist die Aufstellung von einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-82 E2 geplant. Die geplante Nabenhöhe beträgt 108,4 m, der Rotordurchmesser misst 82 m und die Nennleistung der Anlage beträgt 2.300 kW.

In der näheren Umgebung der geplanten Anlage werden bereits diverse WEA betrieben bzw. sind genehmigt worden oder befinden sich noch im Antragsverfahren. Alle diese WEA sind als Vorbelastung berücksichtigt worden.

Der Auftraggeber, die [REDACTED], beauftragte das Ingenieurbüro PLANkon mit der Erstellung einer Geräuschimmissionsprognose für die geplante Windkraftanlage. Die hier vorgenommene Begutachtung erfolgt im Rahmen des BImSchG-Genehmigungsverfahrens.

Eine Voraussetzung für den Betrieb von Windenergieanlagen ist die genehmigungsfähige Höhe der durch den Anlagenbetrieb verursachten Schallimmissionen an den für die Untersuchung relevanten Immissionspunkten. Die zu beurteilenden Immissionspunkte leiten sich aus den örtlichen Gegebenheiten unter Berücksichtigung ihrer Lage und Nutzung ab, bzw. aus der Festschreibung in der Bauleitplanung.

Im Rahmen dieses Gutachtens erfolgt eine Prognoseberechnung der entstehenden Geräuschimmissionen, die durch den Betrieb der Windenergieanlagen (WEA) hervorgerufen werden, für jeden relevanten Immissionspunkt. Die aus den Geräuschimmissionen entstehenden Umwelteinwirkungen werden hinsichtlich einer dem geltenden BimSchG /4/ entsprechenden Genehmigungsfähigkeit untersucht.

Die Windenergieanlage soll zu jeder Tages- und Nachtzeit betrieben werden können.

Die Formulare Anlage A und B sind schon durch den Antragsteller eingereicht worden.

## 2 Kartengrundlagen

1. Topographische Karten im Maßstab 1 : 10.000

### 3 Standortbeschreibung

Die Gemeinde Gamlen gehört zum Kreis Cochem – Zell und liegt im Bundesland Rheinland Pfalz. Der Auftraggeber plant hier eine Windkraftanlage des Typs Enercon E-82 E2.

In der näheren Umgebung der geplanten WEA werden bereits 24 WEA diverser Typen betrieben bzw. sind genehmigt worden oder befinden sich noch im Antragsverfahren. Die vorhandenen bzw. fremdgeplanten WEA sind der folgenden Liste zu entnehmen:

Anzahl	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Nennleistung [kW]	Status
4	Enercon E-40 /6.44	65	44	600	vorhanden
4	Enercon E-53	73,3	53	800	vorhanden
1	Enercon E-82 E 1	85	82	2.000	vorhanden
4	GE Wind Energy 1,5 sl	85	77	1.500	vorhanden
2	Nordex N90	80 und 100	90	2.300	vorhanden
2	Vestas V90	95	90	2.000	vorhanden
5	Vestas V90	105	90	2.000	vorhanden
2	Fuhrländer MD 77	61,5 und 85	77	1.500	vorhanden

Die in der Tabelle dargestellten 24 WEA wurden bei der Schallberechnung der geplanten WEA als Vorbelastung berücksichtigt.

Weitere für die Untersuchung relevante Schallquellen gewerblichen Lärms sind nicht bekannt.

Das Gebiet um den Standort stellt sich als landwirtschaftlich genutzter Einwirkungsbereich dar. Die geplante WEA befindet sich zwischen den Ortschaften Düngenheim, Kaifenheim, Gamlen und Eulgem. Die Anlage besitzt zu den Orten eine Entfernung von mindestens 860 m (Gamlen).

Als Immissionspunkte werden die als Wohnhäuser im Außenbereich und an den Ortsrändern gekennzeichneten Gebäude berücksichtigt. Die Koordinaten der geplanten Immissionspunkte wurden mit Hilfe der verwendeten Berechnungssoftware aus dem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Kartenmaterial ermittelt. Die Koordinaten der vorhandenen WEA wurden den Angaben des Auftraggebers (diese stammen dann vom zuständigen Landkreis) entnommen.

## 4 Daten der emittierenden Windenergieanlagen

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei dreifacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlage Enercon E-82 E1 im Vollastmodus ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 103,8 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 7,9$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei dreifacher Vermessung der geplanten Windenergieanlage Enercon E-82 E2 im 1.000 kW - Modus ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 99,1 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 6,6$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei einfacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen Enercon E-40/6.44 im Vollastmodus ein Messwert des Schalleistungspegels von 100,8 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 10$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei dreifacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen Enercon E-53 im Vollastmodus ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 101,4 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 9$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei 12facher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen GE Wind Energy 1,5 sl im Vollastmodus ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 103,9 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 8,3$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei dreifacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen Typ Nordex N 90 (NH 80 und 100 m) im Vollastmodus ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 103,3 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 8$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei dreifacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen Typ Vestas V 90 (NH 95 und 105 m) im Vollastmodus (Mode 0) ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 103,4 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 7$  m/s (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

---

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei dreifacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen Typ Vestas V 90 (NH 105 m) im Mode 2 ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 100,2 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 10$  m/s (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Gemäß Prüfbericht ergibt sich bei einfacher Vermessung der vorhandenen Windenergieanlagen Typ Fuhrländer MD 77 im Modus 1300 kW ein Messwert des Schalleistungspegels von 100,2 dB(A) bei einer Beurteilungssituation  $v(10) = 10$  m/s, der dem Messergebnis bei 95 % der Nennleistung entspricht (s. Auszug Messbericht). Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Für eine Betrachtung relevanter Infraschall wird von heutigen Windkraftanlagen nachweislich nicht emittiert, an dieser Stelle sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen. Es ist in der Regel feststellbar, dass im Lärmspektrum der Windkraftanlagen Frequenzen, die kleiner als 30 Hz sind und somit dem Infraschall zugeordnet werden, vorkommen, wobei die gesundheitsgefährdenden Frequenzen unter 20 Hz liegen. Dabei ist bezogen auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung durch Infraschall zu untersuchen in welchen Pegeln (Schallstärken) diese Frequenzen auftreten können. Wie in Untersuchungen des DEWI (Deutsches Windenergieinstitut) /9/ festgestellt wurde, sind Gesundheitsgefährdungen erst ab Pegeln von 120 dB zu erwarten. Die Schwelle der Wahrnehmbarkeit dieser Frequenzen liegt bei 95 dB. Darunter können diese Frequenzen nicht wahrgenommen werden und es treten keine Beeinträchtigungen auf. Da Schall unter 20 dB vom Gehör i.d.R. nicht mehr wahrgenommen kann ist hier unter Wahrnehmung die ggf. auftretende Beeinträchtigung zu verstehen. Gem. den Untersuchungen des DEWI /9/ und Kötter /10/ beträgt der Schallpegel tieffrequenter Geräusche von WEA in 100 m Entfernung noch 58 dB und liegt somit weit unter der Schallstärke, die in irgendeiner Form Beeinträchtigungen hervorrufen könnte.

Abschließend sei hier noch der Hinweis angebracht, dass wenn Infraschall tatsächlich in gesundheitsschädigendem Maße von Windkraftanlagen ausgehen würde, schon entsprechende Auswirkungen beim Wartungspersonal oder Errichtungspersonal für WEA etc. und bei unter Windkraftanlagen arbeitenden Landwirten aufgetreten wären oder hätten festgestellt werden können. Dies ist mir nicht bekannt und meines Wissens nicht der Fall.

Die wichtigsten, für die Prognoseberechnung erforderlichen Daten der untersuchten Windenergieanlagen folgen im Überblick:

Parameter	Geplante WEA Enercon E-82 E2 Modus 1.000 kW	vorh. Enercon E-82 E1	vorh. Enercon E-40/6.44
WEA - Typ	Enercon E-82 E2	Enercon E-82 E1	Enercon E-40/6.44
Nennleistung	Schallred. Modus 1.000 kW, bei Vollast 2.300 kW	2.000 kW	600 kW
Rotordurchmesser	82,0 m	82,0 m	44,0 m
Nabenhöhe	108,4 m	85,0 m	65,0 m
Vermessung Schall	Kötter	Müller BBM, Kötter	Windconsult
max. Schallpegel	99,1 dB(A)	103,8 dB(A)	100,8 dB(A)
Tonhaltigkeit $K_T$	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit $K_I$	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,3 dB(A)	2,1 dB(A)	2,5 dB(A)
Summe	101,4 dB(A)	105,9 dB(A)	103,3 dB(A)

Parameter	vorh. Enercon E-53	vorh. GE Wind Energy 1,5 sl	vorh. Nordex N 90
WEA - Typ	Enercon E-53	GE Wind Energy 1,5 sl	Nordex N 90
Nennleistung	800 kW	1500 kW	2.300 kW
Rotordurchmesser	53,0 m	77,0 m	90,0 m
Nabenhöhe	73,3 m	85,0 m	80 und 100 m
Vermessung Schall	Windtest, Müller BBM	Windtest, Kötter., Windconsult	Windconsult, Windtest
max. Schallpegel	101,4 dB(A)	103,9 dB(A)	103,3 dB(A)
Tonhaltigkeit $K_T$	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit $K_I$	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,1 dB(A)	2,1 dB(A)	2,1 dB(A)
Summe	103,5 dB(A)	106,0 dB(A)	105,4 dB(A)

Parameter	vorh. Vestas V90 Mode 0	vorh. Vestas V90 Mode 2	vorh. Fuhrländer MD 77 Modus 1300 kW
WEA - Typ	Vestas V90	Vestas V90	Fuhrländer MD 77
Nennleistung	2.000 kW	2.000 kW	Schallred.. Modus 1.300 kW, bei Vollast 1.500 kW
Rotordurchmesser	90,0 m	90,0 m	77,0 m
Nabenhöhe	95 und 105 m	105 m	61,5 und 85 m
Vermessung Schall	Windtest	Windtest, Kötter	Windtest
max. Schallpegel	103,4 dB(A)	100,2 dB(A)	100,2 dB(A)
Tonhaltigkeit $K_T$	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit $K_I$	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	2,0 dB(A)	2,5 dB(A)	2,5 dB(A)
Summe	105,4 dB(A)	102,7 dB(A)	102,7 dB(A)

Es wurde aufgrund von Forderungen der zuständigen Genehmigungsbehörde eine zusätzliche Sicherheitsbetrachtung der verwendeten Emissionspegel unter Berücksichtigung der Ungenauigkeiten des Berechnungsmodells gefordert. Es werden Unsicherheiten für Messwerte, die Serienstreuung und die Ausbreitungsberechnung angesetzt. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit werden die Einzelunsicherheiten quadriert und aufsummiert. Aus der Summe wird die Wurzel gezogen. Das Ergebnis wird zur Würdigung einer 10 %-igen Irrtumswahrscheinlichkeit mit dem Faktor 1,28 multipliziert.

**Die Unsicherheit der Vermessungen der Emissionspegel von WEA wird gem. dem Windenergie-Handbuch (Nordrhein-Westfalen) bei FGW-konformen Messberichten (konform zu TR 1, FGW) mit 0,5 dB(A) angesetzt. Dies wurde gem. dem Windenergie-Handbuch (Nordrhein-Westfalen) in Ringversuchen bestätigt.**

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ Enercon E-82 E1 Vollastmodus bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Dreifachvermessung 0,4 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,1 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 0,4^2)^{0,5} = 2,1 \text{ dB(A)}$$

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ Enercon E-82 E2 1.000 kW Modus bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von

1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Dreifachvermessung 0,8 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,3 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 0,8^2)^{0,5} = 2,3 \text{ dB(A)}$$

Für die vorh. WEA Enercon E-40/6.44 ergeben sich Unsicherheiten bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte infolge der vorhandenen Einfachvermessung von 1,2 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,5 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 1,2^2)^{0,5} = 2,5 \text{ dB(A)}$$

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ Enercon E-53 im Vollastmodus bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Dreifachvermessung 0,5 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,1 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 0,5^2)^{0,5} = 2,1 \text{ dB(A)}$$

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ GE Wind Energy im Vollastmodus bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Mehrfachvermessung 0,3 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,1 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 0,3^2)^{0,5} = 2,1 \text{ dB(A)}$$

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ Nordex N 90 im Vollastmodus bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Dreifachvermessung 0,4 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,1 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 0,4^2)^{0,5} = 2,1 \text{ dB(A)}$$

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ Vestas V 90 im Vollastmodus (Mode 0) bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Dreifachvermessung 0,2 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,0 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 0,2^2)^{0,5} = 2,0 \text{ dB(A)}$$

Für die o.g. Punkte ergeben sich Unsicherheiten für den WEA Typ Vestas V 90 im Mode 2 bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte durch die Auswertung der Dreifachvermessung 1,1 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,5 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 1,1^2)^{0,5} = 2,5 \text{ dB(A)}$$

Für die vorh. WEA Fuhrländer MD 77 im Modus 1.300 kW ergeben sich Unsicherheiten bei der schalltechnischen Vermessung von 0,5 dB(A), in der Prognoseberechnung von 1,5 dB(A) und für die Standardabweichung der Messwerte infolge der vorhandenen Einfachvermessung von 1,2 dB(A). Es ergibt sich der Wert 2,5 dB(A).

$$U_{\text{ges}} = 1,28 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2)^{0,5} = 1,28 \cdot (0,5^2 + 1,5^2 + 1,2^2)^{0,5} = 2,5 \text{ dB(A)}$$

## 5 Randbedingungen und Berechnungsverfahren

Windenergieanlagen erzeugen abhängig von der Windgeschwindigkeit zwei Arten von Geräuschen. Zum Einen entstehen Maschinengeräusche durch Generator und Getriebe mit einem anlagenabhängigen Frequenzspektrum, zum Anderen entstehen aerodynamische Geräusche infolge der Luftverwirbelungen an den Rotorblättern, die ein breitbandiges Frequenzspektrum aufweisen.

Schallimmissionspegel werden als A-bewertete Schallpegel in der Einheit Dezibel dB(A) angegeben. Die A-Bewertung berücksichtigt das vom menschlichen Gehör subjektiv wahrnehmbare Frequenzspektrum und Lärmempfinden. Die Schallemissionen der Windenergieanlagen liegen ebenfalls als A-bewertete Schalleistungspegel vor.

Aus den Frequenzspektren der Windenergieanlagen heraustretende Einzeltöne, die abhängig von ihrer Frequenz über weitere Entfernungen hörbar bleiben (Tonhaltigkeiten) und im Hörempfinden als besonders störend gelten, werden durch einen Tonhaltigkeitszuschlag  $k_T$  berücksichtigt.

Für eine Betrachtung relevanter Infraschall wird von heutigen Windenergieanlagen nachweislich nicht emittiert, an dieser Stelle sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

Die Beurteilungssituation ist bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe über Grund gegeben, dies entspricht  $v(10) = 10 \text{ m/s}$ . Es wird in dieser Situation davon ausgegangen, daß bei flachem Gelände für umliegende, von Bewuchs gesäumte Immissionspunkte die ungünstigste Beurteilungssituation entsteht, da dann nahezu die Nennleistung der Windenergieanlagen erreicht ist und die WEA i.d.R. den max. Schallpegel emittieren. Die windinduzierten Hintergrundgeräusche an den Immissionspunkten können sich dann im Bereich um ca. 45 dB(A) bewegen.

Die Berechnung der Schallausbreitung wird nach DIN ISO 9613-2 //7// vorgenommen. Die Berechnungen werden mit dem Programm „WINDPRO, Modul: DECIBEL“ der Fa. EMD durchgeführt. Die Ergebnisprotokolle sind im Anhang zu finden.

In der Regel wird, aufgrund der vorliegenden vermessenen Schallpegel als A-bewertete Schallpegel, die Berechnung mit einem A-bewerteten Emissionspegel der WEA durchgeführt. Für die Abschätzung der resultierenden Dämpfung der Schallausbreitung werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz angesetzt.

Der Schallpegel  $L_{AT}$  an einem Immissionsort im Abstand  $d$  vom Mittelpunkt einer Schallquelle wird für eine Mitwindwetterlage nach folgender Gleichung berechnet:

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

In der Formel bedeuten :

$L_{AT}$  : Beurteilungspegel am Immissionsort

$L_{WA}$  : Schalleistungspegel einer Punktschallquelle in dB bezogen auf Bezugsschalleistung von einem Picowatt an einem Punkt in dB(A)

$D_C$  : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0dB), aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden  $D_\Omega$ .

$$D_\Omega = 10Lg\left(1 + \left[\frac{d_p^2 + (h_s - h_r)^2}{d_p^2 + (h_s + h_r)^2}\right]\right)$$

Mit :

$h_s$  : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

$h_r$  : Höhe des Immissionspunktes über dem Grund (Nabenhöhe)

$d_p$  : Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene. Der Abstand bestimmt sich aus den x - und y - Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunktes (Index r)

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2}$$

A : Dämpfung zwischen der Punktschallquelle (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten :

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

$A_{div}$  : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

$$A_{div} = 20 \lg (d / 1m) + 11 \text{ dB}$$

d : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

$A_{atm}$  : Dämpfung durch Luftabsorption

$$A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000$$

$\alpha_{500}$ : Absorptionskoeffizient der Luft, hier 1,9 dB/km für 500 Hz bei 10° C und 70 % relative Luftfeuchte

Der Wert  $\alpha_{500}$  bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10° und relativer Luftfeuchte von 70 %)

$A_{gr}$  : Bodendämpfung

$$A_{gr} = 4,8 - (2h_m / h) \times (17 + (300 / d)) \geq 0$$

$h_m$  : mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über der Boden

$$h_m = (h_s + h_r) / 2$$

$h_s$  : Quelhöhe (Nabenhöhe);  $h_r$  : Aufpunkthöhe, hier 5 m

$A_{\text{bar}}$  : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutzmaßnahmen), hier  $A_{\text{bar}} = 0$

$A_{\text{misc}}$  : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung etc.)  
In der Regel gehen diese Effekte nicht in die Prognose ein; hier  $A_{\text{misc}} = 0$

In der Praxis dämpfen Bebauung und Bewuchs den Schall, d.h.  $A_{\text{misc}} > 0$ , insofern ist die hier vorgenommene Prognoserechnung konservativ angesetzt.

Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel  $L_{\text{AT}i}$  am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert. Gem. der TA-Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalleistungspegel  $L_{\text{AT}}$  bei Berücksichtigung von eventuell erforderlichen Zuschlägen nach der im folgenden aufgeführten Gleichung zu ermitteln :

$$L_{\text{AT}}(\text{LT}) = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{\text{AT}i} - C_{\text{met}} + K_{\text{li}} + K_{\text{li}})} \right)$$

$L_{\text{AT}}$  : Beurteilungspegel am Immissionsort

$L_{\text{AT}i}$  : Schallimmissionspegel einer Emissionsquelle  $i$  an dem Immissionspunkt

$i$  : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

$C_{\text{met}}$  : Meteorologische Korrektur (hier Ansatz  $C_0 = 2,0$ )

$K_{\text{Ti}}$  : Zuschlag für die Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle  $i$

$K_{\text{li}}$  : Zuschlag für die Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle  $i$

Für die Entstehung von tonhaltigen Geräuschen bei Windenergieanlagen können Anlagenteile wie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen verantwortlich sein. Die Hersteller bemühen sich durch konstruktive Maßnahmen Tonhaltigkeiten in den Geräuschemissionen bei Windenergieanlagen zu vermeiden, bzw. zu minimieren. Genauere Daten dazu sind in der Regel dem Meßbericht zu entnehmen.

Treten aus den Anlagengeräuschen Einzeltöne deutlich hervor, ist gem. TA-Lärm /3/ erforderlichenfalls ein Zuschlag  $K_T$  anzusetzen. In Abhängigkeit von der Auffälligkeit des Tones ist ein Zuschlag  $K_T$  von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen. Tritt die Tonhaltigkeit nur im Nahbereich der Windenergieanlage auf, so spricht man von einer Tonhaltigkeit  $K_{\text{TN}}$ . Bei Entfernungen ab 300 m ergeben sich aus Tonhaltigkeiten  $K_{\text{TN}}$  folgende Tonhaltigkeiten  $K_T$  :

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

$$K_T = 3 \text{ für } 2 < K_{\text{TN}} \leq 4$$

$$K_T = 6 \text{ für } K_{\text{TN}} > 4$$

## 6 Immissionsrichtwerte und Immissionspunkte

Für die Beurteilung von Industrie- und Gewerbegeräuschen sind in TA Lärm /3/ Immissionsrichtwerte sowohl für den Beurteilungspegel, als auch für Maximalpegel einzelner Geräuscheignisse genannt. Sie sind nach Einwirkungsorten entsprechend der baulichen Nutzung ihrer Umgebung, sowie nach Tag und Nacht unterteilt (s. Tabelle unten). Die Beurteilungspegel beziehen sich auf die Zeiträume tags von 6:00 bis 22:00 Uhr und nachts von 22:00 bis 6:00 Uhr. Somit werden auch die Einflüsse der Ortsüblichkeiten und des Zeitpunktes des Auftretens der Geräusche berücksichtigt. Im vorliegenden Fall ist die lauteste Nachtstunde maßgeblich.

Industriegebiete	tags und nachts 70 dB(A)
Gewerbegebiete	tags 65 dB(A) nachts 50 dB(A)
Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags 60 dB(A) nachts 45 dB(A)
Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags 55 dB(A) nachts 40 dB(A)
Reine Wohngebiete	tags 50 dB(A) nachts 35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags 45 dB(A) nachts 35 dB(A)

Es werden insgesamt 11 Punkte in der näheren Umgebung zu den geplanten Windkraftanlagen als Immissionspunkte untersucht. Bei den Immissionspunkten handelt es sich hauptsächlich um die nächstgelegene Wohnbebauung, die in eingeschossiger Bauweise mit ausgebautem Dachgeschoß ausgebildet ist. Die Einstufung der Immissionspunkte erfolgte nach Rücksprache mit den örtlichen Baubehörden und nach der Einstufung der Gebiete in den gültigen Flächennutzungsplänen. Die Koordinaten der Immissionspunkte wurden mit Hilfe der verwendeten Berechnungssoftware aus dem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Kartenmaterial ermittelt. Die Höhe des Aufpunktes wird mit 5 m über Gelände angesetzt. Die Immissionspunkte wurden im Zuge einer Ortsbegehung besichtigt.

Die Bezeichnungen und Lagebeschreibungen sowie zulässigen Richtwerte für die verschiedenen Immissionspunkte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Immissionspunkt	Lagebeschreibung	Richtwert Tag/Nacht in dB(A)
IP A	Gamlen Auf dem Kälchen 10	55/40
IP B	Düngenheim, Töpferstraße 27	60/45
IP C	Eulgem Düngenheimer Str. 6	60/45
IP D	Eulgem, Eulgemer Mühle	60/45
IP E	Gamlen, Auf dem Kälchen 2	55/40
IP F	Kaifenheim, Am Franzgarten 29	60/45
IP G	Kaifenhaim, Am Franzgarten 22	60/45
IP H	Düngenheim, Im Krichbungert 20	60/45
IP I	Kaifenheim, Gartenstraße 30	60/45
IP J	Kaifenheim, Gartenstraße 32	60/45
IP K	Kaifenhaim, Am Franzgarten 20	55/40

## 7 Ermittlung der Geräuschimmissionen

Grundlage für die Berechnung der Geräuschimmissionen sind die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen gem. Abs. 4, sowie die Randbedingungen und Berechnungsgrundlagen gem. Abs. 5.

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programmsystem DECIBEL. Das Programmsystem führt die Schallausbreitungsrechnungen auf der Grundlage der DIN ISO 9613-2 // durch. Die Berechnungen ermöglichen eine Analyse des Einflusses jeder Emissionsquelle auf die Geräuschimmission an jedem Immissionsort.

Berechnet werden die Zustände im Nachtzeitraum, da am Tage 15 dB(A) höhere Richtwerte möglich sind und dann die WEA mit ihren Schallpegeln in der Regel keinen Beitrag mehr leisten.

Berechnet wurden drei verschiedene Zustände, bedingt durch die 24 bestehenden bzw. genehmigten Anlagen. Es wurden die 24 bestehenden/genehmigten Anlagen (Vorbelastung) und die geplante Anlage (Zusatzbelastung) jeweils getrennt betrachtet. Weiterhin wurden Immissionen durch die Gesamtbelastung der insgesamt 25 WEA berechnet.

Hierbei ist zu beachten, dass die geplante WEA nachts im 1.000 KW Modus betrieben wird. Dies wurde bei den nachfolgenden Berechnungen berücksichtigt.

Berechnet wurde die Vorbelastung durch 24 bestehende WEA in Gamlen. In den Berechnungsausdrucken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel $L_s$ in dB(A) $V(10)=10$ m/s	erf. Richtwert in dB(A)	Schallpegel $L_s$ gerundet gem. TA Lärm in dB(A)	Reserve zum Richtwert in dB(A)
IP A	41,1	40	41	-1
IP B	43,9	45	44	1
IP C	42,7	45	43	2
IP D	42,4	45	42	3
IP E	40,6	40	41	-1
IP F	33,2	45	33	12
IP G	32,6	45	33	12
IP H	43,0	45	43	2
IP I	31,1	45	31	14
IP J	31,1	45	31	14
IP K	32,5	40	33	8

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel ergibt sich in der Berechnung der Vorbelastung IP B. Als Immissionspunkte mit Richtwertüberschreitung ergeben sich IP A und IP E mit 1 dB(A).

In der Berechnung wird ersichtlich, dass die vorhandenen WEA keinen Einfluss an den IP F und G sowie I und J haben, da an diesen Immissionspunkten ein Abstand zum Richtwert von mehr als 10 dB(A) eingehalten wird.

Es wird für die IPs A und E eine Einzelfallbetrachtung durchgeführt, in der vorhandene WEA aus der Bewertung entfernt werden, die an diesen Immissionspunkten keinen Einfluss mehr ausüben:

### Vorbelastung an den IPs A und E

Bezieht man am IP A und IP E nur diejenigen vorhandenen WEA in die Berechnung der Vorbelastung mit ein, deren jeweiliger Teilpegel an diesen Immissionspunkten den Richtwert um weniger als 15 dB(A) unterschreitet, ergibt sich für die Vorbelastung an diesen Immissionspunkten ein geringerer Pegel.

Die nachfolgende Betrachtung ist als ergänzende Darstellung zu verstehen. Auch ohne diese Betrachtung werden die zulässigen Immissionswerte mit entsprechender zulässiger Toleranz gem. TA Lärm noch eingehalten.

betrachteter Immissionspunkt	Vorbelastung inkl. aller Teilpegel [dB(A)]	Vorbelastung ohne Teilpegel > 15 dB(A) unter Richtwert [dB(A)]
IP A	41,1	40,1
IP E	40,6	39,6

Der Betriebsmodus der geplanten WEA ist darauf ausgelegt, in der Gesamtbelastung einen Wert kleiner/gleich 46 bzw. 41 dB(A) zu erreichen (aufgrund der hohen Vorbelastung an diesen IPs darf lt. TA-Lärm der zulässige Richtwert in der Gesamtbelastung um bis zu 1 dB(A) überschritten werden).

Bei Berücksichtigung der Vorbelastung ohne WEA, deren Teilpegel mind. 15 dB(A) unter dem zulässigen Richtwert für IP A und IP E von 40,0dB(A), d.h. kleiner/gleich 25 dB(A) ist, mindern sich die Immissionspegel um 1 dB(A). Dies ist legitim zu betrachten, da weit entfernte WEA, wie im vorliegenden Fall vorhanden, keinen nachweisbaren Beitrag mehr zum Immissionspegel beitragen können und deren Anteil nur rechnerisch, aber nicht real eingeht. Deren theoretischer Anteil wird von nahestehenden WEA maskiert und ist in der Regel nicht mehr nachweisbar. Insbesondere dann nicht, wenn es sich um Immissionspunkte mit höherem, Schutzanspruch und damit niedrigeren Immissionsrichtwerten wie z.B. Wohngebiete (hier vorliegend) handelt.

Berechnet wurde die Zusatzbelastung durch eine geplante WEA in Gamlen. In den Berechnungsausdrücken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel $L_s$ in dB(A) $V(10)=10$ m/s	erf. Richtwert in dB(A)	Schallpegel $L_s$ gerundet gem. TA Lärm in dB(A)	Reserve zum Richtwert in dB(A)
IP A	29,1	40	29	11
IP B	17,2	45	17	28
IP C	17,5	45	18	27
IP D	15,8	45	16	29
IP E	29,8	40	30	10
IP F	25,6	45	26	19
IP G	24,7	45	25	20
IP H	15,7	45	16	29
IP I	21,8	45	22	23
IP J	21,7	45	22	23
IP K	24,5	40	25	15

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel ergibt sich in der Berechnung der Zusatzbelastung IP E. Als Immissionspunkt mit dem geringsten Abstand zum Richtwert ergibt sich in der Berechnung der Zusatzbelastung ebenfalls der IP E. Es wird hier ein Abstand von 10 dB(A) zum Richtwert eingehalten.

In der Berechnung der Zusatzbelastung wird ersichtlich, dass die neue WEA keinen maßgeblichen Einfluss auf die Höhe der Immissionen an allen untersuchten Immissionspunkten haben, da überall ein Abstand zum Richtwert von mindestens bzw. mehr als 10 dB(A) eingehalten wird.

Berechnet wurde die Gesamtbelastung aus insgesamt 25 Anlagen (eine geplante WEA und 24 vorhandene WEA). In den Berechnungsausdrucken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel $L_s$ in dB(A) V(10)=10 m/s	erf. Richtwert in dB(A)	Schallpegel $L_s$ gerundet gem. TA Lärm in dB(A)	Reserve zum Richtwert in dB(A)
IP A	41,3	40	41	-1
IP B	43,9	45	44	1
IP C	42,7	45	43	2
IP D	42,4	45	42	3
IP E	40,9	40	41	-1
IP F	33,9	45	34	11
IP G	33,3	45	33	12
IP H	43,0	45	43	2
IP I	31,6	45	32	13
IP J	31,6	45	32	13
IP K	33,1	40	33	7

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel ergibt sich in der Berechnung der Gesamtbelastung der IP B.

Als Immissionspunkte mit dem geringsten Abstand zum Richtwert ergibt sich in der Berechnung der Gesamtbelastung der IP B. Es wird hier ein Abstand von 1 dB(A) zum Richtwert eingehalten.

Als Immissionspunkte mit Richtwertüberschreitung ergeben sich IP A und IP E mit 1 dB(A). Diese Überschreitungen werden maßgeblich durch die vorhandenen/bereits genehmigten WEA verursacht. Eine Erhöhung der Überschreitungen durch die geplante WEA ist nur in sehr geringem Maße feststellbar.

Gem. TA Lärm sind Überschreitungen wie an den Immissionspunkten A und E genehmigungsfähig, da an diesen Immissionspunkten schon eine hohe Vorbelastung vorliegt und die Überschreitung nur 1 dB(A) beträgt. Zudem leistet die untersuchte WEA (Zusatzbelastung) bei der vorgenommenen Einstufung der Immissionspunkte an den Immissionspunkten A und E keinen relevanten Beitrag, da der Abstand zum Richtwert dort mindestens 10 dB(A) beträgt und diese Immissionspunkte gem. TA Lärm somit nicht mehr im Einflussbereich der untersuchten WEA liegen.

### Gesamtbelastung an den IPs A und E

Bezieht man am IP A und IP E nur diejenigen vorhandenen WEA in die Berechnung der Vorbelastung mit ein, deren jeweiliger Teilpegel an diesen Immissionspunkten den Richtwert um weniger als 15 dB(A) unterschreitet, ergibt sich für die Gesamtbelastung an diesen Immissionspunkten ein geringerer Pegel.

Die nachfolgende Betrachtung ist als ergänzende Darstellung zu verstehen. Auch ohne diese Betrachtung werden die zulässigen Immissionswerte mit entsprechender zulässiger Toleranz gem. TA Lärm noch eingehalten.

betrachteter Immissionspunkt	Vorbelastung inkl. aller Teilpegel [dB(A)]	Vorbelastung ohne Teilpegel > 15 dB(A) unter Richtwert [dB(A)]
IP A	41,3	40,5
IP E	40,9	40,0

Der Betriebsmodus der geplanten WEA ist darauf ausgelegt, in der Gesamtbelastung einen Wert kleiner/gleich 46 bzw. 41 dB(A) zu erreichen (aufgrund der hohen Vorbelastung an diesen IPs darf lt. TA-Lärm der zulässige Richtwert in der Gesamtbelastung um bis zu 1 dB(A) überschritten werden).

Bei Berücksichtigung der in der Gesamtbelastung enthaltenen WEA der Vorbelastung ohne WEA, deren Teilpegel mind. 15 dB(A) unter dem zulässigen Richtwert für IP A und IP E von 40,0dB(A), d.h. kleiner/gleich 25 dB(A) ist, mindern sich die Immissionspegel um 0,8 - 0,9 dB(A). Dies ist legitim zu betrachten, da weit entfernte WEA, wie im vorliegenden Fall vorhanden, keinen nachweisbaren Beitrag mehr zum Immissionspegel beitragen können und deren Anteil nur rechnerisch, aber nicht real eingeht. Deren theoretischer Anteil wird von nahestehenden WEA maskiert und ist in der Regel nicht mehr nachweisbar. Insbesondere dann nicht, wenn es sich um Immissionspunkte mit höherem, Schutzanspruch und damit niedrigeren Immissionsrichtwerten wie z.B. Wohngebiete (hier vorliegend) handelt.

## 8 Beurteilung

Folgende Vorschriften werden zur Beurteilung herangezogen:

- BImSchG /4/ mit allen ergänzenden und relevanten Verordnungen
- TA Lärm /3/

Die Begutachtung erfolgt im Rahmen des BImSchG-Genehmigungsverfahrens. In den Berechnungsausdrücken ist der Belastungszustand durch die geplante WEA aus schalltechnischer Sicht dokumentiert. Bewertet werden die Ergebnisse für die verschiedenen Immissionspunkte gemäß der relevanten Belastung nachts (22-6 Uhr). Aufgrund der um 15 dB(A) höheren Richtwerte tags sind am Tage (6-22 Uhr) generell höhere Emissionswerte möglich. Alle Berechnungen enthalten einen Zuschlag zum Emissionspegel von 2,0 -2,5 dB(A) zur Würdigung von Unsicherheiten bei einer 90 % igen Eintrittswahrscheinlichkeit gem. den Vorgaben in NRW (Windenergie Handbuch – angewendet in Rheinland-Pfalz) im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze, sh. auch Kap. 4.

Gem. TA Lärm leistet die untersuchte WEA (Zusatzbelastung) bei der vorgenommenen Einstufung der Immissionspunkte an keinem Immissionspunkt einen relevanten Beitrag, da der Abstand zu den Richtwerten an allen 11 untersuchten Immissionspunkten mehr als 10 dB(A) beträgt und die untersuchten Immissionspunkte gem. TA Lärm somit nicht mehr im Einflussbereich der untersuchten WEA liegen.

Als Immissionspunkte mit Richtwertüberschreitungen ergeben sich bei Betrachtung der Vorbelastung und bei Betrachtung der Gesamtbelastung die Immissionspunkte IP A (Gamlen Auf dem Kälchen 10) und IP E (Gamlen Auf dem Kälchen 2) mit 1 dB(A). An allen anderen Immissionspunkten werden die Richtwerte eingehalten bzw. besteht dort noch ein Abstand von den Richtwerten von mind. 1 dB(A). Gem. TA Lärm sind Überschreitungen wie an den Immissionspunkten A und E genehmigungsfähig, da an diesen Immissionspunkten schon eine hohe Vorbelastung vorliegt und die Überschreitungen maßgeblich dadurch verursacht werden. Die Planung ist deshalb aus schalltechnischer Sicht genehmigungsfähig.

Zum Anderen leistet die untersuchte WEA (Zusatzbelastung) bei der vorgenommenen Einstufung der Immissionspunkte an den Immissionspunkten A und D keinen relevanten Beitrag, da der Abstand zum Richtwert dort mindestens als 10 dB(A) beträgt und die Immissionspunkte somit nicht mehr im Einflussbereich der geplanten WEA liegen. Die Planung ist auch deshalb aus schalltechnischer Sicht genehmigungsfähig.

Die geplante Windenergieanlage kann tagsüber mit dem vollen Emissionspegel im Vollastmodus betrieben werden, da am Tage um 15 dB(A) höhere Richtwerte gelten und die Pegelerhöhung im Vollastmodus am Tage weit darunter liegt. Nachts muss die geplante WEA mit einem reduzierten Immissionspegel im Modus 1.000 kW betrieben werden.

Bei Ansatz des nächtlichen Emissionspegels von 99,1 dB(A) mit Ansatz von 2,3 dB(A) für Unsicherheiten (s. Kap. 4) für die neue WEA betragen die Reserven zu den Richtwerten nachts lt. Prognose bei Betrachtung der Zusatzbelastung an allen relevanten Immissionspunkten mindestens 10 dB(A).

---

Aus schalltechnischer Sicht bestehen bei Anwendung des schallreduzierten Betriebs auf 1.000 kW nachts und des Vollastmodus am Tage für die geplante WEA Enercon E-82 E2 keine Bedenken bei Errichtung der Anlage.

Oldenburg, den 15. November 2013



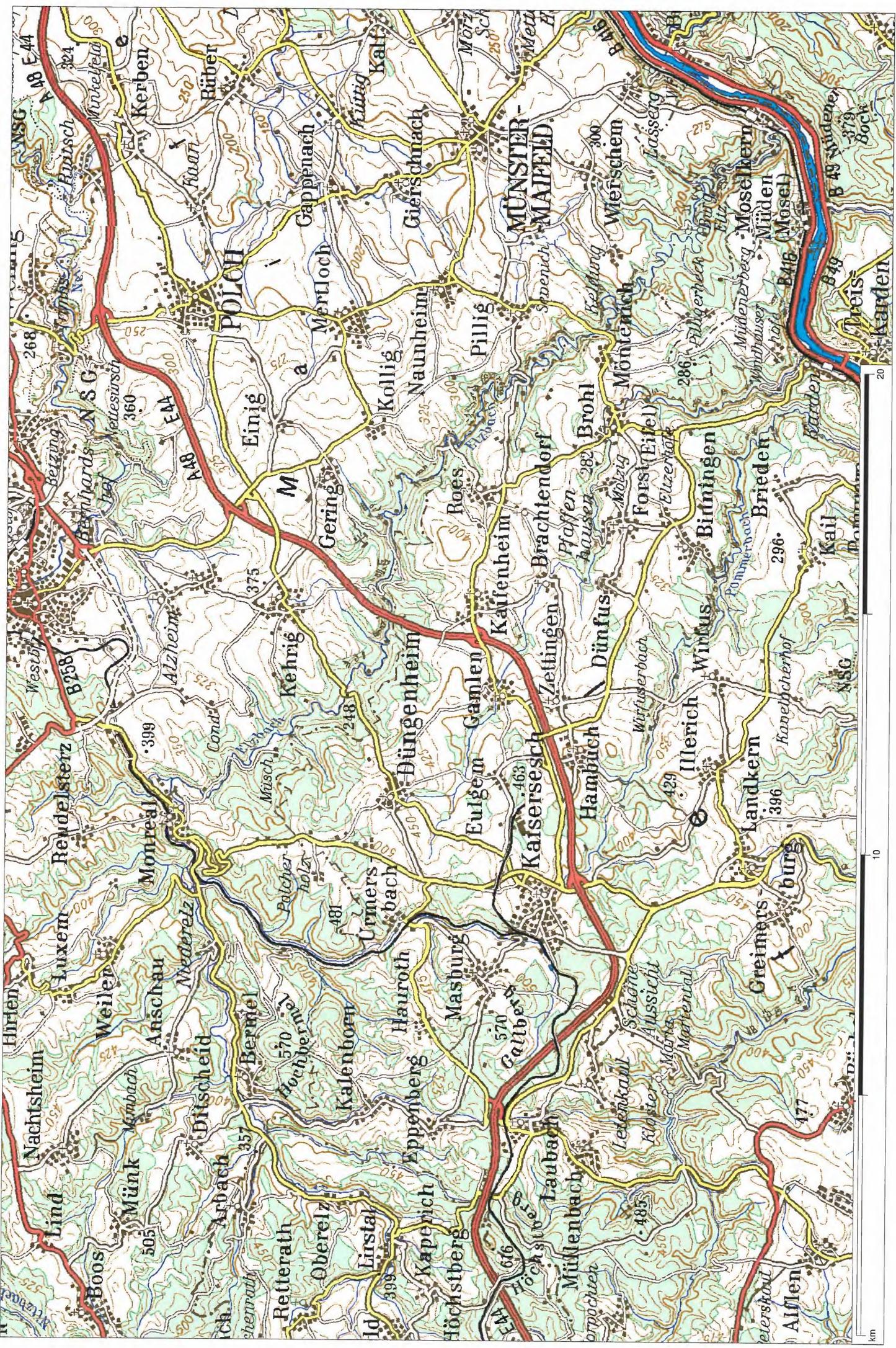
## 9 Quellenverzeichnis

- //1/ VDI 2714: Schallausbreitung im Freien  
Fassung vom Januar 1988
- /2/ VDI 2058/1: Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft.-  
Fassung vom Februar 1999
- /3/ TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm),  
Fassung vom August 1998
- /4/ BImSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz  
Fassung vom September 2002, letzte Änderung Juni 2005
- /5/ 4. BImSchV: Vierte Verordnung zur Durchführung des  
Bundesimmissionsschutzgesetzes  
Fassung vom Juni 2005
- /6/ DIN 18005: Schallschutz im Städtebau  
Teil 1: Berechnungsverfahren  
Fassung vom Juli 2002
- /7/ DIN ISO 9613/2: DIN ISO 9613-2, „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien  
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“  
Deutsche Fassung ISO 9613-2 vom Oktober 1999
- /8/ LAI Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) : Hinweise zur Beurteilung  
von WEA im Genehmigungsverfahren.  
Beratungsgrundlage der 109. LAI-Sitzung (Länderausschuss Stand  
09/2004 vom März 2005.
- /9/ DEWI Deutsches Windenergieinstitut : „Infraschall von Windenergieanlagen:  
Realität oder Mythos?“, DEWI Magazin Nr. 22 vom Februar 2002
- /10/ Kötter KÖTTER Consulting Engineers, Bonifatiusstraße 400, 48432 Rheine :  
Zwischenbericht Nr. 27257-1.002 über die Ermittlung tieffrequenter  
Geräusche und Infraschall im Windpark Hohen Pritz“ im Auftrage des  
LUNG (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie)  
Mecklenburg-Vorpommern) vom Februar 2005
- /11/ Piorr, D., Hillen, R. & Janssen, M. : Akustische Ringversuche zur  
Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen. Fortschritte der  
Akustik,  
(Hrsg.) Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. ,DEGA, von 2001.
- /12/ Agatz, Monika : Windenergie-Handbuch, 9. Ausgabe Dezember 2012

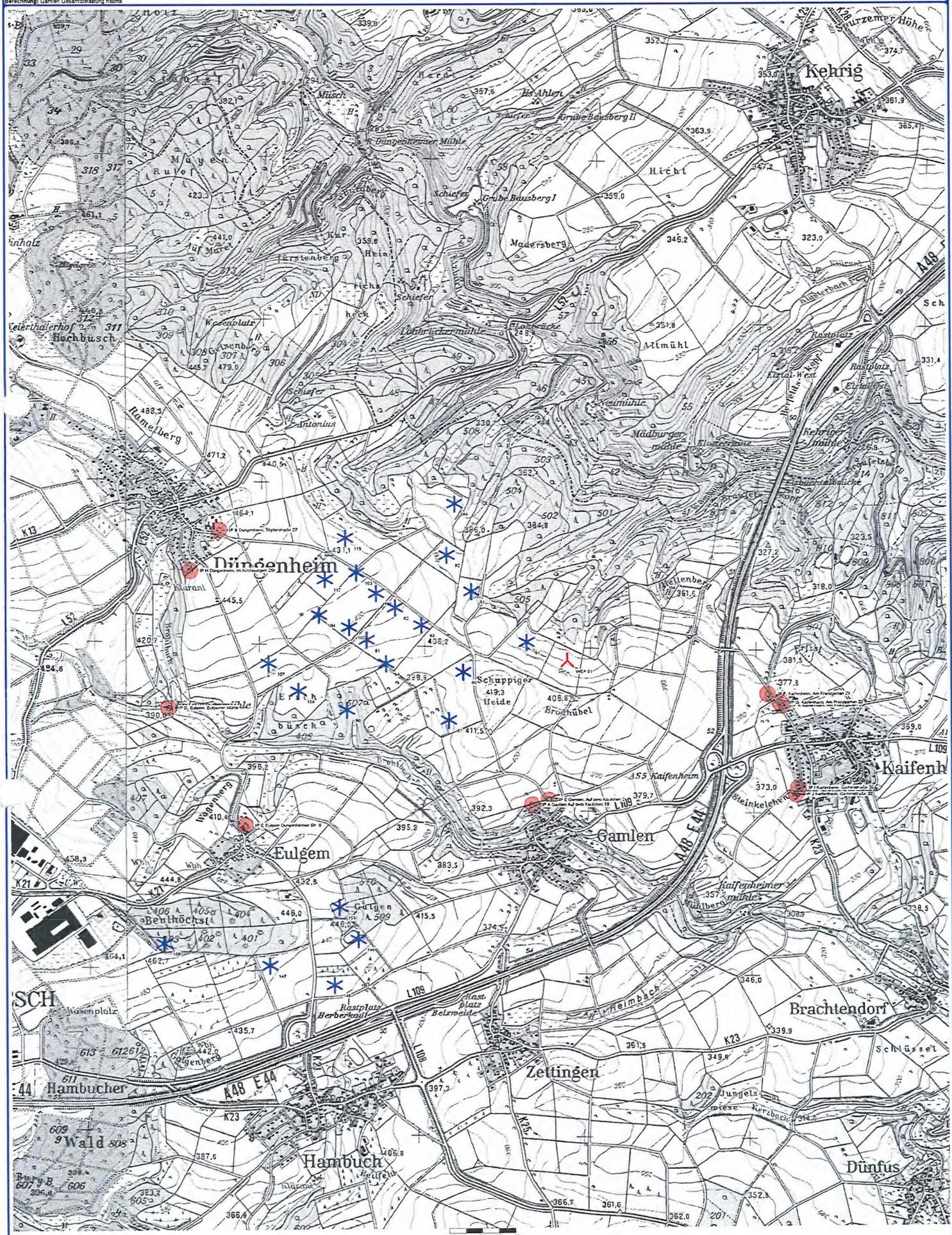
---

## 10 Anlagen zum Geräuschmissionsgutachten eine WEA in Gamlen

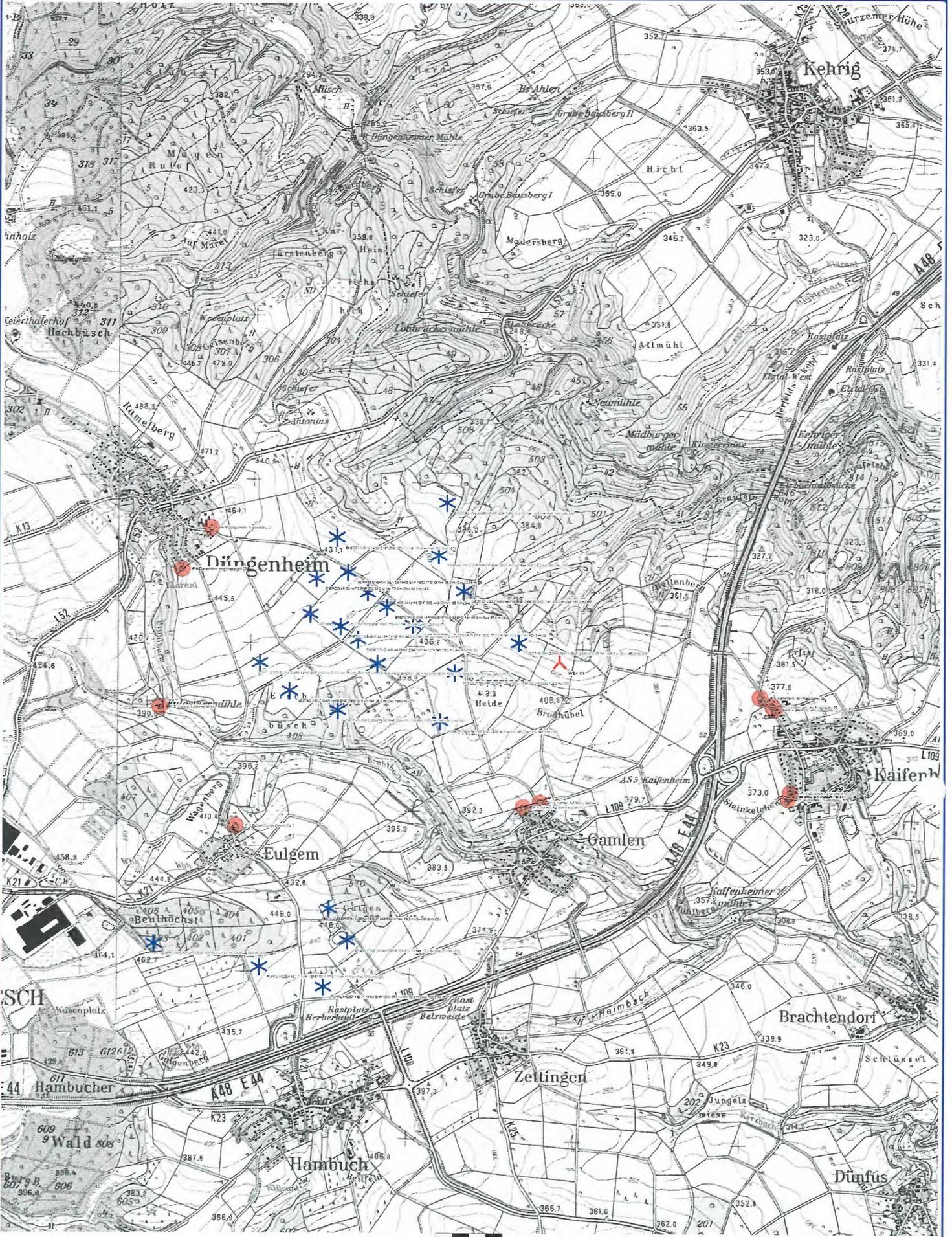
- 1 Blatt Übersichtsplan
- 2 Blatt Lageplan
- 9 Blatt Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Isophondarstellungen 16 WEA (Vorbelastung)
- 4 Blatt Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Isophondarstellungen 5 WEA (Zusatzbelastung)
- 9 Blatt Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Isophondarstellungen 21 WEA (Gesamtbelastung)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Enercon E-82 E2, 1.000 kW Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 108,4 m NH )
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Enercon E-82 E1, Vollast-Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 85 m NH )
- 32 Blatt schalltechnischer Messbericht Enercon E-40/6.44
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Enercon E-53, Vollast-Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 73,3 m NH)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht GE 1,5 SL, Vollast-Modus (Zusammenfassung 11 Messungen 85 m NH)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Nordex N 90, Vollast-Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 80 m NH)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Nordex N 90, Vollast-Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 100 m NH)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Vestas V90, Vollast-Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 95 m NH)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Vestas V90, Vollast-Modus (Zusammenfassung 3 Messungen 105 m NH)
- 2 Blatt Auszug schalltechnischer Messbericht Vestas V90, Mode 2 (Zusammenfassung 3 Messungen 105 m NH)
- 36 Blatt schalltechnischer Messbericht Fuhrländer MD 77, 1.300 kW –Modus (Dieser Pegel wurde für 85 m NH vermessen und wird auch für 61,5 m NH verwendet. Da sich die Pegel mit zunehmender Nabenhöhe erhöhen, ist der Ansatz des Pegels bei 61,5 m NH deshalb konservativ)



DECIBEL - Map Lautester Wert bei 85% Nennleistung  
Berechnung: Gamlen Gesamtbelastung nach



**DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung**  
Berechnung: Gamlen Gesamtleistung nachts



Projekt:

Gamler

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:43 / 1

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLAnkon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Gamlen Vorbelastung nachts

Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s

Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

Industriegebiet: 70 dB(A)

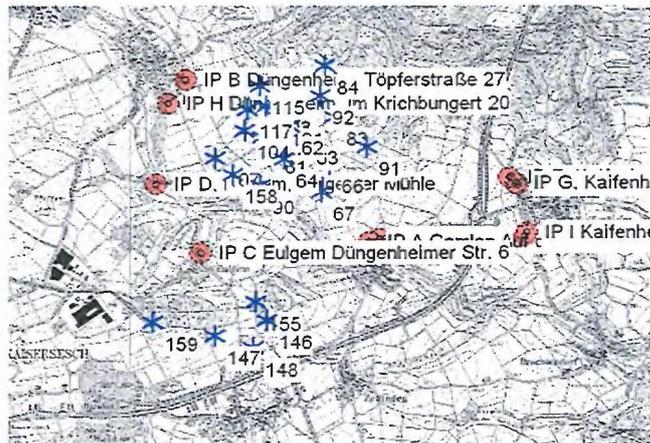
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kur- und Ferengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:75.000  
\* Existierende WEA    Schall-Immissionsort

## WEA

UTM WGS84 Zone: 32				Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor- durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel- töne
Ost	Nord	Z	Quelle								Name				
61	370.690	5.568.147	412,2	ENERCON E-40/6...	Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
62	370.867	5.568.342	417,8	ENERCON E-40/6...	Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
63	371.024	5.568.230	410,1	GE WIND ENERGY...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
64	370.804	5.567.999	405,1	GE WIND ENERGY...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
66	371.269	5.567.934	407,4	NORDEX N90 NH 8...	Ja	NORDEX	N90 NH 80 ENP-2.300	2.300	90,0	80,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
67	371.175	5.567.640	400,0	NORDEX N90 NH 1...	Ja	NORDEX	N90 NH 100 ENP-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
83	371.332	5.568.430	391,8	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH105 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	Mode 2 zzgl. Zuschläge	(95%)	102,7	0 dB
84	371.243	5.568.969	371,1	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
90	370.559	5.567.721	395,7	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
91	371.659	5.568.106	379,5	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH105 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	Mode 2 zzgl. Zuschläge	(95%)	102,7	0 dB
92	371.188	5.568.655	395,0	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH105 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	Mode 2 zzgl. Zuschläge	(95%)	102,7	0 dB
101	370.754	5.568.433	422,3	ENERCON E-40/6...	Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
102	370.586	5.568.229	420,0	ENERCON E-40/6...	Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
103	370.638	5.568.563	425,0	GE WIND ENERGY...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
104	370.407	5.568.309	423,4	GE WIND ENERGY...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
107	370.096	5.568.019	413,6	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	95,0	USER	Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
115	370.577	5.568.776	423,4	ENERCON E-82 N...	Ja	ENERCON	E-82 NH85 ENP-2.000	2.000	82,0	85,0	USER	Mode 0 zzgl. Zuschläge	(95%)	105,9	0 dB
117	370.448	5.568.527	428,5	ENERCON E-53 N...	Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
146	370.591	5.566.312	437,1	ENERCON E-53 N...	Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
147	370.055	5.566.162	443,2	FUHLRLÄNDER MD...	Ja	FUHLRLÄNDER	MD 77 NH61 ENP-1.500	1.500	77,0	61,5	USER	1300kW zzgl. Zuschläge	10,0	102,7	0 dB
148	370.440	5.566.032	424,4	FUHLRLÄNDER MD...	Ja	FUHLRLÄNDER	MD 77 NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	1300kW zzgl. Zuschläge	10,0	102,7	0 dB
155	370.483	5.566.509	439,9	ENERCON E-53 N...	Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
158	370.271	5.567.844	406,5	VESTAS V90-2.0M...	Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	95,0	USER	Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
159	369.422	5.566.318	460,0	ENERCON E-53 N...	Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER	Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	UTM WGS84 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt?		
		Ost	Nord	Z		Schall [dB(A)]	Abstand [m]		Schall	Abstand	Gesamt
IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (10)	371.667	5.567.105	368,5	5,0	40,0	300	41,1	Nein	Ja	Nein
IP B Dungenheim, Töpferstraße 27	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (15)	369.820	5.568.840	460,0	5,0	45,0	300	43,9	Ja	Ja	Ja
IP C Eulgem Dungenheimer Str. 6	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (12)	369.930	5.567.026	412,7	5,0	45,0	300	42,7	Ja	Ja	Ja
IP D., Eulgem, Eulgemer Mühle	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (17)	369.488	5.567.760	392,9	5,0	45,0	300	42,4	Ja	Ja	Ja
IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 2	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (16)	371.768	5.567.133	371,1	5,0	40,0	300	40,6	Nein	Ja	Nein
IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (18)	373.109	5.567.744	372,8	5,0	45,0	300	33,2	Ja	Ja	Ja
IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (19)	373.183	5.567.689	370,0	5,0	45,0	300	32,6	Ja	Ja	Ja
IP H Dungenheim, Im Krichbungert 20	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (22)	369.637	5.568.601	442,5	5,0	45,0	300	43,0	Ja	Ja	Ja
IP I, Kaifenheim, Gartenstraße 30	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (20)	373.279	5.567.164	363,6	5,0	45,0	300	31,1	Ja	Ja	Ja
IP J, Kaifenheim, Gartenstraße 32	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (21)	373.264	5.567.124	364,2	5,0	45,0	300	31,1	Ja	Ja	Ja
IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (23)	373.196	5.567.671	370,0	5,0	40,0	300	32,5	Ja	Ja	Ja

Projekt:

Gamlen E

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:43 / 2

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Hauptergebnis**

Berechnung: Gamlen Vorbelastung nachts

**Abstände (m)**

WEA	IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10	IP C Eulge m Dünge nheimer r Str. 6	IP B Düngenheim , Töpferstraße 27	IP E Gaml en, Auf dem Kälch en 2	IP D, Eulgern, Eulgern Mühle	IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29	IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22	IP I Kaifenheim , Gartenstra ße 30	IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32	IP H Düngenheim, Im Krichbungert 20	IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20
61	1428	1355	1115	1481	1263	2452	2535	2769	2770	1147	2551
62	1473	1616	1162	1508	1497	2320	2406	2684	2689	1257	2424
63	1296	1627	1352	1326	1606	2141	2226	2494	2498	1436	2243
64	1242	1308	1297	1296	1338	2319	2399	2612	2611	1313	2415
66	919	1618	1711	944	1790	1850	1930	2153	2153	1763	1945
67	727	1389	1813	781	1691	1937	2009	2157	2152	1813	2021
83	1367	1985	1568	1369	1962	1905	1994	2323	2332	1704	2013
84	1912	2345	1429	1910	2131	2232	2324	2721	2736	1648	2345
90	1267	938	1345	1345	1072	2550	2624	2777	2770	1274	2638
91	1001	2039	1982	980	2199	1494	1580	1874	1881	2082	1598
92	1622	2059	1381	1629	1921	2126	2217	2568	2579	1552	2236
101	1611	1631	1021	1649	1434	2453	2540	2826	2831	1130	2558
102	1559	1371	983	1613	1194	2569	2653	2896	2897	1019	2669
103	1784	1693	865	1823	1403	2603	2691	2989	2994	1002	2709
104	1743	1369	795	1799	1071	2760	2844	3092	3093	824	2861
107	1817	1007	870	1893	661	3025	3105	3296	3292	741	3120
115	1995	1866	760	2030	1489	2734	2824	3147	3154	956	2843
117	1873	1588	704	1920	1229	2774	2861	3142	3146	815	2878
146	1336	973	2647	1435	1820	2897	2935	2820	2794	2479	2938
147	1867	873	2693	1969	1696	3439	3481	3376	3350	2474	3485
148	1630	1117	2880	1725	1973	3171	3204	3056	3028	2691	3206
155	1325	757	2428	1429	1599	2902	2946	2872	2848	2256	2951
158	1579	887	1097	1658	788	2839	2916	3084	3078	987	2930
159	2379	871	2557	2484	1444	3953	4003	3949	3926	2293	4009

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:43 / 3

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON  
Blumenstraße 15  
DE-26121 Oldenburg  
0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Vorbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Annahmen**

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

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

**Berechnungsergebnisse****Schall-Immissionsort: IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (10)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.428	1.432	27,0	Nein	23,65	103,3	3,01	74,12	2,72	4,80	0,00	0,00	81,64	1,02	
62	1.473	1.477	25,7	Nein	23,27	103,3	3,01	74,39	2,81	4,80	0,00	0,00	81,99	1,05	
63	1.296	1.301	32,7	Ja	28,71	106,0	3,01	73,29	2,47	3,93	0,00	0,00	79,69	0,61	
64	1.242	1.248	35,5	Ja	29,35	106,0	3,01	72,92	2,37	3,82	0,00	0,00	79,11	0,55	
66	919	926	30,0	Ja	32,48	105,4	3,01	70,34	1,76	3,68	0,00	0,00	75,77	0,15	
67	727	737	40,7	Ja	35,77	105,4	3,00	68,35	1,40	2,88	0,00	0,00	72,63	0,00	
83	1.367	1.372	36,5	Ja	25,08	102,7	3,01	73,75	2,61	3,88	0,00	0,00	80,24	0,39	
84	1.911	1.914	31,1	Nein	22,48	105,4	3,01	76,64	3,64	4,80	0,00	0,00	85,08	0,85	
90	1.267	1.274	47,8	Ja	29,12	105,4	3,01	73,10	2,42	3,51	0,00	0,00	79,03	0,26	
91	1.001	1.007	32,9	Ja	29,06	102,7	3,01	71,06	1,91	3,67	0,00	0,00	76,64	0,00	
92	1.622	1.627	37,1	Nein	21,95	102,7	3,01	75,23	3,09	4,80	0,00	0,00	83,12	0,64	
101	1.611	1.615	26,9	Nein	22,14	103,3	3,01	75,16	3,07	4,80	0,00	0,00	83,03	1,13	
102	1.559	1.563	29,6	Nein	22,56	103,3	3,01	74,88	2,97	4,80	0,00	0,00	82,65	1,10	
103	1.784	1.789	36,5	Nein	23,76	106,0	3,01	76,05	3,40	4,80	0,00	0,00	84,25	0,99	
104	1.742	1.748	39,9	Nein	24,07	106,0	3,01	75,85	3,32	4,80	0,00	0,00	83,97	0,97	
107	1.817	1.822	46,3	Ja	23,91	105,4	3,01	76,21	3,46	3,93	0,00	0,00	83,60	0,90	
115	1.995	1.999	32,8	Nein	22,20	105,9	3,01	77,02	3,80	4,80	0,00	0,00	85,62	1,10	
117	1.873	1.877	33,1	Nein	20,51	103,5	3,01	76,47	3,57	4,80	0,00	0,00	84,84	1,16	
146	1.336	1.343	52,1	Ja	26,10	103,5	3,01	73,56	2,55	3,46	0,00	0,00	79,58	0,83	
147	1.867	1.872	34,9	Ja	20,26	102,7	3,01	76,45	3,56	4,16	0,00	0,00	84,16	1,29	
148	1.630	1.635	46,8	Ja	22,62	102,7	3,01	75,27	3,11	3,82	0,00	0,00	82,19	0,90	
155	1.325	1.332	55,0	Ja	26,29	103,5	3,01	73,49	2,53	3,38	0,00	0,00	79,40	0,82	
158	1.579	1.584	46,3	Ja	25,87	105,4	3,01	75,00	3,01	3,80	0,00	0,00	81,80	0,73	
159	2.379	2.384	41,0	Ja	17,88	103,5	3,01	78,55	4,53	4,21	0,00	0,00	87,29	1,34	

Summe 41,07

**Schall-Immissionsort: IP B Düngeheim, Töpferstraße 27 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (15)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.115	1.115	36,5	Ja	27,83	103,3	3,01	71,95	2,12	3,67	0,00	0,00	77,74	0,74	
62	1.162	1.162	38,7	Ja	27,35	103,3	3,01	72,30	2,21	3,65	0,00	0,00	78,16	0,79	
63	1.352	1.352	48,1	Ja	28,57	106,0	3,01	73,62	2,57	3,58	0,00	0,00	79,77	0,67	
64	1.297	1.298	46,7	Ja	29,11	106,0	3,01	73,26	2,47	3,56	0,00	0,00	79,29	0,61	
66	1.712	1.712	50,4	Ja	24,69	105,4	3,01	75,67	3,25	3,79	0,00	0,00	82,71	1,01	
67	1.813	1.813	61,1	Ja	24,31	105,4	3,01	76,17	3,45	3,64	0,00	0,00	83,26	0,84	
83	1.568	1.568	53,3	Ja	23,59	102,7	3,01	74,91	2,98	3,63	0,00	0,00	81,52	0,60	
84	1.429	1.429	57,9	Ja	27,73	105,4	3,01	74,10	2,71	3,41	0,00	0,00	80,22	0,46	
90	1.345	1.345	55,1	Ja	28,52	105,4	3,01	73,58	2,56	3,39	0,00	0,00	79,52	0,36	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Selbst

08.11.2013 17:43 / 4

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Vorbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...Fortsetzung von der vorigen Seite

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
91	1.982	1.982	53,7	Ja	<b>20,24</b>	102,7	3,01	76,94	3,77	3,87	0,00	0,00	84,58	0,89	
92	1.381	1.382	53,2	Ja	<b>25,39</b>	102,7	3,01	73,81	2,63	3,47	0,00	0,00	79,91	0,41	
101	1.021	1.021	38,7	Ja	<b>29,07</b>	103,3	3,01	71,18	1,94	3,49	0,00	0,00	76,61	0,63	
102	983	983	37,9	Ja	<b>29,55</b>	103,3	3,01	70,85	1,87	3,47	0,00	0,00	76,18	0,58	
103	865	866	47,7	Ja	<b>34,72</b>	106,0	3,01	69,76	1,65	2,89	0,00	0,00	74,29	0,00	
104	795	796	46,1	Ja	<b>35,69</b>	106,0	3,00	69,02	1,51	2,79	0,00	0,00	73,31	0,00	
107	870	871	47,3	Ja	<b>34,03</b>	105,4	3,00	69,80	1,66	2,92	0,00	0,00	74,38	0,00	
115	760	762	44,9	Ja	<b>36,08</b>	105,9	3,00	68,63	1,45	2,75	0,00	0,00	72,83	0,00	
117	704	705	40,8	Ja	<b>34,42</b>	103,5	3,00	67,96	1,34	2,78	0,00	0,00	72,08	0,00	
146	2.647	2.648	67,2	Ja	<b>16,68</b>	103,5	3,01	79,46	5,03	3,93	0,00	0,00	88,42	1,41	
147	2.693	2.693	59,8	Ja	<b>15,44</b>	102,7	3,01	79,60	5,12	4,04	0,00	0,00	88,76	1,51	
148	2.880	2.880	65,4	Ja	<b>14,65</b>	102,7	3,01	80,19	5,47	4,02	0,00	0,00	89,68	1,37	
155	2.428	2.428	69,8	Ja	<b>18,02</b>	103,5	3,01	78,71	4,61	3,81	0,00	0,00	87,13	1,35	
158	1.097	1.098	50,9	Ja	<b>31,13</b>	105,4	3,01	71,81	2,09	3,20	0,00	0,00	77,10	0,18	
159	2.557	2.558	69,9	Ja	<b>17,24</b>	103,5	3,01	79,16	4,86	3,86	0,00	0,00	87,88	1,39	

Summe 43,89

**Schall-Immissionsort: IP C Eulgem Düngenheimer Str. 6 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (12)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.355	1.356	50,0	Ja	<b>25,59</b>	103,3	3,01	73,65	2,58	3,53	0,00	0,00	79,75	0,97	
62	1.616	1.617	50,6	Ja	<b>23,20</b>	103,3	3,01	75,17	3,07	3,72	0,00	0,00	81,97	1,13	
63	1.627	1.629	60,1	Ja	<b>26,25</b>	106,0	3,01	75,24	3,10	3,53	0,00	0,00	81,87	0,89	
64	1.308	1.310	60,4	Ja	<b>29,34</b>	106,0	3,01	73,35	2,49	3,21	0,00	0,00	79,05	0,62	
66	1.618	1.620	58,3	Ja	<b>25,63</b>	105,4	3,01	75,19	3,08	3,56	0,00	0,00	81,83	0,95	
67	1.389	1.391	67,7	Ja	<b>28,29</b>	105,4	3,01	73,87	2,64	3,12	0,00	0,00	79,63	0,49	
83	1.985	1.986	60,8	Ja	<b>20,33</b>	102,7	3,01	76,96	3,77	3,75	0,00	0,00	84,48	0,89	
84	2.345	2.346	45,5	Ja	<b>20,35</b>	105,4	3,01	78,41	4,46	4,13	0,00	0,00	87,00	1,06	
90	938	941	67,5	Ja	<b>33,82</b>	105,4	3,01	70,48	1,79	2,32	0,00	0,00	74,58	0,00	
91	2.039	2.040	55,5	Ja	<b>19,85</b>	102,7	3,01	77,19	3,88	3,87	0,00	0,00	84,94	0,92	
92	2.059	2.060	58,2	Ja	<b>19,75</b>	102,7	3,01	77,28	3,91	3,83	0,00	0,00	85,02	0,93	
101	1.631	1.632	49,6	Ja	<b>23,05</b>	103,3	3,01	75,26	3,10	3,76	0,00	0,00	82,11	1,14	
102	1.371	1.372	50,8	Ja	<b>25,45</b>	103,3	3,01	73,75	2,61	3,53	0,00	0,00	79,88	0,98	
103	1.692	1.695	58,0	Ja	<b>25,64</b>	106,0	3,01	75,58	3,22	3,62	0,00	0,00	82,43	0,94	
104	1.369	1.372	60,8	Ja	<b>28,70</b>	106,0	3,01	73,75	2,61	3,27	0,00	0,00	79,63	0,69	
107	1.007	1.011	66,6	Ja	<b>32,86</b>	105,4	3,01	71,10	1,92	2,52	0,00	0,00	75,54	0,01	
115	1.866	1.868	54,0	Ja	<b>24,09</b>	105,9	3,01	76,43	3,55	3,81	0,00	0,00	83,79	1,04	
117	1.588	1.590	54,1	Ja	<b>23,81</b>	103,5	3,01	75,03	3,02	3,63	0,00	0,00	81,68	1,01	
146	973	978	33,3	Ja	<b>29,83</b>	103,5	3,01	70,80	1,86	3,62	0,00	0,00	76,28	0,39	
147	873	877	23,2	Ja	<b>29,82</b>	102,7	3,01	69,86	1,67	3,88	0,00	0,00	75,41	0,48	
148	1.117	1.121	30,9	Ja	<b>27,35</b>	102,7	3,01	71,99	2,13	3,85	0,00	0,00	77,97	0,39	
155	757	763	38,8	Ja	<b>33,37</b>	103,5	3,00	68,65	1,45	3,03	0,00	0,00	73,14	0,00	
158	886	890	64,7	Ja	<b>34,44</b>	105,4	3,01	69,99	1,69	2,28	0,00	0,00	73,96	0,00	
159	871	879	33,5	Ja	<b>31,28</b>	103,5	3,01	69,88	1,67	3,48	0,00	0,00	75,02	0,20	

Summe 42,68

**Schall-Immissionsort: IP D, Eulgem, Eulger Mühle Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (17)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.263	1.265	28,6	Ja	<b>25,95</b>	103,3	3,01	73,04	2,40	4,02	0,00	0,00	79,47	0,89	
62	1.497	1.499	27,7	Ja	<b>23,71</b>	103,3	3,01	74,52	2,85	4,16	0,00	0,00	81,53	1,06	
63	1.606	1.609	37,5	Ja	<b>25,94</b>	106,0	3,01	75,13	3,06	4,00	0,00	0,00	82,19	0,88	
64	1.338	1.341	40,4	Ja	<b>28,50</b>	106,0	3,01	73,55	2,55	3,76	0,00	0,00	79,86	0,65	
66	1.790	1.792	41,4	Ja	<b>23,88</b>	105,4	3,01	76,07	3,40	4,01	0,00	0,00	83,48	1,05	
67	1.691	1.695	53,0	Ja	<b>25,13</b>	105,4	3,01	75,58	3,22	3,72	0,00	0,00	82,53	0,76	
83	1.962	1.965	37,6	Ja	<b>20,09</b>	102,7	3,01	76,87	3,73	4,14	0,00	0,00	84,74	0,88	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:43 / 5

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Vorbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...Fortsetzung von der vorigen Seite

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
84	2.131	2.133	23,4	Nein	<b>21,01</b>	105,4	3,01	77,58	4,05	4,80	0,00	0,00	86,43	0,97	
90	1.072	1.077	50,7	Ja	<b>31,54</b>	105,4	3,01	71,64	2,05	3,17	0,00	0,00	76,86	0,00	
91	2.199	2.200	38,6	Ja	<b>18,48</b>	102,7	3,01	77,85	4,18	4,20	0,00	0,00	86,23	1,00	
92	1.921	1.924	34,4	Ja	<b>20,33</b>	102,7	3,01	76,68	3,66	4,19	0,00	0,00	84,53	0,85	
101	1.434	1.437	27,6	Ja	<b>24,27</b>	103,3	3,01	74,15	2,73	4,14	0,00	0,00	81,02	1,02	
102	1.194	1.197	30,0	Ja	<b>26,71</b>	103,3	3,01	72,56	2,27	3,93	0,00	0,00	78,77	0,83	
103	1.403	1.407	35,8	Ja	<b>27,73</b>	106,0	3,01	73,97	2,67	3,92	0,00	0,00	80,56	0,72	
104	1.071	1.076	39,3	Ja	<b>31,47</b>	106,0	3,01	71,64	2,04	3,54	0,00	0,00	77,22	0,32	
107	661	670	46,7	Ja	<b>37,24</b>	105,4	3,00	67,52	1,27	2,37	0,00	0,00	71,16	0,00	
115	1.489	1.493	30,2	Ja	<b>26,69</b>	105,9	3,01	74,48	2,84	4,11	0,00	0,00	81,43	0,79	
117	1.229	1.233	30,7	Ja	<b>26,68</b>	103,5	3,01	72,82	2,34	3,94	0,00	0,00	79,10	0,73	
146	1.820	1.824	40,8	Ja	<b>21,65</b>	103,5	3,01	76,22	3,47	4,03	0,00	0,00	83,72	1,14	
147	1.696	1.699	27,7	Ja	<b>21,42</b>	102,7	3,01	75,60	3,23	4,24	0,00	0,00	83,07	1,22	
148	1.973	1.976	34,1	Ja	<b>19,74</b>	102,7	3,01	76,92	3,75	4,21	0,00	0,00	84,88	1,09	
155	1.599	1.603	46,9	Ja	<b>23,55</b>	103,5	3,01	75,10	3,05	3,79	0,00	0,00	81,94	1,02	
158	788	794	49,5	Ja	<b>35,26</b>	105,4	3,00	69,00	1,51	2,64	0,00	0,00	73,15	0,00	
159	1.444	1.450	38,6	Ja	<b>24,73</b>	103,5	3,01	74,23	2,76	3,88	0,00	0,00	80,87	0,92	

Summe 42,39

**Schall-Immissionsort: IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 2 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (16)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.481	1.484	27,3	Nein	<b>23,21</b>	103,3	3,01	74,43	2,82	4,80	0,00	0,00	82,05	1,05	
62	1.508	1.512	26,4	Nein	<b>22,97</b>	103,3	3,01	74,59	2,87	4,80	0,00	0,00	82,27	1,07	
63	1.326	1.331	33,8	Ja	<b>28,42</b>	106,0	3,01	73,49	2,53	3,92	0,00	0,00	79,94	0,64	
64	1.296	1.301	35,8	Ja	<b>28,78</b>	106,0	3,01	73,29	2,47	3,85	0,00	0,00	79,61	0,61	
66	944	951	31,7	Ja	<b>32,19</b>	105,4	3,01	70,56	1,81	3,65	0,00	0,00	76,02	0,20	
67	781	791	41,8	Ja	<b>34,98</b>	105,4	3,00	68,96	1,50	2,96	0,00	0,00	73,43	0,00	
83	1.369	1.374	38,7	Ja	<b>25,11</b>	102,7	3,01	73,76	2,61	3,83	0,00	0,00	80,20	0,39	
84	1.910	1.913	34,1	Nein	<b>22,49</b>	105,4	3,01	76,63	3,63	4,80	0,00	0,00	85,07	0,85	
90	1.345	1.351	47,8	Ja	<b>28,29</b>	105,4	3,01	73,61	2,57	3,58	0,00	0,00	79,76	0,36	
91	980	985	35,8	Ja	<b>29,42</b>	102,7	3,01	70,87	1,87	3,54	0,00	0,00	76,29	0,00	
92	1.629	1.634	39,2	Ja	<b>22,71</b>	102,7	3,01	75,27	3,10	3,97	0,00	0,00	82,34	0,65	
101	1.649	1.653	27,5	Nein	<b>21,85</b>	103,3	3,01	75,37	3,14	4,80	0,00	0,00	83,31	1,15	
102	1.613	1.616	29,9	Nein	<b>22,14</b>	103,3	3,01	75,17	3,07	4,80	0,00	0,00	83,04	1,13	
103	1.823	1.828	37,1	Ja	<b>24,18</b>	106,0	3,01	76,24	3,47	4,10	0,00	0,00	83,82	1,01	
104	1.799	1.804	40,1	Nein	<b>23,66</b>	106,0	3,01	76,13	3,43	4,80	0,00	0,00	84,35	1,00	
107	1.893	1.897	46,6	Ja	<b>23,34</b>	105,4	3,01	76,56	3,61	3,96	0,00	0,00	84,13	0,94	
115	2.030	2.034	33,6	Nein	<b>21,96</b>	105,9	3,01	77,17	3,86	4,80	0,00	0,00	85,83	1,11	
117	1.920	1.925	33,4	Nein	<b>20,18</b>	103,5	3,01	76,69	3,66	4,80	0,00	0,00	85,14	1,18	
146	1.435	1.441	55,7	Ja	<b>25,21</b>	103,5	3,01	74,18	2,74	3,47	0,00	0,00	80,39	0,91	
147	1.969	1.973	38,3	Ja	<b>19,60</b>	102,7	3,01	76,90	3,75	4,13	0,00	0,00	84,79	1,32	
148	1.725	1.730	50,0	Ja	<b>21,90</b>	102,7	3,01	75,76	3,29	3,81	0,00	0,00	82,86	0,96	
155	1.429	1.435	57,7	Ja	<b>25,32</b>	103,5	3,01	74,14	2,73	3,42	0,00	0,00	80,28	0,90	
158	1.658	1.663	46,1	Ja	<b>25,19</b>	105,4	3,01	75,42	3,16	3,85	0,00	0,00	82,42	0,79	
159	2.484	2.489	43,8	Ja	<b>17,29</b>	103,5	3,01	78,92	4,73	4,20	0,00	0,00	87,85	1,37	

Summe 40,60

**Schall-Immissionsort: IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (18)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	2.452	2.454	33,3	Ja	<b>17,08</b>	103,3	3,01	78,80	4,66	4,34	0,00	0,00	87,80	1,43	
62	2.320	2.322	43,2	Ja	<b>18,02</b>	103,3	3,01	78,32	4,41	4,16	0,00	0,00	86,89	1,40	
63	2.141	2.144	49,4	Ja	<b>22,14</b>	106,0	3,01	77,62	4,07	4,01	0,00	0,00	85,71	1,16	
64	2.319	2.322	38,2	Ja	<b>20,82</b>	106,0	3,01	78,32	4,41	4,24	0,00	0,00	86,96	1,22	
66	1.849	1.853	38,4	Ja	<b>23,36</b>	105,4	3,01	76,36	3,52	4,09	0,00	0,00	83,96	1,08	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Selbst

08.11.2013 17:43 / 6

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Vorbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...Fortsetzung von der vorigen Seite

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
67	1.937	1.940	42,9	Ja	<b>23,01</b>	105,4	3,01	76,76	3,69	4,04	0,00	0,00	84,49	0,92	
83	1.905	1.908	61,6	Ja	<b>20,93</b>	102,7	3,01	76,61	3,63	3,69	0,00	0,00	83,93	0,84	
84	2.232	2.234	60,2	Ja	<b>21,29</b>	105,4	3,01	77,98	4,24	3,88	0,00	0,00	86,10	1,01	
90	2.550	2.553	43,2	Ja	<b>19,06</b>	105,4	3,01	79,14	4,85	4,22	0,00	0,00	88,21	1,14	
91	1.494	1.498	50,3	Ja	<b>24,18</b>	102,7	3,01	74,51	2,85	3,65	0,00	0,00	81,00	0,53	
92	2.126	2.129	65,2	Ja	<b>19,38</b>	102,7	3,01	77,56	4,05	3,75	0,00	0,00	85,36	0,97	
101	2.453	2.456	44,7	Ja	<b>17,23</b>	103,3	3,01	78,80	4,67	4,18	0,00	0,00	87,65	1,43	
102	2.569	2.571	37,4	Ja	<b>16,46</b>	103,3	3,01	79,20	4,89	4,30	0,00	0,00	88,39	1,46	
103	2.603	2.606	55,7	Ja	<b>19,36</b>	106,0	3,01	79,32	4,95	4,07	0,00	0,00	88,34	1,31	
104	2.760	2.763	48,0	Ja	<b>18,38</b>	106,0	3,01	79,83	5,25	4,21	0,00	0,00	89,28	1,35	
107	3.025	3.028	44,1	Ja	<b>16,39</b>	105,4	3,01	80,62	5,75	4,30	0,00	0,00	90,68	1,34	
115	2.734	2.737	57,2	Ja	<b>18,54</b>	105,9	3,01	79,75	5,20	4,09	0,00	0,00	89,03	1,34	
117	2.774	2.776	47,9	Ja	<b>15,72</b>	103,5	3,01	79,87	5,27	4,21	0,00	0,00	89,35	1,44	
146	2.897	2.900	61,6	Ja	<b>15,22</b>	103,5	3,01	80,25	5,51	4,07	0,00	0,00	89,83	1,46	
147	3.439	3.442	50,3	Ja	<b>11,52</b>	102,7	3,01	81,74	6,54	4,30	0,00	0,00	92,57	1,61	
148	3.171	3.173	58,4	Ja	<b>13,05</b>	102,7	3,01	81,03	6,03	4,17	0,00	0,00	91,23	1,43	
155	2.902	2.905	62,3	Ja	<b>15,20</b>	103,5	3,01	80,26	5,52	4,07	0,00	0,00	89,85	1,46	
158	2.839	2.842	42,2	Ja	<b>17,35</b>	105,4	3,01	80,07	5,40	4,29	0,00	0,00	89,77	1,30	
159	3.953	3.956	53,3	Ja	<b>10,10</b>	103,5	3,01	82,95	7,52	4,34	0,00	0,00	94,80	1,60	

Summe 33,17

**Schall-Immissionsort: IP G, Kaifenhaim, Am Franzgarten 22 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (19)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	2.535	2.537	31,8	Ja	<b>16,58</b>	103,3	3,01	79,09	4,82	4,37	0,00	0,00	88,28	1,45	
62	2.406	2.409	41,9	Ja	<b>17,47</b>	103,3	3,01	78,64	4,58	4,20	0,00	0,00	87,42	1,42	
63	2.226	2.229	48,1	Ja	<b>21,56</b>	106,0	3,01	77,96	4,24	4,06	0,00	0,00	86,26	1,19	
64	2.399	2.402	37,1	Ja	<b>20,31</b>	106,0	3,01	78,61	4,56	4,27	0,00	0,00	87,45	1,25	
66	1.930	1.933	37,5	Ja	<b>22,76</b>	105,4	3,01	76,72	3,67	4,13	0,00	0,00	84,53	1,12	
67	2.009	2.012	42,6	Ja	<b>22,48</b>	105,4	3,01	77,07	3,82	4,07	0,00	0,00	84,97	0,95	
83	1.994	1.998	60,2	Ja	<b>20,24</b>	102,7	3,01	77,01	3,80	3,77	0,00	0,00	84,57	0,90	
84	2.324	2.327	58,6	Ja	<b>20,66</b>	105,4	3,01	78,33	4,42	3,94	0,00	0,00	86,69	1,05	
90	2.624	2.627	42,6	Ja	<b>18,62</b>	105,4	3,01	79,39	4,99	4,25	0,00	0,00	88,63	1,16	
91	1.580	1.584	49,2	Ja	<b>23,36</b>	102,7	3,01	74,99	3,01	3,73	0,00	0,00	81,74	0,61	
92	2.217	2.220	63,7	Ja	<b>18,74</b>	102,7	3,01	77,93	4,22	3,82	0,00	0,00	85,96	1,01	
101	2.540	2.543	43,4	Ja	<b>16,71</b>	103,3	3,01	79,11	4,83	4,22	0,00	0,00	88,15	1,45	
102	2.653	2.655	35,9	Ja	<b>15,97</b>	103,3	3,01	79,48	5,04	4,34	0,00	0,00	88,86	1,47	
103	2.691	2.694	54,6	Ja	<b>18,84</b>	106,0	3,01	79,61	5,12	4,11	0,00	0,00	88,83	1,33	
104	2.844	2.848	46,5	Ja	<b>17,90</b>	106,0	3,01	80,09	5,41	4,24	0,00	0,00	89,74	1,37	
107	3.105	3.108	43,1	Ja	<b>15,98</b>	105,4	3,01	80,85	5,90	4,33	0,00	0,00	91,08	1,36	
115	2.824	2.827	56,0	Ja	<b>18,03</b>	105,9	3,01	80,03	5,37	4,12	0,00	0,00	89,52	1,36	
117	2.861	2.863	46,7	Ja	<b>15,24</b>	103,5	3,01	80,14	5,44	4,24	0,00	0,00	89,82	1,45	
146	2.935	2.938	60,9	Ja	<b>15,01</b>	103,5	3,01	80,36	5,58	4,09	0,00	0,00	90,03	1,47	
147	3.481	3.483	49,8	Ja	<b>11,32</b>	102,7	3,01	81,84	6,62	4,31	0,00	0,00	92,77	1,62	
148	3.205	3.207	58,5	Ja	<b>12,88</b>	102,7	3,01	81,12	6,09	4,18	0,00	0,00	91,39	1,44	
155	2.946	2.950	63,1	Ja	<b>14,97</b>	103,5	3,01	80,40	5,60	4,07	0,00	0,00	90,07	1,47	
158	2.916	2.919	41,6	Ja	<b>16,93</b>	105,4	3,01	80,30	5,55	4,31	0,00	0,00	90,16	1,31	
159	4.003	4.006	54,2	Ja	<b>9,90</b>	103,5	3,01	83,05	7,61	4,34	0,00	0,00	95,00	1,61	

Summe 32,60

**Schall-Immissionsort: IP H Düngenheim, Im Krichbunget 20 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (22)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.147	1.147	30,0	Ja	<b>27,26</b>	103,3	3,01	72,19	2,18	3,90	0,00	0,00	78,27	0,78	
62	1.257	1.258	31,6	Ja	<b>26,11</b>	103,3	3,01	72,99	2,39	3,93	0,00	0,00	79,31	0,89	
63	1.436	1.437	41,2	Ja	<b>27,57</b>	106,0	3,01	74,15	2,73	3,81	0,00	0,00	80,69	0,75	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:43 / 7

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON  
Blumenstraße 15  
DE-26121 Oldenburg  
0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung: Gamlen Vorbelastung nachtsSchallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**

...Fortsetzung von der vorigen Seite

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
	64	1.313	1.314	40,1	Ja	28,76	106,0	3,01	73,37	2,50	3,75	0,00	0,00	79,62	0,63
	66	1.763	1.764	43,9	Ja	24,15	105,4	3,01	75,93	3,35	3,95	0,00	0,00	83,22	1,04
	67	1.814	1.814	55,2	Ja	24,19	105,4	3,01	76,17	3,45	3,76	0,00	0,00	83,38	0,84
	83	1.704	1.705	44,6	Ja	22,23	102,7	3,01	75,63	3,24	3,90	0,00	0,00	82,77	0,71
	84	1.648	1.648	42,9	Nein	24,47	105,4	3,01	75,34	3,13	4,80	0,00	0,00	83,27	0,66
	90	1.274	1.276	50,0	Ja	29,15	105,4	3,01	73,11	2,42	3,45	0,00	0,00	78,99	0,27
	91	2.082	2.082	45,3	Nein	18,64	102,7	3,01	77,37	3,96	4,80	0,00	0,00	86,13	0,94
	92	1.552	1.553	43,5	Ja	23,51	102,7	3,01	74,82	2,95	3,84	0,00	0,00	81,61	0,58
	101	1.130	1.130	31,7	Ja	27,50	103,3	3,01	72,06	2,15	3,83	0,00	0,00	78,04	0,76
	102	1.019	1.020	31,5	Ja	28,84	103,3	3,01	71,17	1,94	3,73	0,00	0,00	76,84	0,63
	103	1.002	1.004	40,6	Ja	32,46	106,0	3,01	71,03	1,91	3,40	0,00	0,00	76,34	0,20
	104	824	826	40,0	Ja	34,98	106,0	3,00	69,34	1,57	3,12	0,00	0,00	74,02	0,00
	107	741	744	43,6	Ja	35,81	105,4	3,00	68,43	1,41	2,76	0,00	0,00	72,60	0,00
	115	956	958	37,1	Ja	32,88	105,9	3,01	70,63	1,82	3,46	0,00	0,00	75,91	0,12
	117	815	816	34,3	Ja	32,30	103,5	3,01	69,24	1,55	3,34	0,00	0,00	74,13	0,08
	146	2.480	2.480	62,0	Ja	17,59	103,5	3,01	78,89	4,71	3,94	0,00	0,00	87,55	1,37
	147	2.474	2.475	53,5	Ja	16,61	102,7	3,01	78,87	4,70	4,06	0,00	0,00	87,63	1,46
	148	2.691	2.692	58,9	Ja	15,61	102,7	3,01	79,60	5,11	4,05	0,00	0,00	88,77	1,33
	155	2.256	2.257	65,5	Ja	19,04	103,5	3,01	78,07	4,29	3,81	0,00	0,00	86,17	1,31
	158	987	989	46,8	Ja	32,46	105,4	3,01	70,90	1,88	3,16	0,00	0,00	75,94	0,00
	159	2.293	2.294	65,1	Ja	18,79	103,5	3,01	78,21	4,36	3,83	0,00	0,00	86,40	1,32

Summe 43,03

**Schall-Immissionsort: IP I Kaifenheim, Gartenstraße 30 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (20)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
	61	2.769	2.772	27,7	Ja	15,24	103,3	3,01	79,85	5,27	4,46	0,00	0,00	89,58	1,49
	62	2.684	2.687	32,3	Ja	15,75	103,3	3,01	79,58	5,11	4,39	0,00	0,00	89,08	1,48
	63	2.494	2.498	39,3	Ja	19,77	106,0	3,01	78,95	4,75	4,26	0,00	0,00	87,96	1,28
	64	2.612	2.615	36,2	Ja	19,05	106,0	3,01	79,35	4,97	4,33	0,00	0,00	88,64	1,31
	66	2.153	2.156	36,1	Ja	21,21	105,4	3,01	77,67	4,10	4,23	0,00	0,00	85,99	1,21
	67	2.157	2.161	45,8	Ja	21,51	105,4	3,01	77,69	4,11	4,07	0,00	0,00	85,87	1,03
	83	2.323	2.326	53,6	Ja	17,89	102,7	3,01	78,33	4,42	4,01	0,00	0,00	86,76	1,05
	84	2.721	2.723	50,1	Ja	18,17	105,4	3,01	79,70	5,17	4,17	0,00	0,00	89,05	1,19
	90	2.777	2.780	45,9	Ja	17,81	105,4	3,01	79,88	5,28	4,23	0,00	0,00	89,40	1,21
	91	1.874	1.878	43,9	Ja	20,84	102,7	3,01	76,47	3,57	4,00	0,00	0,00	84,04	0,83
	92	2.568	2.572	56,9	Ja	16,43	102,7	3,01	79,20	4,89	4,04	0,00	0,00	88,13	1,14
	101	2.826	2.829	33,8	Ja	15,01	103,3	3,01	80,03	5,37	4,39	0,00	0,00	89,80	1,50
	102	2.896	2.898	30,4	Ja	14,60	103,3	3,01	80,24	5,51	4,44	0,00	0,00	90,19	1,52
	103	2.989	2.992	45,2	Ja	17,12	106,0	3,01	80,52	5,69	4,28	0,00	0,00	90,49	1,40
	104	3.092	3.095	40,6	Ja	16,55	106,0	3,01	80,81	5,88	4,35	0,00	0,00	91,05	1,42
	107	3.296	3.299	44,5	Ja	15,04	105,4	3,01	81,37	6,27	4,34	0,00	0,00	91,97	1,39
	115	3.146	3.150	47,2	Ja	16,25	105,9	3,01	80,96	5,98	4,29	0,00	0,00	91,24	1,43
	117	3.142	3.145	37,3	Ja	13,69	103,5	3,01	80,95	5,98	4,39	0,00	0,00	91,32	1,50
	146	2.820	2.823	62,1	Ja	15,64	103,5	3,01	80,02	5,36	4,05	0,00	0,00	89,43	1,44
	147	3.376	3.379	49,1	Ja	11,81	102,7	3,01	81,58	6,42	4,30	0,00	0,00	92,30	1,61
	148	3.056	3.060	62,3	Ja	13,67	102,7	3,01	80,71	5,81	4,10	0,00	0,00	90,63	1,41
	155	2.872	2.875	64,4	Ja	15,39	103,5	3,01	80,17	5,46	4,03	0,00	0,00	89,67	1,45
	158	3.084	3.087	44,0	Ja	16,09	105,4	3,01	80,79	5,87	4,31	0,00	0,00	90,97	1,35
	159	3.949	3.952	55,1	Ja	10,14	103,5	3,01	82,94	7,51	4,32	0,00	0,00	94,77	1,60

Summe 31,10

**Schall-Immissionsort: IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (21)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
	61	2.770	2.772	28,2	Ja	15,24	103,3	3,01	79,86	5,27	4,45	0,00	0,00	89,57	1,49

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:43 / 8

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:15/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Vorbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...Fortsetzung von der vorigen Seite

WEA

95% der Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
62	2.689	2.691	32,3	Ja	<b>15,73</b>	103,3	3,01	79,60	5,11	4,39	0,00	0,00	89,10	1,48
63	2.498	2.501	39,4	Ja	<b>19,75</b>	106,0	3,01	78,96	4,75	4,26	0,00	0,00	87,98	1,28
64	2.611	2.614	36,9	Ja	<b>19,07</b>	106,0	3,01	79,34	4,97	4,32	0,00	0,00	88,63	1,31
66	2.153	2.156	36,6	Ja	<b>21,21</b>	105,4	3,01	77,67	4,10	4,22	0,00	0,00	85,99	1,21
67	2.152	2.156	46,7	Ja	<b>21,56</b>	105,4	3,01	77,67	4,10	4,06	0,00	0,00	85,82	1,02
83	2.332	2.335	53,4	Ja	<b>17,83</b>	102,7	3,01	78,37	4,44	4,02	0,00	0,00	86,82	1,06
84	2.736	2.738	50,1	Ja	<b>18,09</b>	105,4	3,01	79,75	5,20	4,17	0,00	0,00	89,13	1,20
90	2.770	2.773	46,9	Ja	<b>17,86</b>	105,4	3,01	79,86	5,27	4,22	0,00	0,00	89,35	1,21
91	1.881	1.885	44,0	Ja	<b>20,79</b>	102,7	3,01	76,51	3,58	4,00	0,00	0,00	84,09	0,83
92	2.579	2.583	56,8	Ja	<b>16,37</b>	102,7	3,01	79,24	4,91	4,05	0,00	0,00	88,20	1,15
101	2.831	2.833	33,7	Ja	<b>14,98</b>	103,3	3,01	80,05	5,38	4,39	0,00	0,00	89,82	1,51
102	2.897	2.899	30,8	Ja	<b>14,60</b>	103,3	3,01	80,25	5,51	4,44	0,00	0,00	90,19	1,52
103	2.994	2.998	44,9	Ja	<b>17,09</b>	106,0	3,01	80,54	5,70	4,29	0,00	0,00	90,52	1,40
104	3.093	3.096	41,0	Ja	<b>16,55</b>	106,0	3,01	80,82	5,88	4,35	0,00	0,00	91,05	1,42
107	3.292	3.295	45,2	Ja	<b>15,07</b>	105,4	3,01	81,36	6,26	4,33	0,00	0,00	91,95	1,39
115	3.154	3.157	46,8	Ja	<b>16,20</b>	105,9	3,01	80,99	6,00	4,29	0,00	0,00	91,28	1,43
117	3.146	3.149	37,3	Ja	<b>13,67</b>	103,5	3,01	80,96	5,98	4,40	0,00	0,00	91,34	1,50
146	2.794	2.797	62,7	Ja	<b>15,79</b>	103,5	3,01	79,93	5,31	4,03	0,00	0,00	89,28	1,44
147	3.350	3.353	49,6	Ja	<b>11,93</b>	102,7	3,01	81,51	6,37	4,29	0,00	0,00	92,17	1,60
148	3.028	3.031	63,1	Ja	<b>13,83</b>	102,7	3,01	80,63	5,76	4,09	0,00	0,00	90,48	1,41
155	2.848	2.852	64,8	Ja	<b>15,52</b>	103,5	3,01	80,10	5,42	4,02	0,00	0,00	89,54	1,45
158	3.078	3.081	45,0	Ja	<b>16,13</b>	105,4	3,01	80,77	5,85	4,30	0,00	0,00	90,93	1,35
159	3.926	3.929	55,1	Ja	<b>10,24</b>	103,5	3,01	82,89	7,47	4,32	0,00	0,00	94,67	1,60
Summe			31,10											

Summe 31,10

**Schall-Immissionsort: IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (23)**

WEA

95% der Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
61	2.551	2.553	31,6	Ja	<b>16,49</b>	103,3	3,01	79,14	4,85	4,38	0,00	0,00	88,37	1,45
62	2.424	2.426	41,8	Ja	<b>17,37</b>	103,3	3,01	78,70	4,61	4,21	0,00	0,00	87,52	1,42
63	2.243	2.246	48,0	Ja	<b>21,45</b>	106,0	3,01	78,03	4,27	4,07	0,00	0,00	86,36	1,20
64	2.415	2.417	37,2	Ja	<b>20,22</b>	106,0	3,01	78,67	4,59	4,27	0,00	0,00	87,53	1,25
66	1.945	1.948	37,6	Ja	<b>22,65</b>	105,4	3,01	76,79	3,70	4,14	0,00	0,00	84,63	1,13
67	2.021	2.025	42,8	Ja	<b>22,40</b>	105,4	3,01	77,13	3,85	4,07	0,00	0,00	85,05	0,96
83	2.013	2.016	60,1	Ja	<b>20,10</b>	102,7	3,01	77,09	3,83	3,78	0,00	0,00	84,70	0,91
84	2.345	2.347	58,4	Ja	<b>20,53</b>	105,4	3,01	78,41	4,46	3,95	0,00	0,00	86,82	1,06
90	2.638	2.641	42,8	Ja	<b>18,55</b>	105,4	3,01	79,43	5,02	4,25	0,00	0,00	88,70	1,17
91	1.598	1.601	49,2	Ja	<b>23,21</b>	102,7	3,01	75,09	3,04	3,74	0,00	0,00	81,88	0,62
92	2.236	2.240	63,5	Ja	<b>18,60</b>	102,7	3,01	78,00	4,26	3,83	0,00	0,00	86,09	1,02
101	2.558	2.561	43,4	Ja	<b>16,60</b>	103,3	3,01	79,17	4,87	4,22	0,00	0,00	88,25	1,45
102	2.669	2.671	35,7	Ja	<b>15,88</b>	103,3	3,01	79,53	5,08	4,34	0,00	0,00	88,95	1,48
103	2.709	2.713	54,6	Ja	<b>18,74</b>	106,0	3,01	79,67	5,15	4,11	0,00	0,00	88,93	1,34
104	2.861	2.864	46,4	Ja	<b>17,81</b>	106,0	3,01	80,14	5,44	4,25	0,00	0,00	89,83	1,37
107	3.120	3.122	43,2	Ja	<b>15,90</b>	105,4	3,01	80,89	5,93	4,33	0,00	0,00	91,15	1,36
115	2.843	2.846	55,9	Ja	<b>17,92</b>	105,9	3,01	80,08	5,41	4,13	0,00	0,00	89,62	1,37
117	2.878	2.881	46,7	Ja	<b>15,14</b>	103,5	3,01	80,19	5,47	4,25	0,00	0,00	89,91	1,46
146	2.938	2.941	61,2	Ja	<b>15,00</b>	103,5	3,01	80,37	5,59	4,09	0,00	0,00	90,05	1,47
147	3.485	3.487	49,8	Ja	<b>11,31</b>	102,7	3,01	81,85	6,63	4,31	0,00	0,00	92,79	1,62
148	3.206	3.209	58,9	Ja	<b>12,87</b>	102,7	3,01	81,13	6,10	4,17	0,00	0,00	91,40	1,44
155	2.951	2.955	63,8	Ja	<b>14,96</b>	103,5	3,01	80,41	5,61	4,06	0,00	0,00	90,08	1,47
158	2.930	2.933	41,7	Ja	<b>16,86</b>	105,4	3,01	80,35	5,57	4,31	0,00	0,00	90,23	1,32
159	4.009	4.012	54,9	Ja	<b>9,88</b>	103,5	3,01	83,07	7,62	4,33	0,00	0,00	95,02	1,61
Summe			32,50											

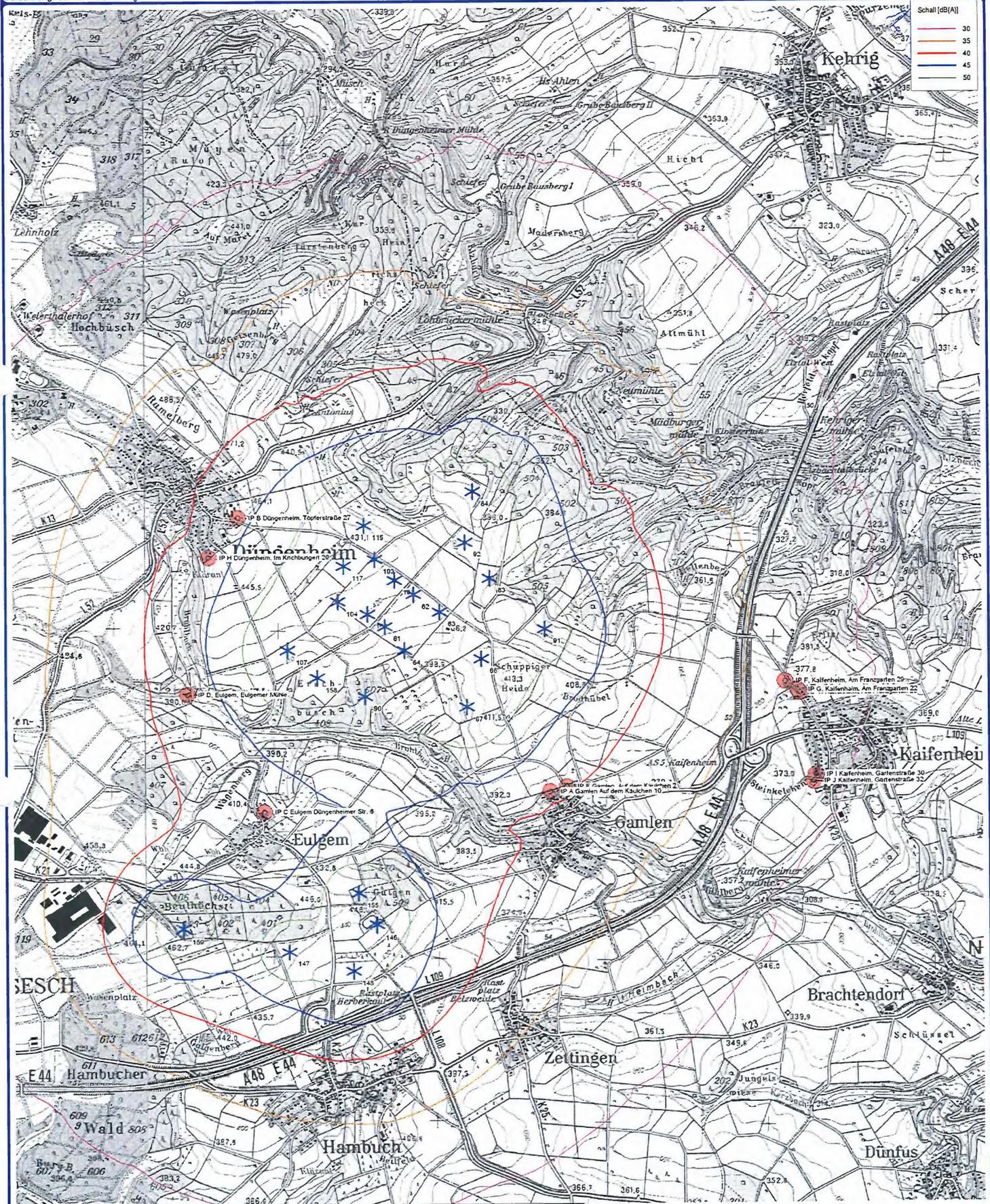
Summe 32,50

Gamlen ENP

15.11.2013 12:05 / 1  
Ingenieurbüro PLANKON  
Blumenstraße 15  
DE-28121 Osterburg  
0441 390 34 - 0  
15.10.2013 14:15/2 8.579

DECIBEL - Karte 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

Berechnung: Gamlen Vorbelastung nachts



Karte: tk25\_gesamt\_grau , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum UTM WGS84 Zone: 32 Ost: 371.509 Nord: 5.568.463

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s  
Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

\* Existierende WEA

● Schall-Immissionsort

Projekt:

Gamlen [REDACTED]

Ausdruck/Selbst  
08.11.2013 17:45 / 1

Lizenzierter Anwender:  
**Ingenieurbüro PLANKon**  
Blumenstraße 15  
DE-26121 Oldenburg  
0441 390 34 - 0

Berechnet:  
15.10.2013 14:13/2.8.579

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Gamlen Zusatzbelastung nachts

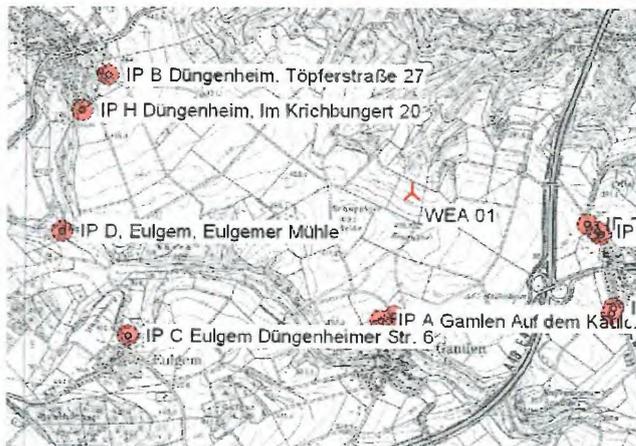
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet: 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)



### WEA

UTM WGS84 Zone: 32	Zone: 32			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
WEA 01	371.903	5.567.985	378,1	ENERCON E-82 E2 ...	Ja	ENERCON	E-82 E2 NH108 ENP-2.300	2.300	82,0	108,4	USER	schallreduziert 1000kW inkl. Zuschlägen	(95%)	101,4	0 dB

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	UTM WGS84 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt?		
		Ost	Nord	Z		Schall [dB(A)]	Abstand [m]		Schall	Abstand	Gesamt
IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (10)	371.667	5.567.105	368,5	5,0	40,0	300	29,1	Ja	Ja	Ja
IP B Dungenheim, Töpferstraße 27	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (15)	369.820	5.568.840	460,0	5,0	45,0	300	17,2	Ja	Ja	Ja
IP C Eulgem Dungenheimer Str. 6	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (12)	369.930	5.567.026	412,7	5,0	45,0	300	17,5	Ja	Ja	Ja
IP D, Eulgem, Eulger Mühle	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (17)	369.488	5.567.760	392,9	5,0	45,0	300	15,8	Ja	Ja	Ja
IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 2	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (16)	371.768	5.567.133	371,1	5,0	40,0	300	29,8	Ja	Ja	Ja
IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (18)	373.109	5.567.744	372,8	5,0	45,0	300	25,6	Ja	Ja	Ja
IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (19)	373.183	5.567.689	370,0	5,0	45,0	300	24,7	Ja	Ja	Ja
IP H Dungenheim, Im Krichbungert 20	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (22)	369.637	5.568.601	442,5	5,0	45,0	300	15,7	Ja	Ja	Ja
IP I Kaifenheim, Gartenstraße 30	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (20)	373.279	5.567.164	363,6	5,0	45,0	300	21,8	Ja	Ja	Ja
IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (21)	373.264	5.567.124	364,2	5,0	45,0	300	21,7	Ja	Ja	Ja
IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (23)	373.196	5.567.671	370,0	5,0	40,0	300	24,5	Ja	Ja	Ja

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	WEA 01
IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10		911
IP B Dungenheim, Töpferstraße 27		2253
IP C Eulgem Dungenheimer Str. 6		2194
IP D, Eulgem, Eulger Mühle		2425
IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 2		863
IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29		1230
IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22		1314
IP H Dungenheim, Im Krichbungert 20		2348
IP I Kaifenheim, Gartenstraße 30		1603
IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32		1611
IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20		1331

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:45 / 2

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:13/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Zusatzbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Annahmen**

Berechneter  $L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet$   
 (Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist  $Dc = Domega$ )

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

**Berechnungsergebnisse****Schall-Immissionsort: IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (10)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		911	918	38,4	Ja	29,05	101,4	3,00	70,26	1,74	3,35	0,00	0,00	75,35	0,00
Summe						29,05									

**Schall-Immissionsort: IP B Düngeheim, Töpferstraße 27 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (15)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		2.253	2.253	59,4	Ja	17,18	101,4	3,01	78,06	4,28	3,90	0,00	0,00	86,23	0,99
Summe						17,18									

**Schall-Immissionsort: IP C Eulgem Düngeheimer Str. 6 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (12)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		2.194	2.195	56,1	Ja	17,52	101,4	3,01	77,83	4,17	3,92	0,00	0,00	85,92	0,97
Summe						17,52									

**Schall-Immissionsort: IP D, Eulgem, Eulgemer Mühle Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (17)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		2.425	2.427	40,9	Ja	15,81	101,4	3,01	78,70	4,61	4,22	0,00	0,00	87,53	1,07
Summe						15,81									

**Schall-Immissionsort: IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 2 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (16)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	95% der Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WEA 01		863	870	40,1	Ja	29,76	101,4	3,00	69,79	1,65	3,20	0,00	0,00	74,65	0,00
Summe						29,76									

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:45 / 3

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:13/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Zusatzbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (18)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	1.230	1.235	48,6	Ja	<b>25,63</b>	101,4	3,01	72,83	2,35	3,44	0,00	0,00	78,62	0,16	
Summe	25,63														

**Schall-Immissionsort: IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (19)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	1.314	1.319	47,8	Ja	<b>24,67</b>	101,4	3,01	73,40	2,51	3,55	0,00	0,00	79,46	0,28	
Summe	24,67														

**Schall-Immissionsort: IP H Düdingen, Im Krichbungert 20 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (22)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	2.348	2.348	50,1	Nein	<b>15,70</b>	101,4	3,01	78,42	4,46	4,80	0,00	0,00	87,68	1,03	
Summe	15,70														

**Schall-Immissionsort: IP I Kaifenheim, Gartenstraße 30 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (20)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	1.603	1.607	44,9	Ja	<b>21,81</b>	101,4	3,01	75,12	3,05	3,84	0,00	0,00	82,01	0,59	
Summe	21,81														

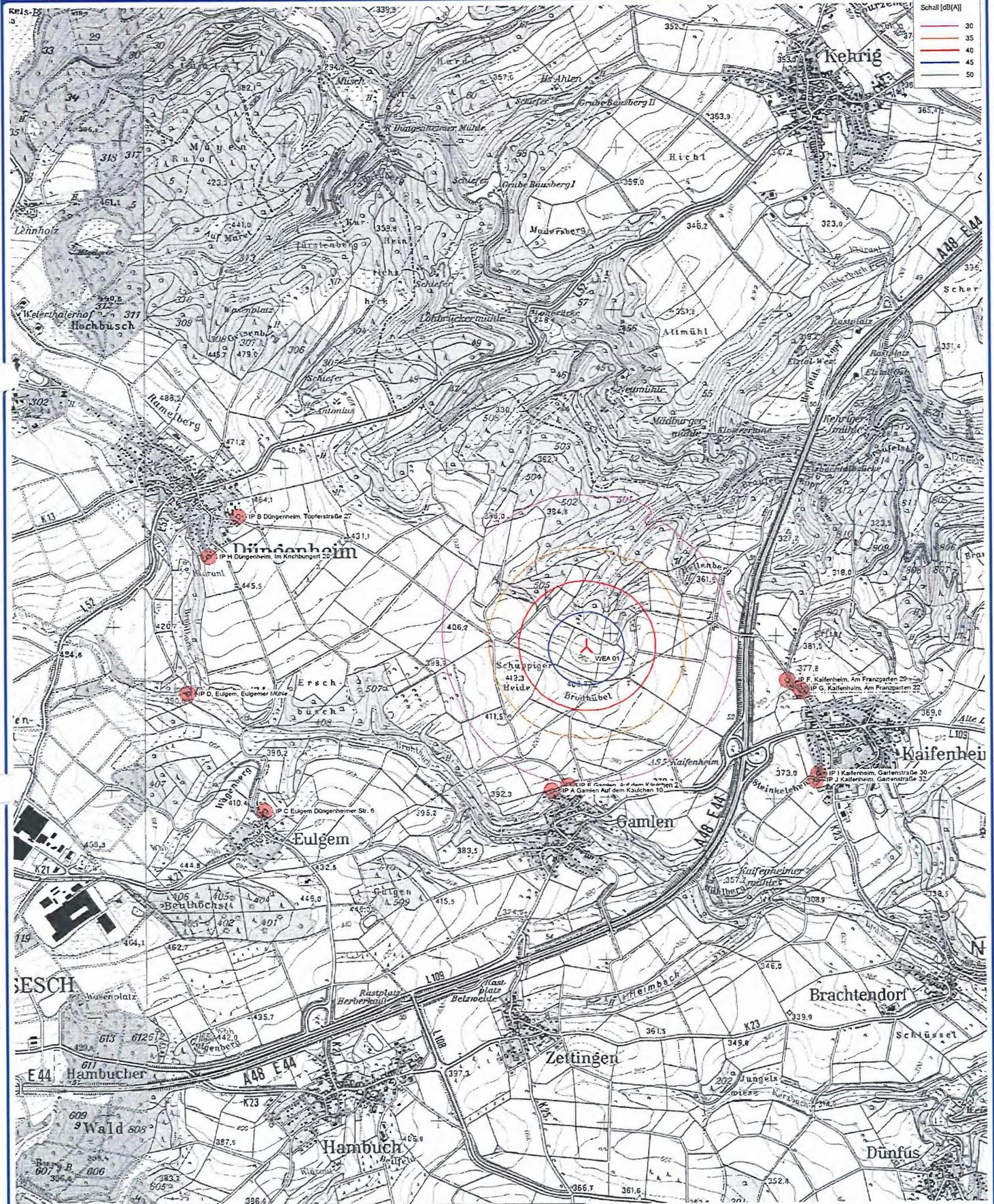
**Schall-Immissionsort: IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (21)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	1.611	1.615	45,2	Ja	<b>21,75</b>	101,4	3,01	75,16	3,07	3,84	0,00	0,00	82,07	0,59	
Summe	21,75														

**Schall-Immissionsort: IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (23)**

WEA		95% der Nennleistung													
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
WEA 01	1.331	1.336	47,9	Ja	<b>24,49</b>	101,4	3,01	73,51	2,54	3,56	0,00	0,00	79,62	0,30	
Summe	24,49														

DECIBEL - Karte 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s  
Berechnung: Gamlen Zusatzbelastung nachts



Karte: tk25\_gesamt\_grau , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum UTM WGS84 Zone: 32 Ost: 371.509 Nord: 5.568.483  
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

▲ Neue WEA      ● Schall-Immissionsort

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:49 / 1

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon  
Blumenstraße 15  
DE-26121 Oldenburg  
0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Gamlen Gesamtbelastung nachts

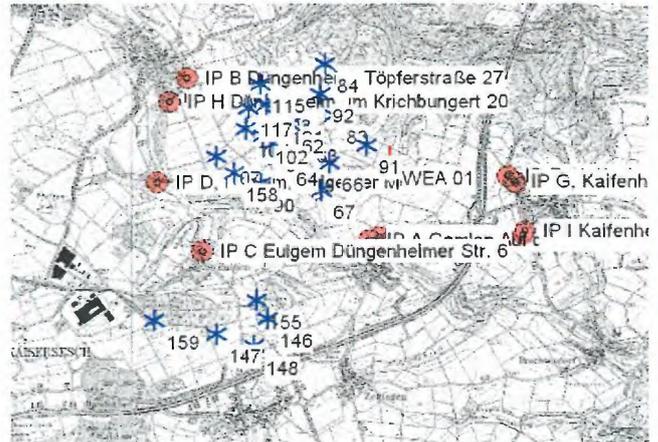
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2  
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet: 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Ferengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:75.000

▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

## WEA

UTM WGS84 Zone: 32			Beschreibung	WEA-Typ	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
Ost	Nord	Z										
61	370.590	5.568.147	412,2 ENERCON E-40/6.44 ... Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
62	370.867	5.568.342	417,8 ENERCON E-40/6.44 ... Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
63	371.024	5.568.230	410,1 GE WIND ENERGY ... Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
64	370.904	5.567.999	405,1 GE WIND ENERGY ... Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
65	371.269	5.567.934	407,4 NORDEX N90 NH 80 ... Ja	NORDEX	N90 NH 80 ENP-2.300	2.300	90,0	80,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
67	371.175	5.567.640	400,0 NORDEX N90 NH 100 ... Ja	NORDEX	N90 NH 100 ENP-2.300	2.300	90,0	100,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
83	371.332	5.568.430	391,8 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH105 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER Mode 2 zzgl. Zuschläge	(95%)	102,7	0 dB
84	371.243	5.568.969	371,1 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
90	370.559	5.567.721	395,7 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
91	371.659	5.568.106	379,5 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH105 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER Mode 2 zzgl. Zuschläge	(95%)	102,7	0 dB
92	371.188	5.568.655	395,0 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH105 ENP-2.000	2.000	90,0	105,0	USER Mode 2 zzgl. Zuschläge	(95%)	102,7	0 dB
101	370.754	5.568.433	422,3 ENERCON E-40/6.44 ... Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
102	370.586	5.568.229	420,0 ENERCON E-40/6.44 ... Ja	ENERCON	E-40/6.44 NH65 ENP-600	600	44,0	65,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	103,3	0 dB
103	370.538	5.568.563	425,0 GE WIND ENERGY ... Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
104	370.407	5.568.309	423,4 GE WIND ENERGY ... Ja	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	10,0	106,0	0 dB
107	370.095	5.568.019	413,6 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	95,0	USER Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
115	370.577	5.568.776	423,4 ENERCON E-82 NH8 ... Ja	ENERCON	E-82 NH85 ENP-2.000	2.000	82,0	85,0	USER Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	105,9	0 dB
117	370.448	5.568.527	428,5 ENERCON E-53 NH7 ... Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
146	370.591	5.566.312	437,1 ENERCON E-53 NH7 ... Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
147	370.055	5.566.162	443,4 FUHLRLÄNDER MD 77 ... Ja	FUHLRLÄNDER	MD 77 NH61 ENP-1.500	1.500	77,0	61,5	USER 1300kW zzgl. Zuschläge	10,0	102,7	0 dB
148	370.440	5.566.032	424,4 FUHLRLÄNDER MD 77 ... Ja	FUHLRLÄNDER	MD 77 NH85 ENP-1.500	1.500	77,0	85,0	USER 1300kW zzgl. Zuschläge	10,0	102,7	0 dB
155	370.483	5.566.509	439,9 ENERCON E-53 NH7 ... Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
158	370.271	5.567.844	406,5 VESTAS V90-2.0MW ... Ja	VESTAS	V90-2.0MW NH95 ENP-2.000	2.000	90,0	95,0	USER Mode 0 zzgl. Zuschläge	10,0	105,4	0 dB
159	369.422	5.566.316	460,0 ENERCON E-53 NH7 ... Ja	ENERCON	E-53 NH73 ENP-800	800	53,0	73,3	USER Vollast zzgl. Zuschläge	(95%)	103,5	0 dB
WEA 01	371.903	5.567.985	378,1 ENERCON E-82 E2 N ... Ja	ENERCON	E-82 E2 NH108 ENP-2.300	2.300	82,0	108,4	USER schallreduziert 1000kW inkl. Zuschlägen	(95%)	101,4	0 dB

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	UTM WGS84 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen		Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt?		
		Ost	Nord	Z		Schall [dB(A)]	Abstand [m]		Schall	Abstand	Gesamt
IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (10)	371.667	5.567.105	368,5	5,0	40,0	300	41,3	Nein	Ja	Nein
IP B Düngeheim, Töpferstraße 27	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (15)	369.820	5.568.840	460,0	5,0	45,0	300	43,9	Ja	Ja	Ja
IP C Eulgem Düngeheimer Str. 6	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (12)	369.930	5.567.026	412,7	5,0	45,0	300	42,7	Ja	Ja	Ja
IP D, Eulgem, Eulger Mühle	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (17)	369.488	5.567.760	392,9	5,0	45,0	300	42,4	Ja	Ja	Ja
IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 29	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (16)	371.768	5.567.133	371,1	5,0	40,0	300	40,9	Nein	Ja	Nein
IP F, Kaiferheim, Am Franzgarten 29	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (18)	373.109	5.567.744	372,8	5,0	45,0	300	33,9	Ja	Ja	Ja
IP G, Kaiferheim, Am Franzgarten 22	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (19)	373.183	5.567.689	370,0	5,0	45,0	300	33,3	Ja	Ja	Ja
IP H Düngeheim, Im Krichbungert 20	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (22)	369.637	5.568.601	442,5	5,0	45,0	300	43,0	Ja	Ja	Ja
IP I Kaiferheim, Gartenstraße 30	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (20)	373.279	5.567.164	363,6	5,0	45,0	300	31,6	Ja	Ja	Ja
IP J Kaiferheim, Gartenstraße 32	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (21)	373.264	5.567.124	364,2	5,0	45,0	300	31,6	Ja	Ja	Ja
IP K Kaiferheim, Am Franzgarten 20	Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (23)	373.196	5.567.671	370,0	5,0	40,0	300	33,1	Ja	Ja	Ja

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:49 / 2

Lizenzierter Anwender:

**Ingenieurbüro PLANKon**

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

**DECIBEL - Hauptergebnis****Berechnung:** Gamlen Gesamtbelastung nachts**Abstände (m)**

WEA	IP A Gamlen Auf dem Käulchen 10	IP C Eulgem Dünge nheimer r Str. 6	IP B Düngeheim, Töpferstraße 27	IP E Gamlen, Auf dem Käulchen 2	IP D, Eulgem, Auf der Mühle	IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29	IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22	IP I Kaifenheim, Gartenstraße 30	IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32	IP H Düngeheim, Im Krichbungert 20	IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20
61	1428	1355	1115	1481	1263	2452	2535	2769	2770	1147	2551
62	1473	1616	1162	1508	1497	2320	2406	2684	2689	1257	2424
63	1296	1627	1352	1326	1606	2141	2226	2494	2498	1436	2243
64	1242	1308	1297	1296	1338	2319	2399	2612	2611	1313	2415
66	919	1618	1711	944	1790	1850	1930	2153	2153	1763	1945
67	727	1389	1813	781	1691	1937	2009	2157	2152	1813	2021
83	1367	1985	1568	1369	1962	1905	1994	2323	2332	1704	2013
84	1912	2345	1429	1910	2131	2232	2324	2721	2736	1648	2345
90	1267	938	1345	1345	1072	2550	2624	2777	2770	1274	2638
91	1001	2039	1982	980	2199	1494	1580	1874	1881	2082	1598
92	1622	2059	1381	1629	1921	2126	2217	2568	2579	1552	2236
101	1611	1631	1021	1649	1434	2453	2540	2826	2831	1130	2558
102	1559	1371	983	1613	1194	2569	2653	2896	2897	1019	2669
103	1784	1693	865	1823	1403	2603	2691	2989	2994	1002	2709
104	1743	1369	795	1799	1071	2760	2844	3092	3093	824	2861
107	1817	1007	870	1893	661	3025	3105	3296	3292	741	3120
115	1995	1866	760	2030	1489	2734	2824	3147	3154	956	2843
117	1873	1588	704	1920	1229	2774	2861	3142	3146	815	2878
146	1336	973	2647	1435	1820	2897	2935	2820	2794	2479	2938
147	1867	873	2693	1969	1696	3439	3481	3376	3350	2474	3485
148	1630	1117	2880	1725	1973	3171	3204	3056	3028	2691	3206
155	1325	757	2428	1429	1599	2902	2946	2872	2848	2256	2951
158	1579	887	1097	1658	788	2839	2916	3084	3078	987	2930
159	2379	871	2557	2484	1444	3953	4003	3949	3926	2293	4009
WEA 01	911	2194	2253	863	2425	1230	1314	1603	1611	2348	1331

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Selbst

08.11.2013 17:49 / 3

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Gesamtbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Annahmen**

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

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

**Berechnungsergebnisse****Schall-Immissionsort: IP A Gamlen Auf dem Kälchen 10 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (10)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
61	1.428	1.432	27,0	Nein	<b>23,65</b>	103,3	3,01	74,12	2,72	4,80	0,00	0,00	81,64	1,02
62	1.473	1.477	25,7	Nein	<b>23,27</b>	103,3	3,01	74,39	2,81	4,80	0,00	0,00	81,99	1,05
63	1.296	1.301	32,7	Ja	<b>28,71</b>	106,0	3,01	73,29	2,47	3,93	0,00	0,00	79,69	0,61
64	1.242	1.248	35,5	Ja	<b>29,35</b>	106,0	3,01	72,92	2,37	3,82	0,00	0,00	79,11	0,55
66	919	926	30,0	Ja	<b>32,48</b>	105,4	3,01	70,34	1,76	3,68	0,00	0,00	75,77	0,15
67	727	737	40,7	Ja	<b>35,77</b>	105,4	3,00	68,35	1,40	2,88	0,00	0,00	72,63	0,00
83	1.367	1.372	36,5	Ja	<b>25,08</b>	102,7	3,01	73,75	2,61	3,88	0,00	0,00	80,24	0,39
84	1.911	1.914	31,1	Nein	<b>22,48</b>	105,4	3,01	76,64	3,64	4,80	0,00	0,00	85,08	0,85
90	1.267	1.274	47,8	Ja	<b>29,12</b>	105,4	3,01	73,10	2,42	3,51	0,00	0,00	79,03	0,26
91	1.001	1.007	32,9	Ja	<b>29,06</b>	102,7	3,01	71,06	1,91	3,67	0,00	0,00	76,64	0,00
92	1.622	1.627	37,1	Nein	<b>21,95</b>	102,7	3,01	75,23	3,09	4,80	0,00	0,00	83,12	0,64
101	1.611	1.615	26,9	Nein	<b>22,14</b>	103,3	3,01	75,16	3,07	4,80	0,00	0,00	83,03	1,13
102	1.559	1.563	29,6	Nein	<b>22,56</b>	103,3	3,01	74,88	2,97	4,80	0,00	0,00	82,65	1,10
103	1.784	1.789	36,5	Nein	<b>23,76</b>	106,0	3,01	76,05	3,40	4,80	0,00	0,00	84,25	0,99
104	1.742	1.748	39,9	Nein	<b>24,07</b>	106,0	3,01	75,85	3,32	4,80	0,00	0,00	83,97	0,97
107	1.817	1.822	46,3	Ja	<b>23,91</b>	105,4	3,01	76,21	3,46	3,93	0,00	0,00	83,60	0,90
115	1.995	1.999	32,8	Nein	<b>22,20</b>	105,9	3,01	77,02	3,80	4,80	0,00	0,00	85,62	1,10
117	1.873	1.877	33,1	Nein	<b>20,51</b>	103,5	3,01	76,47	3,57	4,80	0,00	0,00	84,84	1,16
146	1.336	1.343	52,1	Ja	<b>26,10</b>	103,5	3,01	73,56	2,55	3,46	0,00	0,00	79,58	0,83
147	1.867	1.872	34,9	Ja	<b>20,26</b>	102,7	3,01	76,45	3,56	4,16	0,00	0,00	84,16	1,29
148	1.630	1.635	46,8	Ja	<b>22,62</b>	102,7	3,01	75,27	3,11	3,82	0,00	0,00	82,19	0,90
155	1.325	1.332	55,0	Ja	<b>26,29</b>	103,5	3,01	73,49	2,53	3,38	0,00	0,00	79,40	0,82
158	1.579	1.584	46,3	Ja	<b>25,87</b>	105,4	3,01	75,00	3,01	3,80	0,00	0,00	81,80	0,73
159	2.379	2.384	41,0	Ja	<b>17,88</b>	103,5	3,01	78,55	4,53	4,21	0,00	0,00	87,29	1,34
WEA 01	911	918	38,4	Ja	<b>29,05</b>	101,4	3,00	70,26	1,74	3,35	0,00	0,00	75,35	0,00
Summe	41,34													

**Schall-Immissionsort: IP B Düngeheim, Töpferstraße 27 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (15)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
61	1.115	1.115	36,5	Ja	<b>27,83</b>	103,3	3,01	71,95	2,12	3,67	0,00	0,00	77,74	0,74
62	1.162	1.162	38,7	Ja	<b>27,35</b>	103,3	3,01	72,30	2,21	3,65	0,00	0,00	78,16	0,79
63	1.352	1.352	48,1	Ja	<b>28,57</b>	106,0	3,01	73,62	2,57	3,58	0,00	0,00	79,77	0,67
64	1.297	1.298	46,7	Ja	<b>29,11</b>	106,0	3,01	73,26	2,47	3,56	0,00	0,00	79,29	0,61
66	1.712	1.712	50,4	Ja	<b>24,69</b>	105,4	3,01	75,67	3,25	3,79	0,00	0,00	82,71	1,01
67	1.813	1.813	61,1	Ja	<b>24,31</b>	105,4	3,01	76,17	3,45	3,64	0,00	0,00	83,26	0,84
83	1.568	1.568	53,3	Ja	<b>23,59</b>	102,7	3,01	74,91	2,98	3,63	0,00	0,00	81,52	0,60
84	1.429	1.429	57,9	Ja	<b>27,73</b>	105,4	3,01	74,10	2,71	3,41	0,00	0,00	80,22	0,46

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:49 / 4

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON  
Blumenstraße 15  
DE-26121 Oldenburg  
0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung: Gamlen Gesamtbelastung nachts Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**

...Fortsetzung von der vorigen Seite

WEA						Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
90	1.345	1.345	55,1	Ja	<b>28,52</b>	105,4	3,01	73,58	2,56	3,39	0,00	0,00	79,52	0,36	
91	1.982	1.982	53,7	Ja	<b>20,24</b>	102,7	3,01	76,94	3,77	3,87	0,00	0,00	84,58	0,89	
92	1.381	1.382	53,2	Ja	<b>25,39</b>	102,7	3,01	73,81	2,63	3,47	0,00	0,00	79,91	0,41	
101	1.021	1.021	38,7	Ja	<b>29,07</b>	103,3	3,01	71,18	1,94	3,49	0,00	0,00	76,61	0,63	
102	983	983	37,9	Ja	<b>29,55</b>	103,3	3,01	70,85	1,87	3,47	0,00	0,00	76,18	0,58	
103	865	866	47,7	Ja	<b>34,72</b>	106,0	3,01	69,76	1,65	2,89	0,00	0,00	74,29	0,00	
104	795	796	46,1	Ja	<b>35,69</b>	106,0	3,00	69,02	1,51	2,79	0,00	0,00	73,31	0,00	
107	870	871	47,3	Ja	<b>34,03</b>	105,4	3,00	69,80	1,66	2,92	0,00	0,00	74,38	0,00	
115	760	762	44,9	Ja	<b>36,08</b>	105,9	3,00	68,63	1,45	2,75	0,00	0,00	72,83	0,00	
117	704	705	40,8	Ja	<b>34,42</b>	103,5	3,00	67,96	1,34	2,78	0,00	0,00	72,08	0,00	
146	2.647	2.648	67,2	Ja	<b>16,68</b>	103,5	3,01	79,46	5,03	3,93	0,00	0,00	88,42	1,41	
147	2.693	2.693	59,8	Ja	<b>15,44</b>	102,7	3,01	79,60	5,12	4,04	0,00	0,00	88,76	1,51	
148	2.880	2.880	65,4	Ja	<b>14,65</b>	102,7	3,01	80,19	5,47	4,02	0,00	0,00	89,68	1,37	
155	2.428	2.428	69,8	Ja	<b>18,02</b>	103,5	3,01	78,71	4,61	3,81	0,00	0,00	87,13	1,35	
158	1.097	1.098	50,9	Ja	<b>31,13</b>	105,4	3,01	71,81	2,09	3,20	0,00	0,00	77,10	0,18	
159	2.557	2.558	69,9	Ja	<b>17,24</b>	103,5	3,01	79,16	4,86	3,86	0,00	0,00	87,88	1,39	
WEA 01	2.253	2.253	59,4	Ja	<b>17,18</b>	101,4	3,01	78,06	4,28	3,90	0,00	0,00	86,23	0,99	
Summe	43,90														

**Schall-Immissionsort: IP C Eulgem Düngenheimer Str. 6 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (12)**

WEA						Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.355	1.356	50,0	Ja	<b>25,59</b>	103,3	3,01	73,65	2,58	3,53	0,00	0,00	79,75	0,97	
62	1.616	1.617	50,6	Ja	<b>23,20</b>	103,3	3,01	75,17	3,07	3,72	0,00	0,00	81,97	1,13	
63	1.627	1.629	60,1	Ja	<b>26,25</b>	106,0	3,01	75,24	3,10	3,53	0,00	0,00	81,87	0,89	
64	1.308	1.310	60,4	Ja	<b>29,34</b>	106,0	3,01	73,35	2,49	3,21	0,00	0,00	79,05	0,62	
66	1.618	1.620	58,3	Ja	<b>25,63</b>	105,4	3,01	75,19	3,08	3,56	0,00	0,00	81,83	0,95	
67	1.389	1.391	67,7	Ja	<b>28,29</b>	105,4	3,01	73,87	2,64	3,12	0,00	0,00	79,63	0,49	
83	1.985	1.986	60,8	Ja	<b>20,33</b>	102,7	3,01	76,96	3,77	3,75	0,00	0,00	84,48	0,89	
84	2.345	2.346	45,5	Ja	<b>20,35</b>	105,4	3,01	78,41	4,46	4,13	0,00	0,00	87,00	1,06	
90	938	941	67,5	Ja	<b>33,82</b>	105,4	3,01	70,48	1,79	2,32	0,00	0,00	74,58	0,00	
91	2.039	2.040	55,5	Ja	<b>19,85</b>	102,7	3,01	77,19	3,88	3,87	0,00	0,00	84,94	0,92	
92	2.059	2.060	58,2	Ja	<b>19,75</b>	102,7	3,01	77,28	3,91	3,83	0,00	0,00	85,02	0,93	
101	1.631	1.632	49,6	Ja	<b>23,05</b>	103,3	3,01	75,26	3,10	3,76	0,00	0,00	82,11	1,14	
102	1.371	1.372	50,8	Ja	<b>25,45</b>	103,3	3,01	73,75	2,61	3,53	0,00	0,00	79,88	0,98	
103	1.692	1.695	58,0	Ja	<b>25,64</b>	106,0	3,01	75,58	3,22	3,62	0,00	0,00	82,43	0,94	
104	1.369	1.372	60,8	Ja	<b>28,70</b>	106,0	3,01	73,75	2,61	3,27	0,00	0,00	79,63	0,69	
107	1.007	1.011	66,6	Ja	<b>32,86</b>	105,4	3,01	71,10	1,92	2,52	0,00	0,00	75,54	0,01	
115	1.866	1.868	54,0	Ja	<b>24,09</b>	105,9	3,01	76,43	3,55	3,81	0,00	0,00	83,79	1,04	
117	1.588	1.590	54,1	Ja	<b>23,81</b>	103,5	3,01	75,03	3,02	3,63	0,00	0,00	81,68	1,01	
146	973	978	33,3	Ja	<b>29,83</b>	103,5	3,01	70,80	1,86	3,62	0,00	0,00	76,28	0,39	
147	873	877	23,2	Ja	<b>29,82</b>	102,7	3,01	69,86	1,67	3,88	0,00	0,00	75,41	0,48	
148	1.117	1.121	30,9	Ja	<b>27,35</b>	102,7	3,01	71,99	2,13	3,85	0,00	0,00	77,97	0,39	
155	757	763	38,8	Ja	<b>33,37</b>	103,5	3,00	68,65	1,45	3,03	0,00	0,00	73,14	0,00	
158	886	890	64,7	Ja	<b>34,44</b>	105,4	3,01	69,99	1,69	2,28	0,00	0,00	73,96	0,00	
159	871	879	33,5	Ja	<b>31,28</b>	103,5	3,01	69,88	1,67	3,48	0,00	0,00	75,02	0,20	
WEA 01	2.194	2.195	56,1	Ja	<b>17,52</b>	101,4	3,01	77,83	4,17	3,92	0,00	0,00	85,92	0,97	
Summe	42,70														

**Schall-Immissionsort: IP D, Eulgem, Eulgemer Mühle Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (17)**

WEA						Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
61	1.263	1.265	28,6	Ja	<b>25,95</b>	103,3	3,01	73,04	2,40	4,02	0,00	0,00	79,47	0,89	
62	1.497	1.499	27,7	Ja	<b>23,71</b>	103,3	3,01	74,52	2,85	4,16	0,00	0,00	81,53	1,06	
63	1.606	1.609	37,5	Ja	<b>25,94</b>	106,0	3,01	75,13	3,06	4,00	0,00	0,00	82,19	0,88	
64	1.338	1.341	40,4	Ja	<b>28,50</b>	106,0	3,01	73,55	2,55	3,76	0,00	0,00	79,86	0,65	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:49 / 5

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANCON

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Gesamtbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...Fortsetzung von der vorigen Seite

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
66	1.790	1.792	41,4	Ja	<b>23,88</b>	105,4	3,01	76,07	3,40	4,01	0,00	0,00	83,48	1,05
67	1.691	1.695	53,0	Ja	<b>25,13</b>	105,4	3,01	75,58	3,22	3,72	0,00	0,00	82,53	0,76
83	1.962	1.965	37,6	Ja	<b>20,09</b>	102,7	3,01	76,87	3,73	4,14	0,00	0,00	84,74	0,88
84	2.131	2.133	23,4	Nein	<b>21,01</b>	105,4	3,01	77,58	4,05	4,80	0,00	0,00	86,43	0,97
90	1.072	1.077	50,7	Ja	<b>31,54</b>	105,4	3,01	71,64	2,05	3,17	0,00	0,00	76,86	0,00
91	2.199	2.200	38,6	Ja	<b>18,48</b>	102,7	3,01	77,85	4,18	4,20	0,00	0,00	86,23	1,00
92	1.921	1.924	34,4	Ja	<b>20,33</b>	102,7	3,01	76,68	3,66	4,19	0,00	0,00	84,53	0,85
101	1.434	1.437	27,6	Ja	<b>24,27</b>	103,3	3,01	74,15	2,73	4,14	0,00	0,00	81,02	1,02
102	1.194	1.197	30,0	Ja	<b>26,71</b>	103,3	3,01	72,56	2,27	3,93	0,00	0,00	78,77	0,83
103	1.403	1.407	35,8	Ja	<b>27,73</b>	106,0	3,01	73,97	2,67	3,92	0,00	0,00	80,56	0,72
104	1.071	1.076	39,3	Ja	<b>31,47</b>	106,0	3,01	71,64	2,04	3,54	0,00	0,00	77,22	0,32
107	661	670	46,7	Ja	<b>37,24</b>	105,4	3,00	67,52	1,27	2,37	0,00	0,00	71,16	0,00
115	1.489	1.493	30,2	Ja	<b>26,69</b>	105,9	3,01	74,48	2,84	4,11	0,00	0,00	81,43	0,79
117	1.229	1.233	30,7	Ja	<b>26,68</b>	103,5	3,01	72,82	2,34	3,94	0,00	0,00	79,10	0,73
146	1.820	1.824	40,8	Ja	<b>21,65</b>	103,5	3,01	76,22	3,47	4,03	0,00	0,00	83,72	1,14
147	1.696	1.699	27,7	Ja	<b>21,42</b>	102,7	3,01	75,60	3,23	4,24	0,00	0,00	83,07	1,22
148	1.973	1.976	34,1	Ja	<b>19,74</b>	102,7	3,01	76,92	3,75	4,21	0,00	0,00	84,88	1,09
155	1.599	1.603	46,9	Ja	<b>23,55</b>	103,5	3,01	75,10	3,05	3,79	0,00	0,00	81,94	1,02
158	788	794	49,5	Ja	<b>35,26</b>	105,4	3,00	69,00	1,51	2,64	0,00	0,00	73,15	0,00
159	1.444	1.450	38,6	Ja	<b>24,73</b>	103,5	3,01	74,23	2,76	3,88	0,00	0,00	80,87	0,92
WEA 01	2.425	2.427	40,9	Ja	<b>15,81</b>	101,4	3,01	78,70	4,61	4,22	0,00	0,00	87,53	1,07
Summe	42,40													

**Schall-Immissionsort: IP E Gamlen, Auf dem Kälchen 2 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (16)**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
61	1.481	1.484	27,3	Nein	<b>23,21</b>	103,3	3,01	74,43	2,82	4,80	0,00	0,00	82,05	1,05
62	1.508	1.512	26,4	Nein	<b>22,97</b>	103,3	3,01	74,59	2,87	4,80	0,00	0,00	82,27	1,07
63	1.326	1.331	33,8	Ja	<b>28,42</b>	106,0	3,01	73,49	2,53	3,92	0,00	0,00	79,94	0,64
64	1.296	1.301	35,8	Ja	<b>28,78</b>	106,0	3,01	73,29	2,47	3,85	0,00	0,00	79,61	0,61
66	944	951	31,7	Ja	<b>32,19</b>	105,4	3,01	70,56	1,81	3,65	0,00	0,00	76,02	0,20
67	781	791	41,8	Ja	<b>34,98</b>	105,4	3,00	68,96	1,50	2,96	0,00	0,00	73,43	0,00
83	1.369	1.374	38,7	Ja	<b>25,11</b>	102,7	3,01	73,76	2,61	3,83	0,00	0,00	80,20	0,39
84	1.910	1.913	34,1	Nein	<b>22,49</b>	105,4	3,01	76,63	3,63	4,80	0,00	0,00	85,07	0,85
90	1.345	1.351	47,8	Ja	<b>28,29</b>	105,4	3,01	73,61	2,57	3,58	0,00	0,00	79,76	0,36
91	980	985	35,8	Ja	<b>29,42</b>	102,7	3,01	70,87	1,87	3,54	0,00	0,00	76,29	0,00
92	1.629	1.634	39,2	Ja	<b>22,71</b>	102,7	3,01	75,27	3,10	3,97	0,00	0,00	82,34	0,65
101	1.649	1.653	27,5	Nein	<b>21,85</b>	103,3	3,01	75,37	3,14	4,80	0,00	0,00	83,31	1,15
102	1.613	1.616	29,9	Nein	<b>22,14</b>	103,3	3,01	75,17	3,07	4,80	0,00	0,00	83,04	1,13
103	1.823	1.828	37,1	Ja	<b>24,18</b>	106,0	3,01	76,24	3,47	4,10	0,00	0,00	83,82	1,01
104	1.799	1.804	40,1	Nein	<b>23,66</b>	106,0	3,01	76,13	3,43	4,80	0,00	0,00	84,35	1,00
107	1.893	1.897	46,6	Ja	<b>23,34</b>	105,4	3,01	76,56	3,61	3,96	0,00	0,00	84,13	0,94
115	2.030	2.034	33,6	Nein	<b>21,96</b>	105,9	3,01	77,17	3,86	4,80	0,00	0,00	85,83	1,11
117	1.920	1.925	33,4	Nein	<b>20,18</b>	103,5	3,01	76,69	3,66	4,80	0,00	0,00	85,14	1,18
146	1.435	1.441	55,7	Ja	<b>25,21</b>	103,5	3,01	74,18	2,74	3,47	0,00	0,00	80,39	0,91
147	1.969	1.973	38,3	Ja	<b>19,60</b>	102,7	3,01	76,90	3,75	4,13	0,00	0,00	84,79	1,32
148	1.725	1.730	50,0	Ja	<b>21,90</b>	102,7	3,01	75,76	3,29	3,81	0,00	0,00	82,86	0,96
155	1.429	1.435	57,7	Ja	<b>25,32</b>	103,5	3,01	74,14	2,73	3,42	0,00	0,00	80,28	0,90
158	1.658	1.663	46,1	Ja	<b>25,19</b>	105,4	3,01	75,42	3,16	3,85	0,00	0,00	82,42	0,79
159	2.484	2.489	43,8	Ja	<b>17,29</b>	103,5	3,01	78,92	4,73	4,20	0,00	0,00	87,85	1,37
WEA 01	863	870	40,1	Ja	<b>29,76</b>	101,4	3,00	69,79	1,65	3,20	0,00	0,00	74,65	0,00
Summe	40,95													

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Seite

08.11.2013 17:49 / 6

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Gesamtbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: IP F, Kaifenheim, Am Franzgarten 29 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (18)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
61	2.452	2.454	33,3	Ja	<b>17,08</b>	103,3	3,01	78,80	4,66	4,34	0,00	0,00	87,80	1,43
62	2.320	2.322	43,2	Ja	<b>18,02</b>	103,3	3,01	78,32	4,41	4,16	0,00	0,00	86,89	1,40
63	2.141	2.144	49,4	Ja	<b>22,14</b>	106,0	3,01	77,62	4,07	4,01	0,00	0,00	85,71	1,16
64	2.319	2.322	38,2	Ja	<b>20,82</b>	106,0	3,01	78,32	4,41	4,24	0,00	0,00	86,96	1,22
66	1.849	1.853	38,4	Ja	<b>23,36</b>	105,4	3,01	76,36	3,52	4,09	0,00	0,00	83,96	1,08
67	1.937	1.940	42,9	Ja	<b>23,01</b>	105,4	3,01	76,76	3,69	4,04	0,00	0,00	84,49	0,92
83	1.905	1.908	61,6	Ja	<b>20,93</b>	102,7	3,01	76,61	3,63	3,69	0,00	0,00	83,93	0,84
84	2.232	2.234	60,2	Ja	<b>21,29</b>	105,4	3,01	77,98	4,24	3,88	0,00	0,00	86,10	1,01
90	2.550	2.553	43,2	Ja	<b>19,06</b>	105,4	3,01	79,14	4,85	4,22	0,00	0,00	88,21	1,14
91	1.494	1.498	50,3	Ja	<b>24,18</b>	102,7	3,01	74,51	2,85	3,65	0,00	0,00	81,00	0,53
92	2.126	2.129	65,2	Ja	<b>19,38</b>	102,7	3,01	77,56	4,05	3,75	0,00	0,00	85,36	0,97
101	2.453	2.456	44,7	Ja	<b>17,23</b>	103,3	3,01	78,80	4,67	4,18	0,00	0,00	87,65	1,43
102	2.569	2.571	37,4	Ja	<b>16,46</b>	103,3	3,01	79,20	4,89	4,30	0,00	0,00	88,39	1,46
103	2.603	2.606	55,7	Ja	<b>19,36</b>	106,0	3,01	79,32	4,95	4,07	0,00	0,00	88,34	1,31
104	2.760	2.763	48,0	Ja	<b>18,38</b>	106,0	3,01	79,83	5,25	4,21	0,00	0,00	89,28	1,35
107	3.025	3.028	44,1	Ja	<b>16,39</b>	105,4	3,01	80,62	5,75	4,30	0,00	0,00	90,68	1,34
115	2.734	2.737	57,2	Ja	<b>18,54</b>	105,9	3,01	79,75	5,20	4,09	0,00	0,00	89,03	1,34
117	2.774	2.776	47,9	Ja	<b>15,72</b>	103,5	3,01	79,87	5,27	4,21	0,00	0,00	89,35	1,44
146	2.897	2.900	61,6	Ja	<b>15,22</b>	103,5	3,01	80,25	5,51	4,07	0,00	0,00	89,83	1,46
147	3.439	3.442	50,3	Ja	<b>11,52</b>	102,7	3,01	81,74	6,54	4,30	0,00	0,00	92,57	1,61
148	3.171	3.173	58,4	Ja	<b>13,05</b>	102,7	3,01	81,03	6,03	4,17	0,00	0,00	91,23	1,43
155	2.902	2.905	62,3	Ja	<b>15,20</b>	103,5	3,01	80,26	5,52	4,07	0,00	0,00	89,85	1,46
158	2.839	2.842	42,2	Ja	<b>17,35</b>	105,4	3,01	80,07	5,40	4,29	0,00	0,00	89,77	1,30
159	3.953	3.956	53,3	Ja	<b>10,10</b>	103,5	3,01	82,95	7,52	4,34	0,00	0,00	94,80	1,60
WEA 01	1.230	1.235	48,6	Ja	<b>25,63</b>	101,4	3,01	72,83	2,35	3,44	0,00	0,00	78,62	0,16
Summe			33,87											

**Schall-Immissionsort: IP G, Kaifenheim, Am Franzgarten 22 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (19)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
61	2.535	2.537	31,8	Ja	<b>16,58</b>	103,3	3,01	79,09	4,82	4,37	0,00	0,00	88,28	1,45
62	2.406	2.409	41,9	Ja	<b>17,47</b>	103,3	3,01	78,64	4,58	4,20	0,00	0,00	87,42	1,42
63	2.226	2.229	48,1	Ja	<b>21,56</b>	106,0	3,01	77,96	4,24	4,06	0,00	0,00	86,26	1,19
64	2.399	2.402	37,1	Ja	<b>20,31</b>	106,0	3,01	78,61	4,56	4,27	0,00	0,00	87,45	1,25
66	1.930	1.933	37,5	Ja	<b>22,76</b>	105,4	3,01	76,72	3,67	4,13	0,00	0,00	84,53	1,12
67	2.009	2.012	42,6	Ja	<b>22,48</b>	105,4	3,01	77,07	3,82	4,07	0,00	0,00	84,97	0,95
83	1.994	1.998	60,2	Ja	<b>20,24</b>	102,7	3,01	77,01	3,80	3,77	0,00	0,00	84,57	0,90
84	2.324	2.327	58,6	Ja	<b>20,66</b>	105,4	3,01	78,33	4,42	3,94	0,00	0,00	86,69	1,05
90	2.624	2.627	42,6	Ja	<b>18,62</b>	105,4	3,01	79,39	4,99	4,25	0,00	0,00	88,63	1,16
91	1.580	1.584	49,2	Ja	<b>23,36</b>	102,7	3,01	74,99	3,01	3,73	0,00	0,00	81,74	0,61
92	2.217	2.220	63,7	Ja	<b>18,74</b>	102,7	3,01	77,93	4,22	3,82	0,00	0,00	85,96	1,01
101	2.540	2.543	43,4	Ja	<b>16,71</b>	103,3	3,01	79,11	4,83	4,22	0,00	0,00	88,15	1,45
102	2.653	2.655	35,9	Ja	<b>15,97</b>	103,3	3,01	79,48	5,04	4,34	0,00	0,00	88,86	1,47
103	2.691	2.694	54,6	Ja	<b>18,84</b>	106,0	3,01	79,61	5,12	4,11	0,00	0,00	88,83	1,33
104	2.844	2.848	46,5	Ja	<b>17,90</b>	106,0	3,01	80,09	5,41	4,24	0,00	0,00	89,74	1,37
107	3.105	3.108	43,1	Ja	<b>15,98</b>	105,4	3,01	80,85	5,90	4,33	0,00	0,00	91,08	1,36
115	2.824	2.827	56,0	Ja	<b>18,03</b>	105,9	3,01	80,03	5,37	4,12	0,00	0,00	89,52	1,36
117	2.861	2.863	46,7	Ja	<b>15,24</b>	103,5	3,01	80,14	5,44	4,24	0,00	0,00	89,82	1,45
146	2.935	2.938	60,9	Ja	<b>15,01</b>	103,5	3,01	80,36	5,58	4,09	0,00	0,00	90,03	1,47
147	3.481	3.483	49,8	Ja	<b>11,32</b>	102,7	3,01	81,84	6,62	4,31	0,00	0,00	92,77	1,62
148	3.205	3.207	58,5	Ja	<b>12,88</b>	102,7	3,01	81,12	6,09	4,18	0,00	0,00	91,39	1,44
155	2.946	2.950	63,1	Ja	<b>14,97</b>	103,5	3,01	80,40	5,60	4,07	0,00	0,00	90,07	1,47
158	2.916	2.919	41,6	Ja	<b>16,93</b>	105,4	3,01	80,30	5,55	4,31	0,00	0,00	90,16	1,31
159	4.003	4.006	54,2	Ja	<b>9,90</b>	103,5	3,01	83,05	7,61	4,34	0,00	0,00	95,00	1,61
WEA 01	1.314	1.319	47,8	Ja	<b>24,67</b>	101,4	3,01	73,40	2,51	3,55	0,00	0,00	79,46	0,28
Summe			33,25											

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Selste

08.11.2013 17:49 / 7

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Gesamtbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: IP H Düngeheim, Im Krichbungert 20 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (22)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
	61	1.147	1.147	30,0	Ja	27,26	103,3	3,01	72,19	2,18	3,90	0,00	0,00	78,27	0,78
	62	1.257	1.258	31,6	Ja	26,11	103,3	3,01	72,99	2,39	3,93	0,00	0,00	79,31	0,89
	63	1.436	1.437	41,2	Ja	27,57	106,0	3,01	74,15	2,73	3,81	0,00	0,00	80,69	0,75
	64	1.313	1.314	40,1	Ja	28,76	106,0	3,01	73,37	2,50	3,75	0,00	0,00	79,62	0,63
	66	1.763	1.764	43,9	Ja	24,15	105,4	3,01	75,93	3,35	3,95	0,00	0,00	83,22	1,04
	67	1.814	1.814	55,2	Ja	24,19	105,4	3,01	76,17	3,45	3,76	0,00	0,00	83,38	0,84
	83	1.704	1.705	44,6	Ja	22,23	102,7	3,01	75,63	3,24	3,90	0,00	0,00	82,77	0,71
	84	1.648	1.648	42,9	Nein	24,47	105,4	3,01	75,34	3,13	4,80	0,00	0,00	83,27	0,66
	90	1.274	1.276	50,0	Ja	29,15	105,4	3,01	73,11	2,42	3,45	0,00	0,00	78,99	0,27
	91	2.082	2.082	45,3	Nein	18,64	102,7	3,01	77,37	3,96	4,80	0,00	0,00	86,13	0,94
	92	1.552	1.553	43,5	Ja	23,51	102,7	3,01	74,82	2,95	3,84	0,00	0,00	81,61	0,58
	101	1.130	1.130	31,7	Ja	27,50	103,3	3,01	72,06	2,15	3,83	0,00	0,00	78,04	0,76
	102	1.019	1.020	31,5	Ja	28,84	103,3	3,01	71,17	1,94	3,73	0,00	0,00	76,84	0,63
	103	1.002	1.004	40,6	Ja	32,46	106,0	3,01	71,03	1,91	3,40	0,00	0,00	76,34	0,20
	104	824	826	40,0	Ja	34,98	106,0	3,00	69,34	1,57	3,12	0,00	0,00	74,02	0,00
	107	741	744	43,6	Ja	35,81	105,4	3,00	68,43	1,41	2,76	0,00	0,00	72,60	0,00
	115	956	958	37,1	Ja	32,88	105,9	3,01	70,63	1,82	3,46	0,00	0,00	75,91	0,12
	117	815	816	34,3	Ja	32,30	103,5	3,01	69,24	1,55	3,34	0,00	0,00	74,13	0,08
	146	2.480	2.480	62,0	Ja	17,59	103,5	3,01	78,89	4,71	3,94	0,00	0,00	87,55	1,37
	147	2.474	2.475	53,5	Ja	16,61	102,7	3,01	78,87	4,70	4,06	0,00	0,00	87,63	1,46
	148	2.691	2.692	58,9	Ja	15,61	102,7	3,01	79,60	5,11	4,05	0,00	0,00	88,77	1,33
	155	2.256	2.257	65,5	Ja	19,04	103,5	3,01	78,07	4,29	3,81	0,00	0,00	86,17	1,31
	158	987	989	46,8	Ja	32,46	105,4	3,01	70,90	1,88	3,16	0,00	0,00	75,94	0,00
	159	2.293	2.294	65,1	Ja	18,79	103,5	3,01	78,21	4,36	3,83	0,00	0,00	86,40	1,32
WEA 01	2.348	2.348	50,1	Nein	15,70	101,4	3,01	78,42	4,46	4,80	0,00	0,00	87,68	1,03	
Summe	43,04														

**Schall-Immissionsort: IP I Kaifenheim, Gartenstraße 30 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (20)**

WEA	Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
						Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
	61	2.769	2.772	27,7	Ja	15,24	103,3	3,01	79,85	5,27	4,46	0,00	0,00	89,58	1,49
	62	2.684	2.687	32,3	Ja	15,75	103,3	3,01	79,58	5,11	4,39	0,00	0,00	89,08	1,48
	63	2.494	2.498	39,3	Ja	19,77	106,0	3,01	78,95	4,75	4,26	0,00	0,00	87,96	1,28
	64	2.612	2.615	36,2	Ja	19,05	106,0	3,01	79,35	4,97	4,33	0,00	0,00	88,64	1,31
	66	2.153	2.156	36,1	Ja	21,21	105,4	3,01	77,67	4,10	4,23	0,00	0,00	85,99	1,21
	67	2.157	2.161	45,8	Ja	21,51	105,4	3,01	77,69	4,11	4,07	0,00	0,00	85,87	1,03
	83	2.323	2.326	53,6	Ja	17,89	102,7	3,01	78,33	4,42	4,01	0,00	0,00	86,76	1,05
	84	2.721	2.723	50,1	Ja	18,17	105,4	3,01	79,70	5,17	4,17	0,00	0,00	89,05	1,19
	90	2.777	2.780	45,9	Ja	17,81	105,4	3,01	79,88	5,28	4,23	0,00	0,00	89,40	1,21
	91	1.874	1.878	43,9	Ja	20,84	102,7	3,01	76,47	3,57	4,00	0,00	0,00	84,04	0,83
	92	2.568	2.572	56,9	Ja	16,43	102,7	3,01	79,20	4,89	4,04	0,00	0,00	88,13	1,14
	101	2.826	2.829	33,8	Ja	15,01	103,3	3,01	80,03	5,37	4,39	0,00	0,00	89,80	1,50
	102	2.896	2.898	30,4	Ja	14,60	103,3	3,01	80,24	5,51	4,44	0,00	0,00	90,19	1,52
	103	2.989	2.992	45,2	Ja	17,12	106,0	3,01	80,52	5,69	4,28	0,00	0,00	90,49	1,40
	104	3.092	3.095	40,6	Ja	16,55	106,0	3,01	80,81	5,88	4,35	0,00	0,00	91,05	1,42
	107	3.296	3.299	44,5	Ja	15,04	105,4	3,01	81,37	6,27	4,34	0,00	0,00	91,97	1,39
	115	3.146	3.150	47,2	Ja	16,25	105,9	3,01	80,96	5,98	4,29	0,00	0,00	91,24	1,43
	117	3.142	3.145	37,3	Ja	13,69	103,5	3,01	80,95	5,98	4,39	0,00	0,00	91,32	1,50
	146	2.820	2.823	62,1	Ja	15,64	103,5	3,01	80,02	5,36	4,05	0,00	0,00	89,43	1,44
	147	3.376	3.379	49,1	Ja	11,81	102,7	3,01	81,58	6,42	4,30	0,00	0,00	92,30	1,61
	148	3.056	3.060	62,3	Ja	13,67	102,7	3,01	80,71	5,81	4,10	0,00	0,00	90,63	1,41
	155	2.872	2.875	64,4	Ja	15,39	103,5	3,01	80,17	5,46	4,03	0,00	0,00	89,67	1,45
	158	3.084	3.087	44,0	Ja	16,09	105,4	3,01	80,79	5,87	4,31	0,00	0,00	90,97	1,35
	159	3.949	3.952	55,1	Ja	10,14	103,5	3,01	82,94	7,51	4,32	0,00	0,00	94,77	1,60
WEA 01	1.603	1.607	44,9	Ja	21,81	101,4	3,01	75,12	3,05	3,84	0,00	0,00	82,01	0,59	
Summe	31,58														

Projekt:

Gamlen

Ausdruck/Selbst

08.11.2013 17:49 / 8

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

15.10.2013 14:16/2.8.579

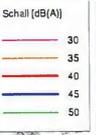
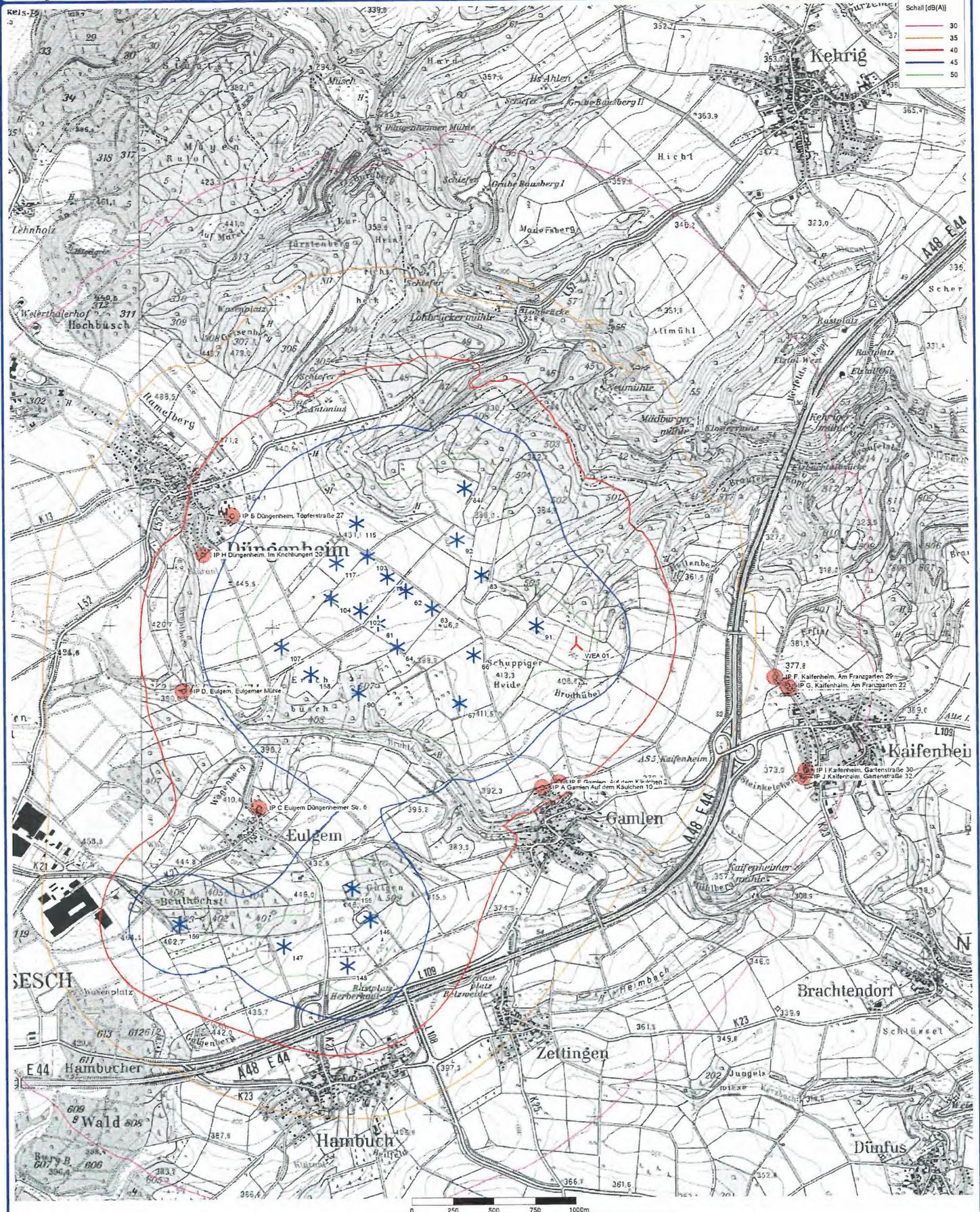
**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gamlen Gesamtbelastung nachts **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: IP J Kaifenheim, Gartenstraße 32 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Dorf- und Mischgebiete (21)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Crmet [dB]
61	2.770	2.772	28,2	Ja	15,24	103,3	3,01	79,86	5,27	4,45	0,00	0,00	89,57	1,49
62	2.689	2.691	32,3	Ja	15,73	103,3	3,01	79,60	5,11	4,39	0,00	0,00	89,10	1,48
63	2.498	2.501	39,4	Ja	19,75	106,0	3,01	78,96	4,75	4,26	0,00	0,00	87,98	1,28
64	2.611	2.614	36,9	Ja	19,07	106,0	3,01	79,34	4,97	4,32	0,00	0,00	88,63	1,31
66	2.153	2.156	36,6	Ja	21,21	105,4	3,01	77,67	4,10	4,22	0,00	0,00	85,99	1,21
67	2.152	2.156	46,7	Ja	21,56	105,4	3,01	77,67	4,10	4,06	0,00	0,00	85,82	1,02
83	2.332	2.335	53,4	Ja	17,83	102,7	3,01	78,37	4,44	4,02	0,00	0,00	86,82	1,06
84	2.736	2.738	50,1	Ja	18,09	105,4	3,01	79,75	5,20	4,17	0,00	0,00	89,13	1,20
90	2.770	2.773	46,9	Ja	17,86	105,4	3,01	79,86	5,27	4,22	0,00	0,00	89,35	1,21
91	1.881	1.885	44,0	Ja	20,79	102,7	3,01	76,51	3,58	4,00	0,00	0,00	84,09	0,83
92	2.579	2.583	56,8	Ja	16,37	102,7	3,01	79,24	4,91	4,05	0,00	0,00	88,20	1,15
101	2.831	2.833	33,7	Ja	14,98	103,3	3,01	80,05	5,38	4,39	0,00	0,00	89,82	1,51
102	2.897	2.899	30,8	Ja	14,60	103,3	3,01	80,25	5,51	4,44	0,00	0,00	90,19	1,52
103	2.994	2.998	44,9	Ja	17,09	106,0	3,01	80,54	5,70	4,29	0,00	0,00	90,52	1,40
104	3.093	3.096	41,0	Ja	16,55	106,0	3,01	80,82	5,88	4,35	0,00	0,00	91,05	1,42
107	3.292	3.295	45,2	Ja	15,07	105,4	3,01	81,36	6,26	4,33	0,00	0,00	91,95	1,39
115	3.154	3.157	46,8	Ja	16,20	105,9	3,01	80,99	6,00	4,29	0,00	0,00	91,28	1,43
117	3.146	3.149	37,3	Ja	13,67	103,5	3,01	80,96	5,98	4,40	0,00	0,00	91,34	1,50
146	2.794	2.797	62,7	Ja	15,79	103,5	3,01	79,93	5,31	4,03	0,00	0,00	89,28	1,44
147	3.350	3.353	49,6	Ja	11,93	102,7	3,01	81,51	6,37	4,29	0,00	0,00	92,17	1,60
148	3.028	3.031	63,1	Ja	13,83	102,7	3,01	80,63	5,76	4,09	0,00	0,00	90,48	1,41
155	2.848	2.852	64,8	Ja	15,52	103,5	3,01	80,10	5,42	4,02	0,00	0,00	89,54	1,45
158	3.078	3.081	45,0	Ja	16,13	105,4	3,01	80,77	5,85	4,30	0,00	0,00	90,93	1,35
159	3.926	3.929	55,1	Ja	10,24	103,5	3,01	82,89	7,47	4,32	0,00	0,00	94,67	1,60
WEA 01	1.611	1.615	45,2	Ja	21,75	101,4	3,01	75,16	3,07	3,84	0,00	0,00	82,07	0,59
Summe	31,58													

**Schall-Immissionsort: IP K Kaifenheim, Am Franzgarten 20 Schall-Immissionsort: TA Lärm - Allgemeines Wohngebiet (23)**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Crmet [dB]
61	2.551	2.553	31,6	Ja	16,49	103,3	3,01	79,14	4,85	4,38	0,00	0,00	88,37	1,45
62	2.424	2.426	41,8	Ja	17,37	103,3	3,01	78,70	4,61	4,21	0,00	0,00	87,52	1,42
63	2.243	2.246	48,0	Ja	21,45	106,0	3,01	78,03	4,27	4,07	0,00	0,00	86,36	1,20
64	2.415	2.417	37,2	Ja	20,22	106,0	3,01	78,67	4,59	4,27	0,00	0,00	87,53	1,25
66	1.945	1.948	37,6	Ja	22,65	105,4	3,01	76,79	3,70	4,14	0,00	0,00	84,63	1,13
67	2.021	2.025	42,8	Ja	22,40	105,4	3,01	77,13	3,85	4,07	0,00	0,00	85,05	0,96
83	2.013	2.016	60,1	Ja	20,10	102,7	3,01	77,09	3,83	3,78	0,00	0,00	84,70	0,91
84	2.345	2.347	58,4	Ja	20,53	105,4	3,01	78,41	4,46	3,95	0,00	0,00	86,82	1,06
90	2.638	2.641	42,8	Ja	18,55	105,4	3,01	79,43	5,02	4,25	0,00	0,00	88,70	1,17
91	1.598	1.601	49,2	Ja	23,21	102,7	3,01	75,09	3,04	3,74	0,00	0,00	81,88	0,62
92	2.236	2.240	63,5	Ja	18,60	102,7	3,01	78,00	4,26	3,83	0,00	0,00	86,09	1,02
101	2.558	2.561	43,4	Ja	16,60	103,3	3,01	79,17	4,87	4,22	0,00	0,00	88,25	1,45
102	2.669	2.671	35,7	Ja	15,88	103,3	3,01	79,53	5,08	4,34	0,00	0,00	88,95	1,48
103	2.709	2.713	54,6	Ja	18,74	106,0	3,01	79,67	5,15	4,11	0,00	0,00	88,93	1,34
104	2.861	2.864	46,4	Ja	17,81	106,0	3,01	80,14	5,44	4,25	0,00	0,00	89,83	1,37
107	3.120	3.122	43,2	Ja	15,90	105,4	3,01	80,89	5,93	4,33	0,00	0,00	91,15	1,36
115	2.843	2.846	55,9	Ja	17,92	105,9	3,01	80,08	5,41	4,13	0,00	0,00	89,62	1,37
117	2.878	2.881	46,7	Ja	15,14	103,5	3,01	80,19	5,47	4,25	0,00	0,00	89,91	1,46
146	2.938	2.941	61,2	Ja	15,00	103,5	3,01	80,37	5,59	4,09	0,00	0,00	90,05	1,47
147	3.485	3.487	49,8	Ja	11,31	102,7	3,01	81,85	6,63	4,31	0,00	0,00	92,79	1,62
148	3.206	3.209	58,9	Ja	12,87	102,7	3,01	81,13	6,10	4,17	0,00	0,00	91,40	1,44
155	2.951	2.955	63,8	Ja	14,96	103,5	3,01	80,41	5,61	4,06	0,00	0,00	90,08	1,47
158	2.930	2.933	41,7	Ja	16,86	105,4	3,01	80,35	5,57	4,31	0,00	0,00	90,23	1,32
159	4.009	4.012	54,9	Ja	9,88	103,5	3,01	83,07	7,62	4,33	0,00	0,00	95,02	1,61
WEA 01	1.331	1.336	47,9	Ja	24,49	101,4	3,01	73,51	2,54	3,56	0,00	0,00	79,62	0,30
Summe	33,14													

**DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung**  
Berechnung: Gamlen Gesamtbelastung nachts



Karte: ik25\_gesamt\_grav, Druckmaßstab 1:15 000, Kartenzentrum UTM WGS84 Zone: 32 Ost: 371.509 Nord: 5.568.483  
 Schall-Immissionsort  
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Höhe über Meeresspiegel von skivom Höhenlinien-Objekt

▲ Neue WEA  
 ● Existierende WEA

**7.) Ergebniszusammenfassung für die Nabhöhe 108 m**

<b>Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen</b>			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
<b>Anlagendaten</b>			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-82 E2
		Nennleistung in kW	1.000 (reduziert)
		Nabhöhe in m	108
		Rotordurchmesser in m	82
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	82679	824080	823682
Standort	Fiebing	Beverungen-Haarbrück	Neuenkirchen-St. Arnold
vermessene Nabhöhe (m)	108	108	98
Messinstitut	Kötter Consulting Engineers GmbH & Co. KG	Kötter Consulting Engineers GmbH & Co. KG	Kötter Consulting Engineers GmbH & Co. KG
Prüfbericht	209244-03.05	212021-01.02	211462-01.01
Datum	24.03.2010	27.08.2012	19.06.2012
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	E-82 E2	E-82 E2	E-82 E2
Rotorblatttyp	E-82-2	E-82-2	E-82-2

<b>Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2, 1.000 kW, berechnet, Rev. 1.3, Enercon GmbH)</b>							
<b>Schalleistungspegel <math>L_{WA,P}</math>:</b>							
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe						
	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s <sup>2)</sup>	6,6 m/s <sup>1)</sup>
1 <sup>3)</sup>	96,5 dB(A)	98,8 dB(A)	98,7 dB(A)	98,2* dB(A)	98,5* dB(A) <sup>4)</sup>	-- dB(A)	98,9 dB(A)
2 <sup>3)</sup>	97,1 dB(A)	99,6 dB(A)	99,8 dB(A)	-- dB(A) <sup>2)</sup>	-- dB(A) <sup>2)</sup>	-- dB(A)	100,0 dB(A)
3 <sup>3)</sup>	96,1 dB(A)	98,2 dB(A)	98,4 dB(A)	97,8* dB(A)	97,8* dB(A)	-- dB(A)	98,4 dB(A)
Mittelwert $\bar{L}_W$	96,5 dB(A)	98,8 dB(A)	99,0 dB(A)	98,0 dB(A)	98,2 dB(A)	-- dB(A)	99,1 dB(A)
Standardabweichung S	0,5 dB	0,7 dB	0,8 dB	-- dB	-- dB	-- dB	0,8 dB
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,4 dB	1,6 dB	1,7 dB	-- dB	-- dB	-- dB	1,8 dB

<sup>1)</sup> Entspricht 95 % der Nennleistung

<sup>2)</sup> Witterungsbedingt keine Daten vorhanden

<sup>3)</sup> Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabhöhe

<sup>4)</sup> Wert bei der maximalen gemessenen normierten Windgeschwindigkeit von  $v_s = 8,7$  m/s

\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB

**Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen** Seite 2 von 2

**Schallemissionsparameter: Zuschläge**

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe  $K_{TN}$ :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe						
	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	6,6 m/s <sup>1)</sup>
1	0 dB – Hz	0 dB – Hz	0 dB – Hz	0 dB – Hz	0 dB – Hz	– dB – Hz	0 dB – Hz
2	0 dB – Hz	0 dB – Hz	0 dB – Hz	– dB – Hz	– dB – Hz	– dB – Hz	0 dB – Hz
3	1 dB 94 Hz	0 dB 104 Hz	0 dB – Hz	0 dB – Hz	0 dB – Hz	– dB – Hz	0 dB – Hz

**Impulszuschlag  $K_{IN}$ :**

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe						
	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	6,6 m/s <sup>1)</sup>
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	-- dB	-- dB	--	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	--	0 dB

**Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt  $v_{10LWA,Pmax}$  in dB(A) <sup>5)</sup>**

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	75,5	77,8	80,5	85,4	85,8	84,4	85,4	86,8	88,3	88,2	88,4	89,8
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	89,1	89,0	87,9	86,0	83,1	80,5	77,1	73,7	69,7	67,2	66,2	62,8 <sup>6)</sup>

**Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt  $v_{10LWA,Pmax}$  in dB(A) <sup>5)</sup>**

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	83,2	90,0	91,8	93,6	93,5	88,6	79,2	71,5 <sup>6)</sup>

<sup>5)</sup> Entspricht  $v_s = 6,6$  m/s als der normierten Windgeschwindigkeit der maximalen Schalleistung (bei dem Betriebspunkt von 95 % der Nennleistung)

<sup>6)</sup> Aufgrund von elektrischen Störeinflüssen bei der ersten Messung basieren die Terz- und Oktavpegel lediglich auf den letzten beiden Messungen.

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 27.08.2012



**4.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 85 m**

<b>Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen</b>			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
<b>Anlagendaten</b>			
Hersteller	Enercon GmbH	Anlagenbezeichnung	E-82
		Nennleistung in kW	2.000 (Betrieb I)
		Nabenhöhe in m	85
		Rotordurchmesser in m	82
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	82001	82004	82258
Standort	Ihlow / Simonswolde	Bimolten	Sulingen
vermessene Nabenhöhe (m)	98	108	108
Messinstitut	Müller-BBM GmbH	KÖTTER Consulting Engineers KG	KÖTTER Consulting Engineers KG
Prüfbericht	M65 333/1	207041-01.01	207542-01.01
Datum	21.04.2006	19.04.2007	28.04.2008
Getriebetyp	--	--	--
Generatortyp	E-82	E-82	E-82
Rotorblatttyp	82 - 1	82 - 1	82 - 1

<b>Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: Berechnete Kennlinie Rev. 1.0, Januar 2005, Nennleistung 2.000 kW; Enercon E-82)</b>							
<b>Schalleistungspegel <math>L_{WA,P}</math>:</b>							
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe						
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,9 m/s <sup>2)</sup>	
1 <sup>1)</sup>	100,0 dB(A)	102,9 dB(A)	103,4 dB(A)	-- dB(A)	-- dB(A)	103,4 dB(A)	
2 <sup>1)</sup>	99,9 dB(A)	103,0 dB(A)	103,8 dB(A)	103,8 dB(A)	-- dB(A)	103,8 dB(A)	
3 <sup>1)</sup>	100,1 dB(A)	103,2 dB(A)	104,1 dB(A)	103,8 dB(A)	-- dB(A)	104,1 dB(A)	
Mittelwert $\bar{L}_W$	100,0 dB(A)	103,0 dB(A)	103,8 dB(A)	-- dB(A)	-- dB(A)	103,8 dB(A)	
Standardabweichung S	0,1 dB	0,1 dB	0,4 dB	-- dB	-- dB	0,4 dB	
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,0 dB	1,0 dB	1,2 dB	-- dB	-- dB	1,2 dB	

[1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel

[2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03

**Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen**

Seite 2 von 2

**Schallemissionsparameter: Zuschläge**

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe  $K_{TN}$ :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe											
	6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s		10 m/s		7,9 m/s <sup>2)</sup>	
1	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	-- dB	-- Hz	-- dB	-- Hz	0 dB	-- Hz
2	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	-- dB	-- Hz	0 dB	-- Hz
3	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	0 dB	-- Hz	-- dB	-- Hz	0 dB	-- Hz

Impulszuschlag  $K_{IN}$ :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,9 m/s <sup>2)</sup>
1	0 dB	0 dB	0 dB	-- dB	-- dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-- dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	-- dB	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt  $v_{10LWA,Pmax}$  in dB(A) <sup>3)</sup>

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	75,8	78,7	81,5	83,0	87,7	86,8	87,1	89,9	91,5	93,1	94,5	94,7
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	94,9	95,2	93,7	91,6	89,4	85,6	81,6	77,5	73,7 <sup>4)</sup>	73,2 <sup>4)</sup>	71,4 <sup>4)</sup>	73,0 <sup>4)</sup>

Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus drei Messungen) Referenzpunkt  $v_{10LWA,Pmax}$  in dB(A) <sup>3)</sup>

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	84,0	91,0	94,6	98,9	99,5	94,3	83,4 <sup>4)</sup>	77,4 <sup>4)</sup>

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen:

- 1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
- 2) Entspricht 95 % der Nennleistung
- 3) Entspricht  $v_s = 8$  m/s als der Windklasse der maximalen Schalleistung
- 4) Aufgrund von elektrischen Einflüssen durch die WEA bei der dritten Messung basieren die Terz- und Oktavpegel ab 5 kHz lediglich auf den ersten beiden Messungen.

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 18.09.2008



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine  
Tel. 0 59 71 - 97 10 00 Fax 0 59 71 - 97 10 43

# WINDTEST

Kaiser-Wilhelm-Koog-GmbH

**Schalltechnisches Gutachten  
zur Windenergieanlage  
Enercon E40/6.44 in  
Lähden/Haselünne**

Messdatum: 2000-12-13

April 2001

**WT 1740/01**

Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem  
Prüfwesen akkreditiertes Prüflaboratorium  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten  
Prüfverfahren



# WINDTEST

Kaiser-Wilhelm-Koog-GmbH



## Schalltechnisches Gutachten zur Windenergieanlage Enercon E40/6.44 in Lähden/Haselünne

WT 1740/01

<b>Standort bzw. Meßort:</b>	Lähden/Haselünne
------------------------------	------------------

<b>Auftraggeber:</b>	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich
----------------------	--

<b>Auftragnehmer:</b>	WINDTEST KWK GmbH Sommerdeich 14 b 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog
-----------------------	--

<b>Datum der Auftragserteilung:</b>	2000-12-11	<b>Auftragsnummer:</b>	602000 01182 06
-------------------------------------	------------	------------------------	-----------------

<b>Bearbeiter:</b>		<b>Geprüft:</b>	
--------------------	--	-----------------	--

Kaiser-Wilhelm-Koog, 2001-04-11

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der WINDTEST KWK vervielfältigt werden.  
Er umfaßt insgesamt 31 Seiten incl. des Anhanges.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung der Messungen</b> .....	<b>3</b>
2.1	Messverfahren .....	3
2.2	Messobjekt .....	3
2.3	Messablauf.....	3
2.4	Verwendete Meßgeräte.....	4
2.5	Anordnung der Meßpunkte .....	4
<b>3</b>	<b>Messergebnisse</b> .....	<b>4</b>
3.1	Richtcharakteristik.....	4
3.2	Schalldruckpegel.....	4
3.3	Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	5
3.4	Impulshaltigkeit .....	6
3.5	Pegel von Einzelereignissen .....	6
3.6	Tonhaltigkeit und Frequenzanalysen .....	6
3.7	Oktavanalyse .....	7
3.8	Messunsicherheit .....	7
<b>4</b>	<b>Umrechnung der Schalleistung auf andere Nabenhöhen</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Bewertung</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>10</b>
	Anhang 1 Verwendete Messgeräte.....	11
	Anhang 2: Regression Schalldruckpegel über die berechnete Windgeschwindigkeit .....	12
	Anhang 3.1 Spektrum und Tonhaltigkeitsanalyse bei $WG = 6 \text{ m/s}$ .....	13
	Anhang 3.2 Spektrum und Tonhaltigkeitsanalyse bei $WG = 7 \text{ m/s}$ .....	15
	Anhang 3.3 Spektrum und Tonhaltigkeitsanalyse bei $WG = 8 \text{ m/s}$ .....	17
	Anhang 3.4 Spektrum und Tonhaltigkeitsanalyse bei $WG = 9 \text{ m/s}$ .....	19
	Anhang 3.5 Spektrum und Tonhaltigkeitsanalyse bei $WG = 10 \text{ m/s}$ .....	21
	Anhang 4.1 A-bewertetes Terz-Schalleistungsspektren bei 6 m/s in 10 m Höhe.....	24
	Anhang 4.2 A-bewertetes Terz-Schalleistungsspektren bei 7 m/s in 10 m Höhe.....	25
	Anhang 4.3 A-bewertetes Terz-Schalleistungsspektren bei 8 m/s in 10 m Höhe.....	26
	Anhang 4.4 A-bewertetes Terz-Schalleistungsspektren bei 9 m/s in 10 m Höhe.....	27
	Anhang 4.5 A-bewertetes Terz-Schalleistungsspektren bei 10 m/s in 10 m Höhe.....	28
	Anhang 5 Verwendete Leistungskurve .....	29
	Anhang 6.1 Herstellerbescheinigung Seite 1 .....	30
	Anhang 6.2 Herstellerbescheinigung Seite 2.....	31

## 1 Aufgabenstellung

Die WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH (WINDTEST) wurde am 2000-12-11 von der Firma Enercon GmbH beauftragt, Schallmessungen an der Windenergieanlage (WEA) Enercon E40/6.44 (Nabenhöhe  $h_N = 65$  m) in Lähden/Haselünne durchzuführen.

Es soll der immissionsrelevante Schalleistungspegel sowie die Frequenzzusammensetzung des Geräusches bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten ermittelt werden.

**Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf diese Anlage.**

## 2 Durchführung der Messungen

### 2.1 Messverfahren

Als Meß- und Beurteilungsmethode wurde auftragsgemäß folgende Vorschrift gewählt: "Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 13 vom 2000-01-01" /1/. Diese basiert auf der "DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen - Teil 11: Geräuschmeßverfahren, Februar 2000" /2/. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit im Nahfeld wird anhand der "DIN 45645, T1, - Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen, 1996-06", /3/ durchgeführt. Zur Feststellung der Tonhaltigkeit im Nahfeld wird gemäß Technischer Richtlinie /1/ nach "EDIN 45681, Entwurf, Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen, 1992-01," /4/, ausgewertet. Angegeben werden der immissionsrelevante Schalleistungspegel sowie die Ton- und Impulshaltigkeit im Nahfeld im Bereich von 6 bis  $10^4$  s in 10 m Höhe (bzw. bis zu 95 % der Nennleistung, sofern diese unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht wird).

### 2.2 Messobjekt

Die vermessene WEA weist für die relevanten Parameter die in Tabelle 1 dargestellten Werte auf.

**Tabelle 1:** Eigenschaften der vermessenen WEA (s.Anhang 6).

<i>Parameter</i>	<i>Wert</i>
<i>WEA-Hersteller [-]</i>	<i>Enercon GmbH</i>
<i>WEA-Typ [-]</i>	<i>Enercon E40/6.44</i>
<i>Nennleistung [kW]</i>	<i>600</i>
<i>Standort [-]</i>	<i>Lähden/Haselünne</i>
<i>Nabenhöhe [m]</i>	<i>65,0</i>
<i>Nabenhöhe inkl./exkl. Fundamenthöhe [-]</i>	<i>inclusive</i>
<i>Fundamenthöhe [m]</i>	<i>0</i>
<i>Rotordurchmesser [m]</i>	<i>44,0</i>
<i>Abstand Turmmittellinie-Blattflanschmittelpunkt [m]</i>	<i>2,5</i>
<i>Standort Gauss-Krüger</i>	<i>R3401600, H5844470</i>

### 2.3 Messablauf

Die Messung wurde durchgeführt in der Zeit von ca. 2000-12-13 19:00h bis 22:45h bzw. 2000-12-14 9:00h bis 11:00h. Die während der Messung auftretenden Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe lagen in einem Bereich von ca. 5,8 m/s bis 13,1 m/s (1-min-Mittelwerte). Die abgegebene Wirkleistung lag zwischen ca. 182 kW und 630 kW. Während der Betriebsmessungen lief die WEA im Dauerbetrieb.

Bei dieser Messkampagne wird der Schalldruckpegel auf einer schallharten Platte, die abgegebene elektrische Leistung der Windenergieanlage und die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (frei angeströmt vor der Windenergieanlage) aufgezeichnet. Weiterhin wurde die Drehzahl

durch den Auftraggeber erfaßt und für die Auswertung zur Verfügung gestellt. Die Drehzahlerfassung ist erforderlich, da dieser Anlagentyp drehzahlvariabel betrieben wird. Unbrauchbare Zeiten, wie beispielsweise beim Auftreten von Störgeräuschen (vorbeifahrendes Auto, Regen), werden während der Messung gekennzeichnet. Die in diesen Zeiträumen aufgenommenen Daten werden nicht mit zur Auswertung herangezogen. Bei sehr häufig und regellos auftretenden Störgeräuschen, die parallel zur Messung nicht entsprechend markiert werden können, erfolgt eine nachträgliche Statuskorrektur der Rohdaten anhand eines Vergleiches mit der DAT-Aufzeichnung. Die Rohdaten werden um die korrigierten Datensätze reduziert.

Die Windenergieanlage befindet sich in der Umgebung von landwirtschaftlich genutzten Flächen, primär Weideland. Bei der Positionierung der schallharten Platte wurde darauf geachtet, daß der Umgebungseinfluß (Häuser, hochwachsende Vegetation) möglichst gering gehalten wurde. Die Bedingungen entsprechen dem freien Schallfeld über reflektierender Ebene.

Am Messtag wurden die in **Tabelle 2** dargestellten, meteorologischen Bedingungen ermittelt.

**Tabelle 2:** Meteorologische Bedingungen während der Messzeit.

<i>Luftdruck</i>	<i>1001 hPa</i>
<i>Lufttemperatur</i>	<i>7 °C</i>
<i>Luftfeuchtigkeit</i>	<i>80 %rel</i>
<i>Hauptwindrichtung</i>	<i>SW</i>
<i>Wetterlage</i>	<i>bedeckt, trocken</i>

## 2.4 Verwendete Messgeräte

Zur Ermittlung der verschiedenen Messgrößen wurden die im Anhang dargestellten Geräte verwendet. Alle Messgeräte werden in den in der Technischen Richtlinie /1/ vorgegebenen Zeitabständen geprüft, um jederzeit eine einwandfreie Daten- und Messsicherheit zu gewährleisten.

Die gesamte akustische Messkette wurden mit einer Prüfschallquelle (B&K 4231) vor und nach der Messung kalibriert.

## 2.5 Anordnung der Messpunkte

Die Anordnung des Messpunktes wurde entsprechend der Vorgabe durch die Technische Richtlinie /1/ gewählt. Die Messung wurde mit einem Messpunktabstand von  $R_0 = 80$  m durchgeführt.

# 3 Messergebnisse

## 3.1 Richtcharakteristik

Der Referenzmeßpunkt für die Schallmessung und die Auswertung wurde in Mitwindrichtung positioniert, da keine ausgeprägte Richtcharakteristik in der Geräuschabstrahlung der WEA festgestellt werden konnte. Durch diese Messanordnung wird die Schallausbreitung durch den Wind begünstigt und somit der „worst-case“ berücksichtigt.

## 3.2 Schalldruckpegel

Alle zu messenden Daten werden kontinuierlich über den gesamten Messzeitraum aufgezeichnet. Störungen, die im Meßzeitraum auftreten (z.B. durch Flug- oder Verkehrslärm), werden schon während der Messung markiert; die in diesen Zeitraum anfallenden Daten bleiben bei der Auswertung unberücksichtigt. Es wird unterschieden zwischen Zeiträumen, in denen die Anlage in Betrieb und in denen sie abgeschaltet ist.

Weiterhin wird eine Fremdgeräuschkorrektur vorgenommen, bei der der Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches energetisch um den Fremdpegel reduziert wird. Diese Korrektur erfordert zunächst die Bildung und Darstellung von Regressionen der gemessenen Schalldruckpegel bei laufender sowie bei abgeschalteter Anlage in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Die betreffenden Schalldruckpegel der Regressionen sind dann bei den relevanten Windgeschwindigkeiten festzustellen (s. Anhang 2). Die arithmetische Differenz der Regressionen stellt den Störabstand zwischen Betriebs- und Hintergrundgeräusch dar. Ebenfalls bei den relevanten Windgeschwindigkeiten wird der Betriebsschalldruckpegel energetisch um den Fremdgeräuschpegel reduziert und daraus der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  der WEA bestimmt. Da die Darstellung des Betriebsgeräusches einen in-linearen Verlauf zeigt und eine BIN-Analyse in diesem besonderen Fall nur ein Ausweichverfahren darstellt, wurde eine Regression 4. Ordnung verwendet, um ein Maximum an Genauigkeit der Funktionsnachbildung zu erreichen.

Es liegt eine im Windgeschwindigkeitsbereich der Geräuschvermessung vollständige gültige, gemessene Leistungskurve vor (s. Anhang), die bei der Auswertung der Windgeschwindigkeit verwendet wurde.

**Hinweise:** Die Messung ist im Sinne der Technischen Richtlinie /1/ als insgesamt vollständig anzusehen, da die erfassten Messwerte über einen ausreichend großen Bereich gleichmässig gestreut sind und somit auf das Verhalten der WEA über den gesamten relevanten Windgeschwindigkeitsbereich geschlossen werden kann.

Der aus der berechneten zur gemessenen Windgeschwindigkeit ermittelte Quotient beträgt  $k = 1,01$ . Abweichungen zwischen gemessener und berechneter Windgeschwindigkeit werden auf Beeinträchtigungen der in 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit durch Geländestruktur und Vegetation zurückgeführt. Eine Prüfung sämtlicher Erfassungsgeräte hat deren einwandfreien Betrieb festgestellt. Ein Einfluß der Vegetation auf die gemessene Wirkleistung ist, wenn überhaupt messbar, als unbedeutend einzustufen. Da der Zusammenhang Windgeschwindigkeit und Leistung mit Hilfe einer Leistungskurve hergestellt wurde, wurde auf die Darstellung des Schalldruckpegels als Funktion der Wirkleistung und der gemessenen Windgeschwindigkeit verzichtet.

### 3.3 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Der Schalleistungspegel wird aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  für die relevanten Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe berechnet und aufgrund der Reflexionen (Schalldruckverdoppelung durch kohärente Interferenz) auf der schallharten Platte richtlinienkonform um 6 dB korrigiert (vgl. /2/).

Der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  ergibt sich aus folgendem Zusammenhang:

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

$$R_i = \sqrt{(R_o + d)^2 + (H - h_A + h_F)^2}$$

In Anhang 2 ist die Regressionsanalyse der 1-min-Mittelwerte des Schalldruckpegels in Abhängigkeit der berechneten Windgeschwindigkeit dargestellt.

Der Regressionsanalyse liegen 1-Minuten-Mittelwerte aus den gemessenen Schalldruckpegeln und der über die Leistungskurve bestimmten Windgeschwindigkeit zugrunde.

Für die E40/6.44 ergeben sich in der vorliegenden Konfiguration die in Tabelle 3 dargestellten, immissionsrelevanten Schalleistungspegel.

**Tabelle 3:** Immissionsrelevanter Schalleistungspegel als Funktion der berechneten WG

<i>WG in 10 m Höhe [m/s]</i>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10<sup>1</sup></b>
<i>Schalleistungspegel <math>L_{WA,P}</math> [dB]</i>	96,4	98,3	99,6	100,7	100,8

<sup>1</sup> bzw. die der 95%igen Nennleistung (570 kW) entsprechenden WG von 9,2 m/s in 10 m Höhe

### 3.4 Impulshaltigkeit

Die Impulshaltigkeit der Geräuschabstrahlung wird nach den Vorgaben der DIN 45645 T1 /3/ bestimmt. Der Beurteilungszeitraum ist hierbei gleich dem Messzeitraum bei laufender WEA mit Windgeschwindigkeiten zwischen 5,5 und 10,5 m/s. Die Differenz aus dem über diesen Zeitraum gemittelten Taktmaximalmittelungspegel ( $L_{AFM}$ ) und dem entsprechend gemittelten äquivalenten Dauerschallpegel ( $L_{eq}$  oder  $L_{AFM}$ ) ergibt den **unbewerteten** Impulzzuschlag  $K_{IN, u}$ .

Die DIN 45645, Teil 1 /3/ empfiehlt, den Impulzzuschlag erst bei einem berechneten Wert von  $K_{IN, u} > 2$  dB aufzuschlagen. Daraus resultiert der **bewertete** Impulzzuschlag für diese WEA im Nahfeld (s. Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Impulshaltigkeitszuschläge gemäß DIN 45645, Teil 1 /3/.

<i>WG in 10 m Höhe [m/s]</i>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10<sup>1</sup></b>
<i>bewerteter Impulshaltigkeitszuschlag [dB]</i>	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> bzw. die der 95%igen Nennleistung (570 kW) entsprechenden WG von 9,2 m/s in 10 m Höhe

**Hinweis:** Die ermittelte Impulshaltigkeit ist nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

### 3.5 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse - z.B. das Anfahren oder Abschalten der Anlage - sollen den Mittelungspegel des Schalldruckes bei den relevanten Windgeschwindigkeiten nicht um mehr als 10 dB überschreiten.

Bei dieser Anlage wurde keine Überschreitung festgestellt.

### 3.6 Tonhaltigkeit und Frequenzanalysen

Das auf der schallharten Platte gemessene Geräusch wird mit dem FFT-Analysator B&K 2144 schmalbandig auf seine Frequenzzusammensetzung analysiert. Die Analyse wird nachträglich von den auf DAT-Recorder aufgezeichneten Geräuschen durchgeführt. Zur Beurteilung der Tonhaltigkeit von drehzahlvariablen Windenergieanlagen wurden richtlinienkonform für die Windgeschwindigkeitswerte 6, 7, 8, 9 und 10 m/s (bzw. 95% der Nennleistung) jeweils 12 Spektren zu jeweils 10 s herangezogen. Für jedes Spektrum wird eine Tonhaltigkeitsanalyse durchgeführt.

In dem breitbandigen Geräusch der E40/6.44 treten tonale Frequenzen in verschiedenen Bereichen auf. Für die Analyse nach Technischer Richtlinie /1/ ergeben sich die in Tabelle 5 dargestellten Tonhaltigkeitszuschläge als Funktion der Windgeschwindigkeit.

Repräsentative Spektren des Betriebsgeräusches, die für die Tonhaltigkeitsanalyse zugrunde gelegt wurden, sind in Anhang 3 festgehalten. Es liegen weitere tonale Linien im Frequenzspektrum der E40/6.44 vor, welche aber aufgrund ihrer geringeren Intensität als nicht relevant im Sinne der Norm gelten. Eine Tonhaltigkeitsanalyse dieser Linien ist daher nicht erforderlich.

**Tabelle 5:** Tonhaltigkeitszuschläge gemäß Technischer Richtlinie /1/ bzw. EDIN 45681 /3/ .

<b>WG in 10 m Höhe [m/s]</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10<sup>1</sup></b>
<b>Tonhaltigkeitszuschlag [dB]</b>	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> bzw. die der 95%igen Nennleistung (570 kW) entsprechenden WG von 9,2 m/s in 10 m Höhe

**Hinweis:** Die ermittelte Tonhaltigkeit ist nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

### 3.7 Oktavanalyse

In Tabelle 6 sind die A-bewerteten Schalleistungsspektren für die immissionsrelevanten Windgeschwindigkeiten von ca. 8 und 10 m/s (bezogen auf 10 m Höhe) dargestellt. Abweichend von der gültigen Fassung der Technischen Richtlinie wurde mit Bezug auf die Anwendung in frequenzabhängigen Ausbreitungsrechnungen gemäß EDIN ISO 9613-2 eine Darstellung als Oktavspektrum gewählt.

**Tabelle 6:** A-bewertete Oktavspektren bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten

<b>f [Hz]</b> <b>L<sub>AF</sub> [dB]</b>	<b>31,5</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>	<b>energet. Summe</b>
bei 8 m/s	71,4	81,0	86,4	91,8	95,6	94,0	88,3	82,9	71,8	99,6
bei 10 m/s <sup>1</sup>	73,8	83,0	88,5	93,0	96,9	95,0	89,3	83,9	72,9	100,8

<sup>1</sup> bzw. die der 95%igen Nennleistung (570 kW) entsprechenden WG von 9,2 m/s in 10 m Höhe

### 3.8 Messunsicherheit

Durch die Art der Umgebung und die meteorologischen Bedingungen sowie durch die Messkette unterliegt das Messergebnis für den Schalleistungspegel einer Messunsicherheit. Für diese Messung wurde eine Messunsicherheit bezüglich des Schalleistungspegels  $L_{WA,P}$  inkl. aller Zuschläge festgestellt von

$$s_{\text{tot}} = 1,5 \text{ dB.}$$

## 4 Umrechnung der Schalleistung auf andere Nabenhöhen

Gemäß den Bestimmungen der Technischen Richtlinie /1/ kann eine Umrechnung der Schalleistung auf andere Nabenhöhen erfolgen, sofern sie gleichen Typs und gleicher Turmart sind. Bei der Umrechnung der akustischen Parameter muß beachtet werden, daß bei größeren Änderungen insbesondere bei Stahlrohtürmen bei vorliegender Tonhaltigkeit eine direkte Umrechnung nicht erfolgen kann, da durch veränderte geometrische Verhältnisse des Turms sich auch andere akustische Eigenschaften ergeben. D.h. Tonhaltigkeiten können sich sowohl verstärken als auch abschwächen durch diese Veränderung, was sich positiv oder negativ auf das Immissionsverhalten der Anlage auswirken kann.

**Tabelle 7:** Umrechnung der Schalleistung auf andere Nabenhöhen

<b>Nabenhöhe</b>	<b>L<sub>WA</sub> 6 m/s</b>	<b>L<sub>WA</sub> 7 m/s</b>	<b>L<sub>WA</sub> 8 m/s</b>	<b>L<sub>WA</sub> 9 m/s</b>	<b>L<sub>WA</sub> 10 m/s<sup>1</sup></b>
<b>[m]</b>	<b>[dB]</b>	<b>[dB]</b>	<b>[dB]</b>	<b>[dB]</b>	<b>[dB]</b>
46	95,4	97,8	99,2	100,3	100,5
50	95,7	98,0	99,3	100,4	100,6
58	96,1	98,2	99,5	100,6	100,8
78	96,8	98,6	99,9	100,8 <sup>2</sup>	-

<sup>1</sup> bzw. die der 95%igen Nennleistung (570 kW) entsprechenden WG von 9,2 m/s in 10 m Höhe

<sup>2</sup> 95% der Nennleistung bereits bei 9 m/s in 10 m Höhe erreicht

**Bemerkung:**

Der Schalleistungspegel für die 10 m/s Windklasse ändert sich nicht, da die errechneten Windgeschwindigkeiten oberhalb der 95% - Grenze liegen, d.h. die Anlage lt. gültiger Leistungskurve dann bereits im Nennleistungsbereich liegt. Die in der Tabelle 7 aufgeführten Werte gelten nur für die baugleiche Anlagen des vermessenen Typs.

**5 Zusammenfassung und Bewertung**

Im Auftrag der Enercon GmbH, 26605 Aurich, wurde von der WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH die Geräuschabstrahlung der WEA Enercon E40/6.44 mit einer Nabenhöhe von  $h_N = 65$  m nach Technischer Richtlinie /1/ untersucht. Grundlage für die Messungen und schalltechnische Beurteilung der WEA hinsichtlich des Schalleistungspegels ist die DIN 61400-11 /2/, für die Bestimmung der Tonhaltigkeit im Nahfeld der WEA die EDIN 45681 /4/ bzw. für die Bewertung von Impulshaltigkeiten die DIN 45645 T1 /3/. Die Auswertung basiert auf der berechneten Windgeschwindigkeit. Eine gültige und für den verwendeten WG-Bereich vollständige Leistungskurve liegt vor (s. Anhang).

Die Messungen ergeben für die Enercon E40/6.44 die in Tabelle 7 dargestellten, immissionsrelevanten Schalleistungspegel und Zuschläge für das Nahfeld. Eine Übertragbarkeit auf das Fernfeld ist nicht unmittelbar möglich..

**Tabelle 7:** Schalleistungspegel, Ton- und Impulshaltigkeitszuschläge im Nahfeld

<b>WG in 10 m Höhe [m/s]</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10<sup>1</sup></b>
<b>Schalleistungspegel <math>L_{WA,P}</math> [dB]</b>	96,4	98,3	99,6	100,7	100,8
<b>bewerteter Impulshaltigkeitszuschlag [dB]</b>	0	0	0	0	0
<b>Tonhaltigkeitszuschlag [dB]</b>	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> bzw. die der 95%igen Nennleistung (570 kW) entsprechenden WG von 9,2 m/s in 10 m Höhe

Bezüglich des Schalleistungspegels  $L_{WA,P}$  ist für diese Messung eine Messunsicherheit inkl. aller Unsicherheiten und Zuschläge festgestellt worden von:

$$s_{\text{tot}} = 1,5 \text{ dB.}$$

Einzelereignisse, die den gemittelten Pegel um mehr als 10 dB überschreiten, wurden nicht festgestellt. Eine ausgeprägte Richtungscharakteristik des Anlagengeräusches liegt bei dieser WEA nicht vor.

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

## 6 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

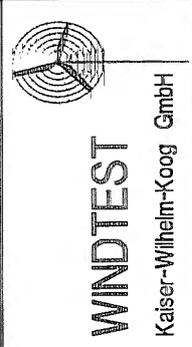
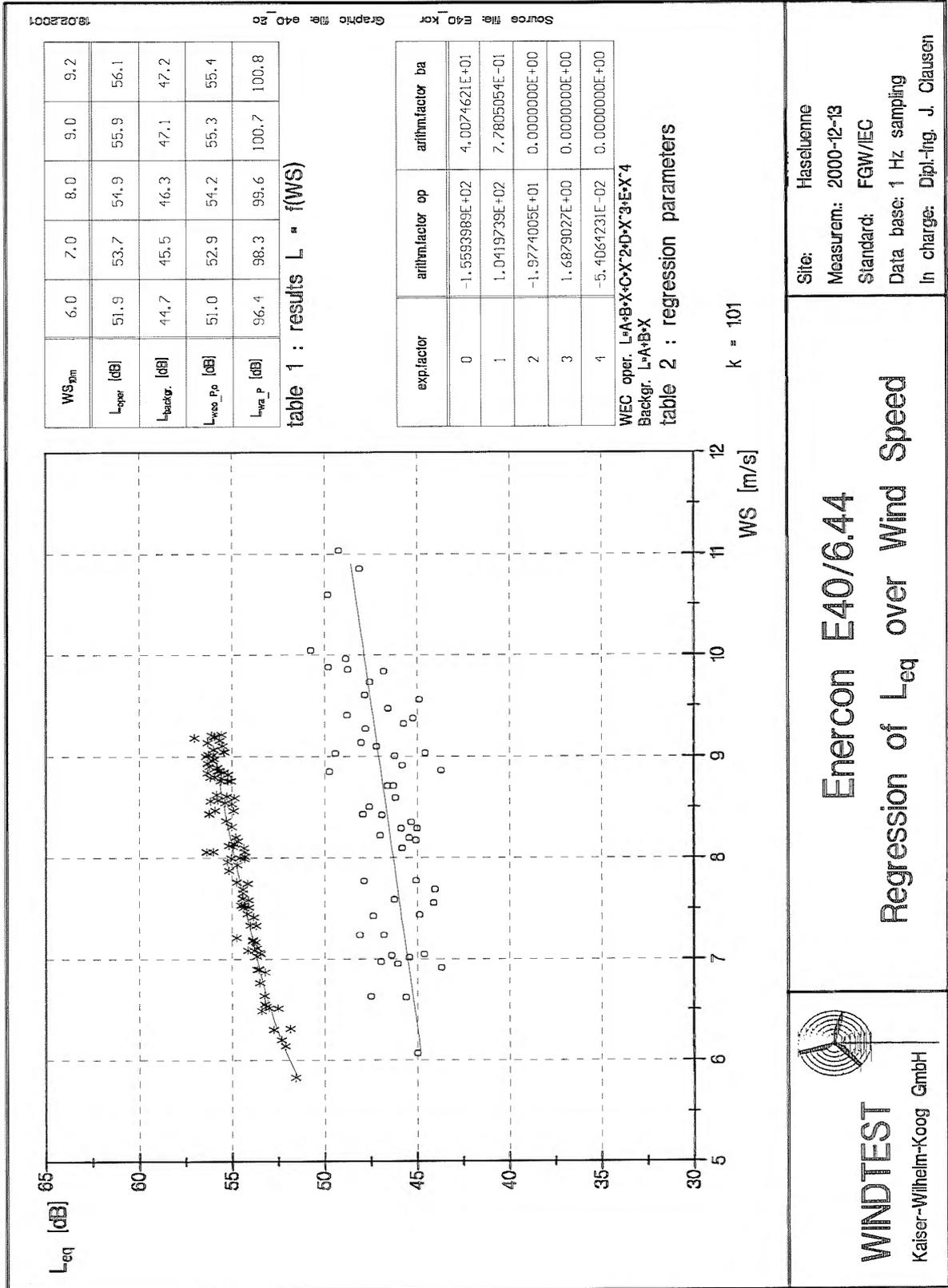
BTG	- Betriebsgeräusch	-
d	- Abstand Rotorflächenmittelpunkt zum Turmmittelpunkt	m
D	- Rotordurchmesser	m
$D_L$	- Luftabsorptionsmaß	dB
$D_{BM}$	- Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß	dB
$f_1$	- Obere Grenzfrequenz der Kritischen Bandbreite	Hz
$f_2$	- Untere Grenzfrequenz der Kritischen Bandbreite	Hz
$f_T$	- Tonfrequenz	Hz
F	- Akustisch beanspruchte Fläche	ha
$h_A$	- Aufpunkthöhe ( bei Messungen gleich der Mikrofonhöhe )	m
$h_F$	- Fundamenthöhe	m
$h_n = h_0$	- Nabenhöhe	m
HTG	- Hintergrundgeräusch	-
IP	- Immissionspunkt	-
$K_0$	- Raumwinkelmaß	dB
$K_{IN, u}$	- Impulzzuschlag im Nahfeld nach DIN 45645 (unbewertet)	dB
$K_{IN}$	- Impulzzuschlag im Nahfeld nach DIN 45645 (bewertet)	dB
$K_{TN}$	- Tonzuschlag im Nahfeld nach DIN 45681	dB
$L_{AFm} = L_{Aeq}$	- äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{AF95}$	- Summenhäufigkeitspegel, A-bewertet	dB
$L_{AFT}$	- Taktmaximalpegel	dB
$L_{AFTm}$	- Taktmaximalmittelungspegel ( = Wirkpegel nach TA Lärm )	dB
$L_G$	- Pegel der verdeckenden Frequenzen	dB
$L_{pA}$	- A-bewerteter Schalldruckpegel	dB
$L_T$	- Tonpegel	dB
$L_{WA}$	- A-bewerteter Schalleistungspegel	dB
$L_{WA, P}$	- A-bewerteter Schalleistungspegel, über die Leistungskurve bestimmt	dB
$L_{WA, 8m/s}$	- A-bewerteter Schalleistungspegel bei Referenzwindgeschwindigkeit	dB
MP	- Meßpunkt	-
$P_W$	- Abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
$R_0$	- Meßradius ( = projizierter Abstand zwischen Schallquelle und Meßpkt.)	m
$R_i$	- Abstand zwischen Schallquelle und Meßpunkt (Hüllflächenradius)	m
$s_{tot}$	- Gesamte Meßunsicherheit	dB
WG	- Windgeschwindigkeit	m/s
WEA	- Windenergieanlage	-
$\alpha_L$	- Dämpfungskoeffizient	dB/m
$\Delta f_c$	- Kritische Bandbreite	Hz
$\Delta L$	- Pegeldifferenz	dB

## **7 Literaturverzeichnis**

- /1/ Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 13, 2000-01-01,  
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Elbehafen, 25541 Brunsbüttel
- /2/ DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen - Teil 11: Geräuschmeßverfahren, 2000-02
- /3/ DIN 45645, Teil 1  
Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen  
1996-07;
- /4/ EDIN 45681, Entwurf  
Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages  
für die Beurteilung von Geräuschimmissionen  
1992-01

## **8 Anhang**

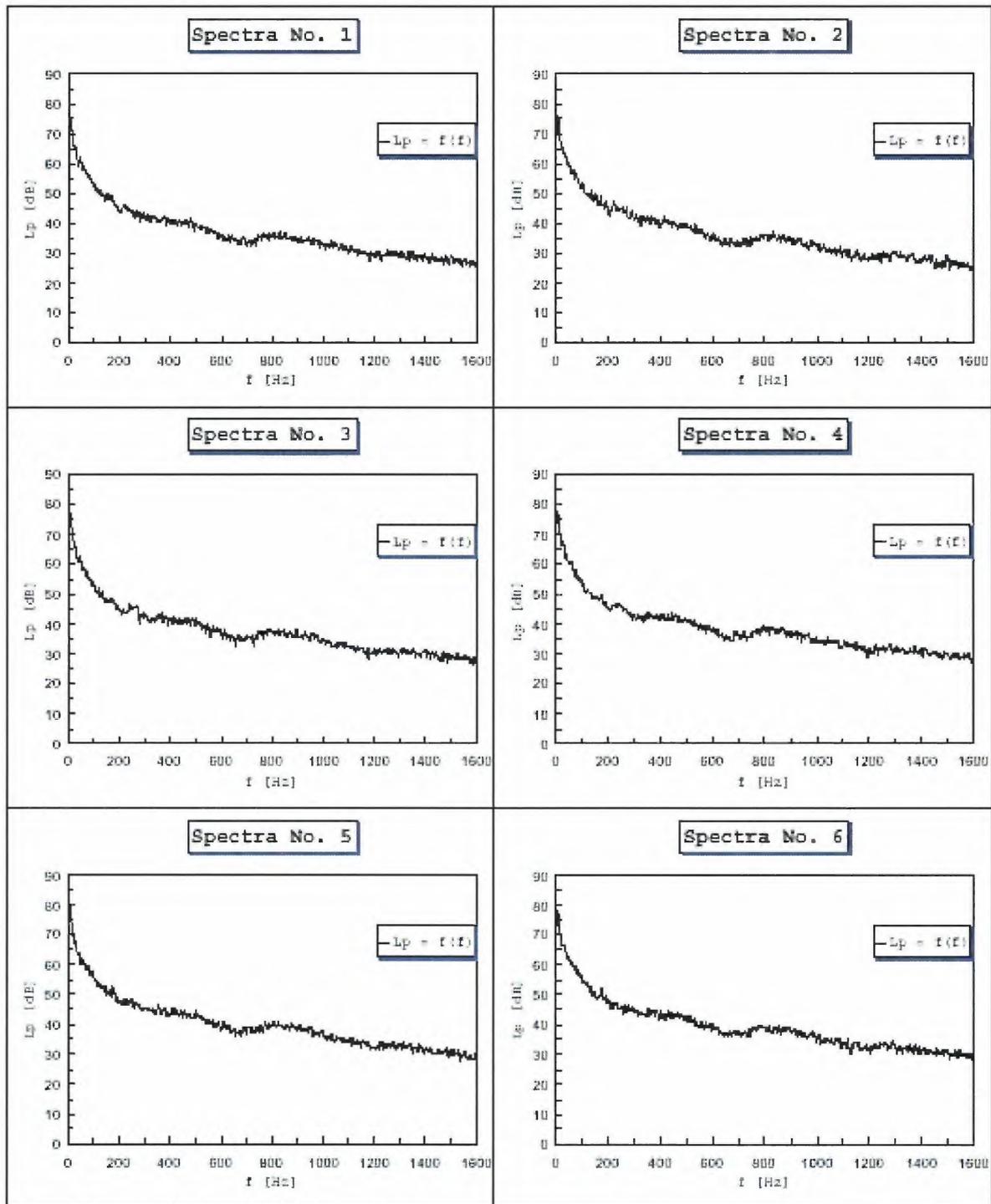
Beschreibung	Fabrikat	Typ	Ser.Nr./WT Nr.	EM
Akustischer Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	WT 3004893	<input type="checkbox"/>
			WT 3018798	<input checked="" type="checkbox"/>
			WT 3018798	<input type="checkbox"/>
Windschirm	Brüel & Kjær	UA 0237	-	<input checked="" type="checkbox"/>
	Norsonic	-	-	<input type="checkbox"/>
Sekundärwindschirm	WINDTEST	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
	Microtech Gefell	W68	-	<input type="checkbox"/>
Mikrophon	Brüel & Kjær	4149	1776646	<input type="checkbox"/>
			1766882	<input type="checkbox"/>
			2021013	<input checked="" type="checkbox"/>
			1738441	<input type="checkbox"/>
			1220	zu WT 3006695
Trockenadapter	Brüel & Kjær	UA 0308	WT 9905497	<input type="checkbox"/>
Vorverstärker	Brüel & Kjær	2639	WT 9905397	<input type="checkbox"/>
		ZC 0026	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Multiplexer	Brüel & Kjær	2811	1726854	<input type="checkbox"/>
Mikrophonversorgung	Brüel & Kjær	2804	1798685	<input type="checkbox"/>
DAT-Recorder	Sony	TCD-D10 Pro II	WT 3006794	<input checked="" type="checkbox"/>
			WT 3006493	<input type="checkbox"/>
Zweikanal-Echtzeit-Frequenzanalysator	Brüel & Kjær	2144	WT 9904897	<input checked="" type="checkbox"/>
			2231	1709333
Handschallpegelmesser	Brüel & Kjær	2260	1728139	<input type="checkbox"/>
			WT 3018798	<input type="checkbox"/>
			WT 3006695	<input checked="" type="checkbox"/>
Interface Module	Brüel & Kjær	ZI 9101	WT 3006894	<input type="checkbox"/>
	Norsonic	1408 (30m)	zu WT 3006695	<input checked="" type="checkbox"/>
Mikrophonkabel	Brüel & Kjær	AO 00029 (30m)	zu 1709333	<input type="checkbox"/>
	Norsonic	243	zu WT 3006695	<input checked="" type="checkbox"/>
Adapterbox	Norsonic	KM252R (1,5m)	-	<input type="checkbox"/>
Mikrophonstativ	Brüel & Kjær	KM208R (5m)	WT 9904697	<input type="checkbox"/>
		DIA/DAGO 4.27	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Erfassungs- und Auswertesoftware	GfS Aachen	Excel 5.0	-	<input checked="" type="checkbox"/>
	Microsoft	Famos	-	<input type="checkbox"/>
	IMC/WINDTEST	Konvert 5	-	<input type="checkbox"/>
	WINDTEST	5306 2.05	-	<input checked="" type="checkbox"/>
	Brüel & Kjær	7651	1734546	<input checked="" type="checkbox"/>
Unabh. Spannungsversorgungseinheit	WINDTEST	SMS 1.2	-	<input type="checkbox"/>
	APS	Smart UPS 700I NET	WT 3114098	<input type="checkbox"/>
Anemometer/Windrichtungsgeber	Thies Clima	4.3303.10.000	WT 0105190	<input type="checkbox"/>
	Friedrichs	4432.2000	WT 0600180	<input type="checkbox"/>
	Thies Clima	4.3519.00.000	WT	<input checked="" type="checkbox"/>
Erfassungsrechner	PC	PC486/133	WT 4005692	<input type="checkbox"/>
	Notebook	586/500	WT 4012496	<input type="checkbox"/>
WICOM – Datenlogger	Ammonit	P408	WT 0305498	<input checked="" type="checkbox"/>
	Clark	QT 12M/HP	Gk 9730	<input type="checkbox"/>
10 m – Teleskopmast	Clark	-	Gk 54424	<input checked="" type="checkbox"/>
			WT 0804197	<input type="checkbox"/>
Wetterstation	Lamprecht/Thies Clima	-	WT 3004493	<input checked="" type="checkbox"/>
	Thies Clima	-	WT 3004293	<input type="checkbox"/>
Messgerät	John Fluke CO.Inc.	Fluke 45	WT 3012696	<input type="checkbox"/>
Leistungsumformer	Gossen Metrawatt	Sineax	WT 3012696	<input type="checkbox"/>
Zangenstromwandler	Chauvin Arnoux	-	WT 3012496	<input type="checkbox"/>



**Enercon E40/6.44**  
Regression of  $L_{eq}$  over Wind Speed

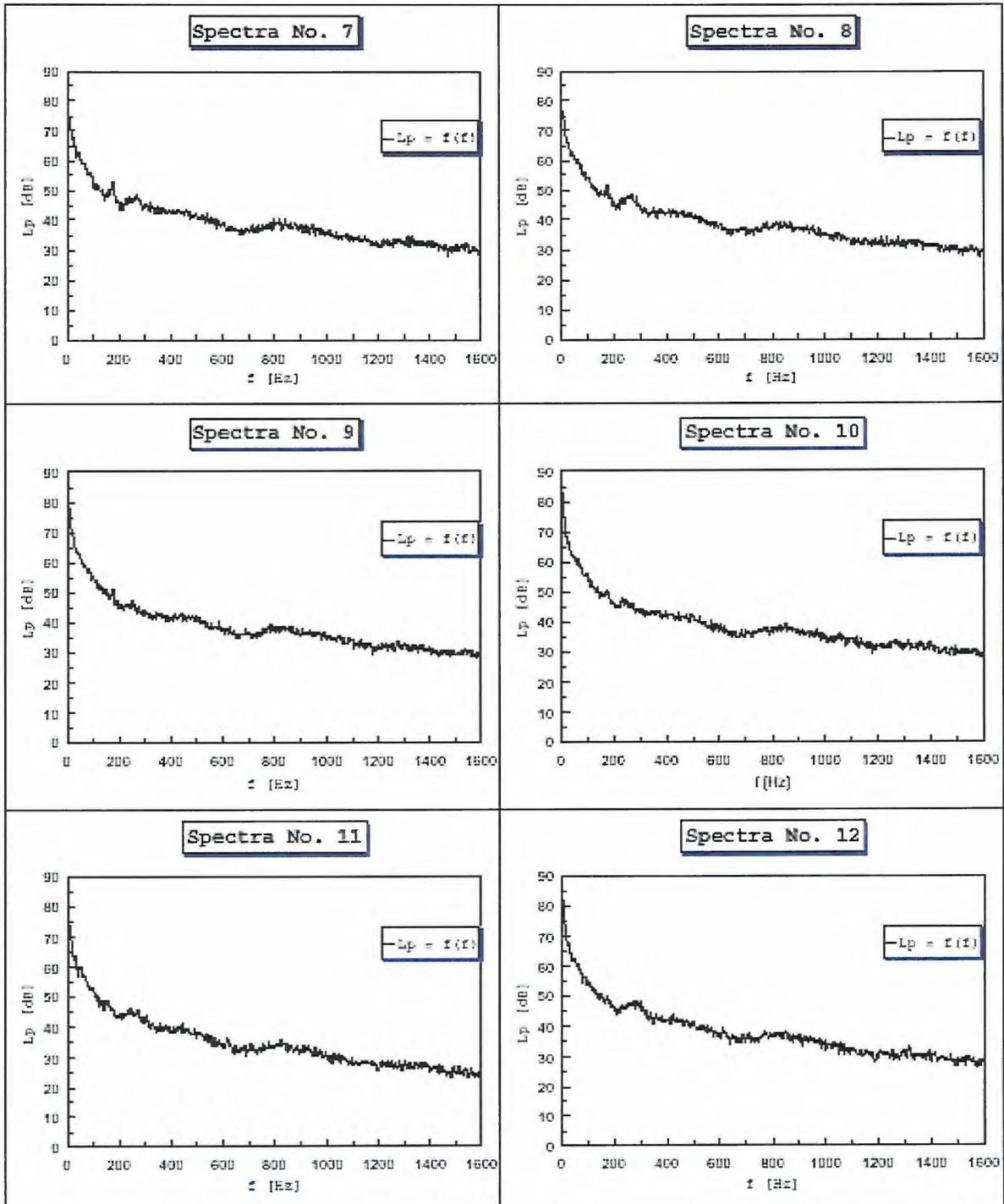
Site: Haselünne  
 Measur.: 2000-12-13  
 Standard: FGM/IEC  
 Data base: 1 Hz sampling  
 In charge: Dipl.-Ing. J. Clausen

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 6 m/s



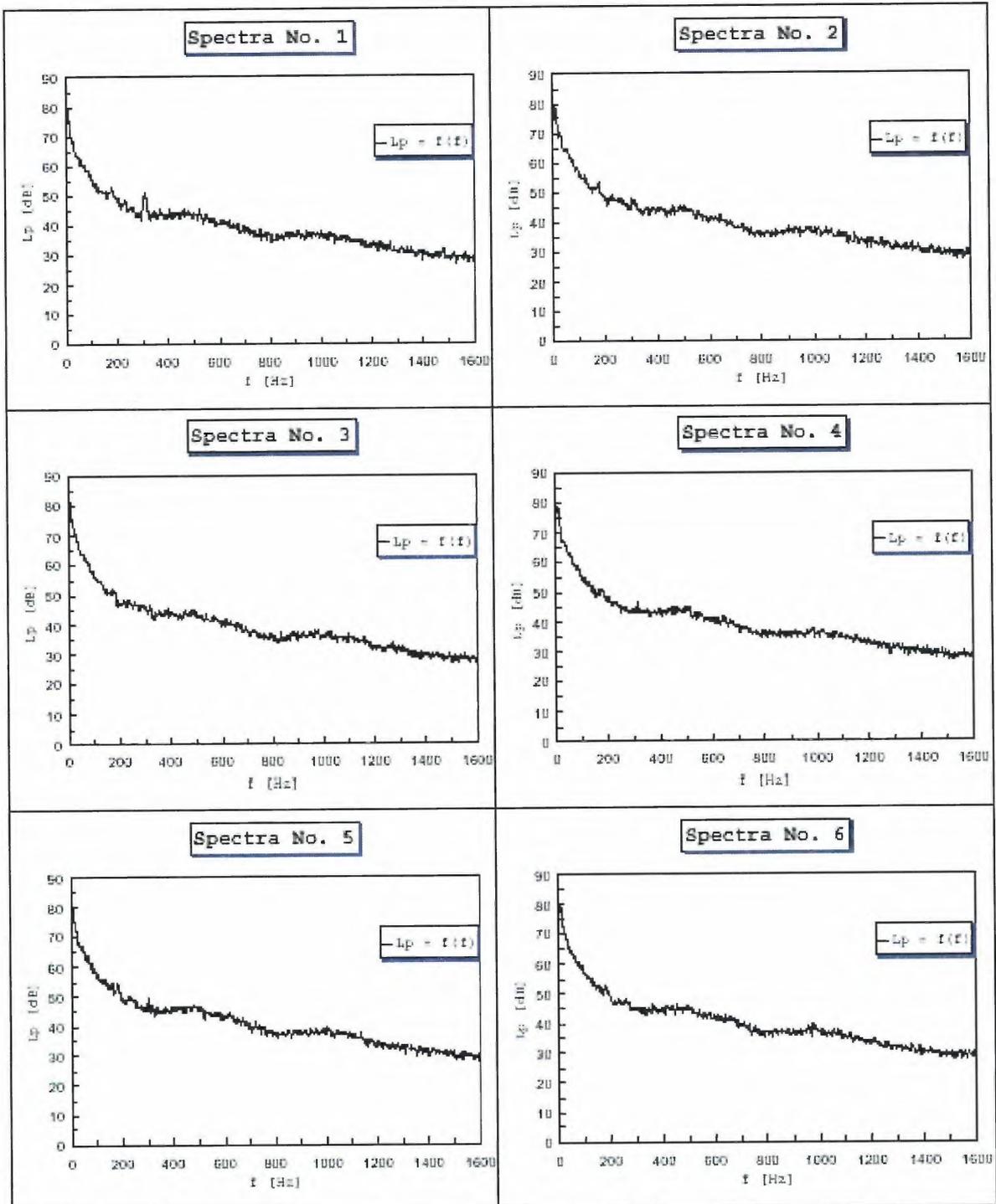
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 6 m/s



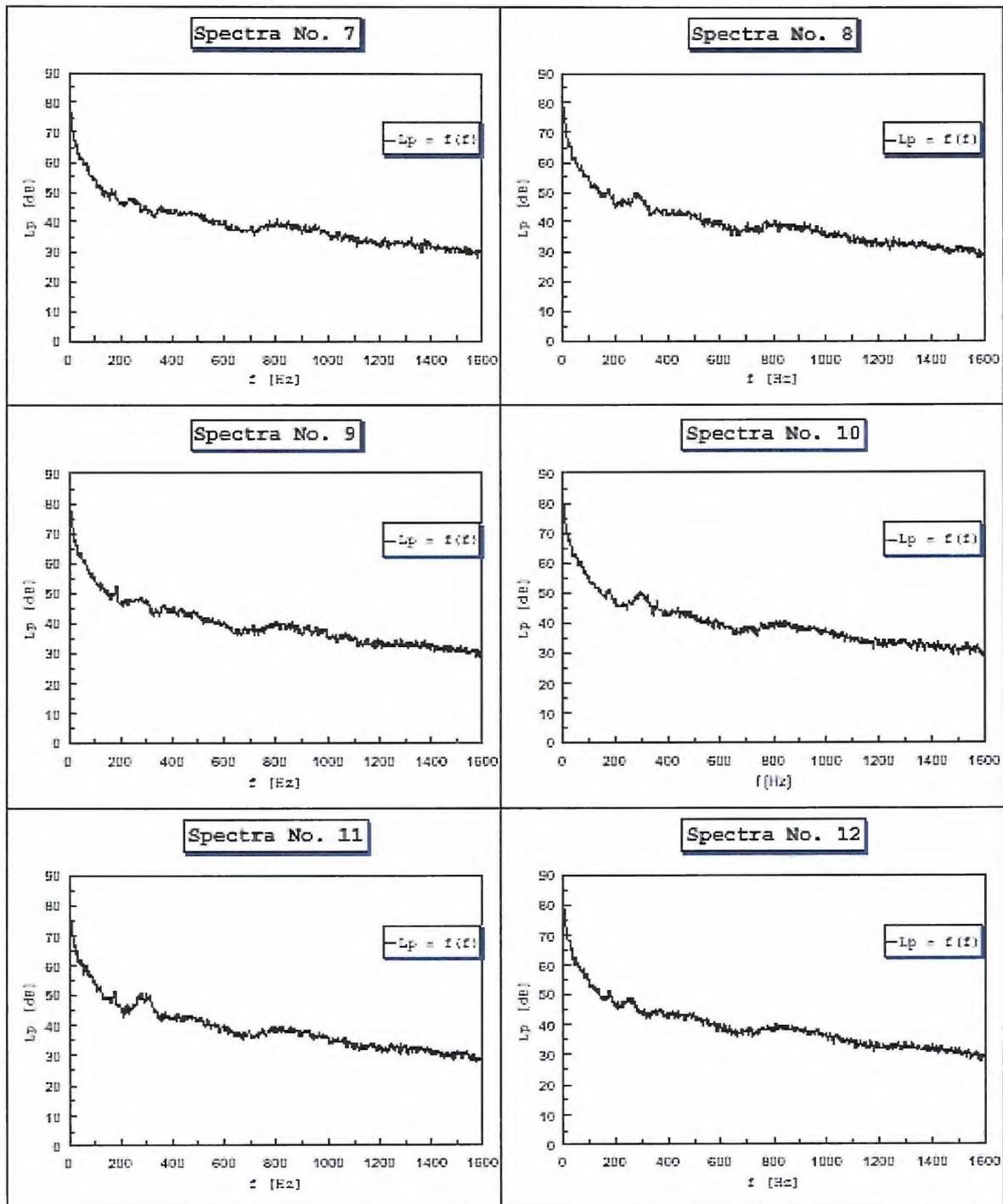
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 7 m/s



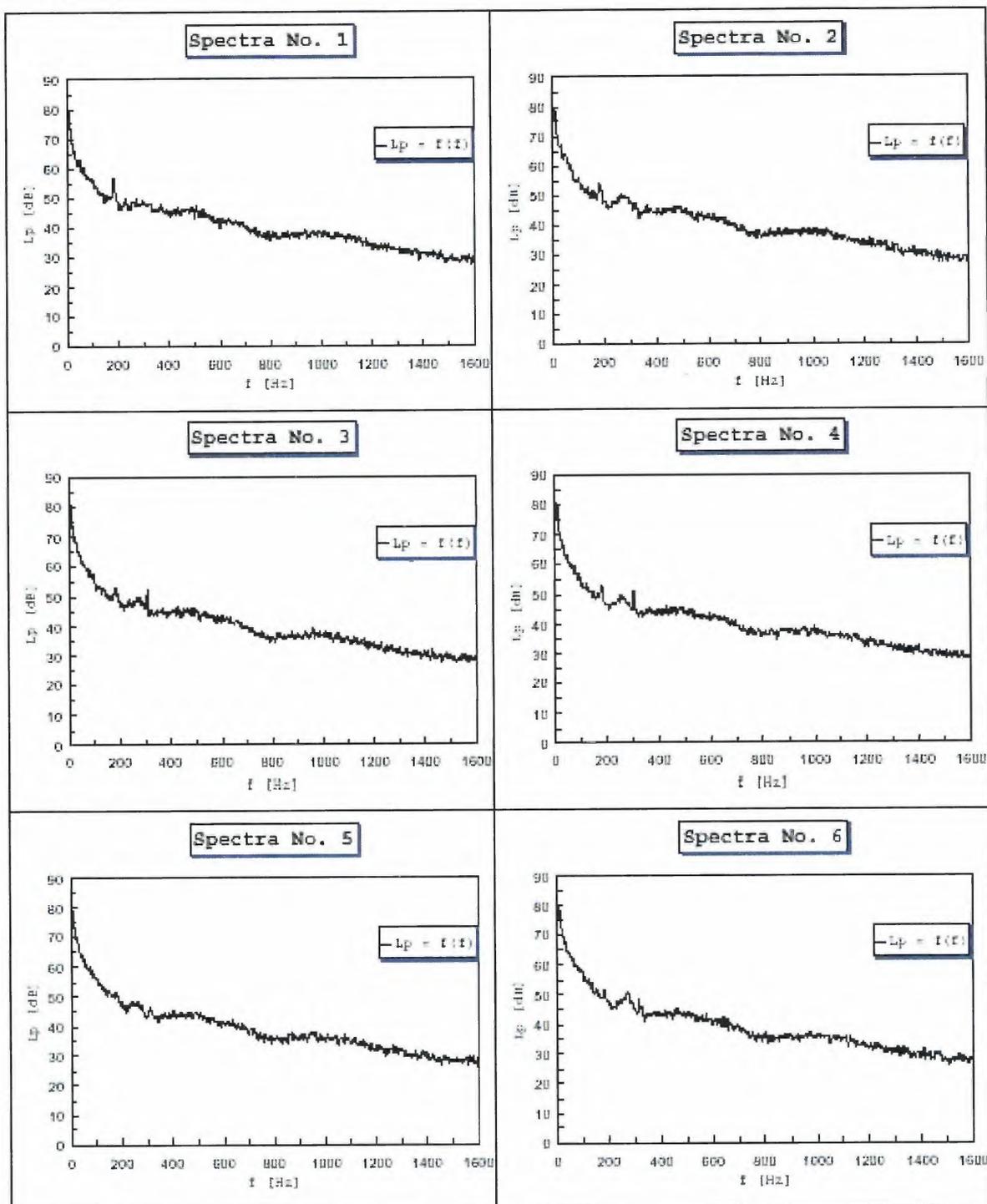
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 7 m/s



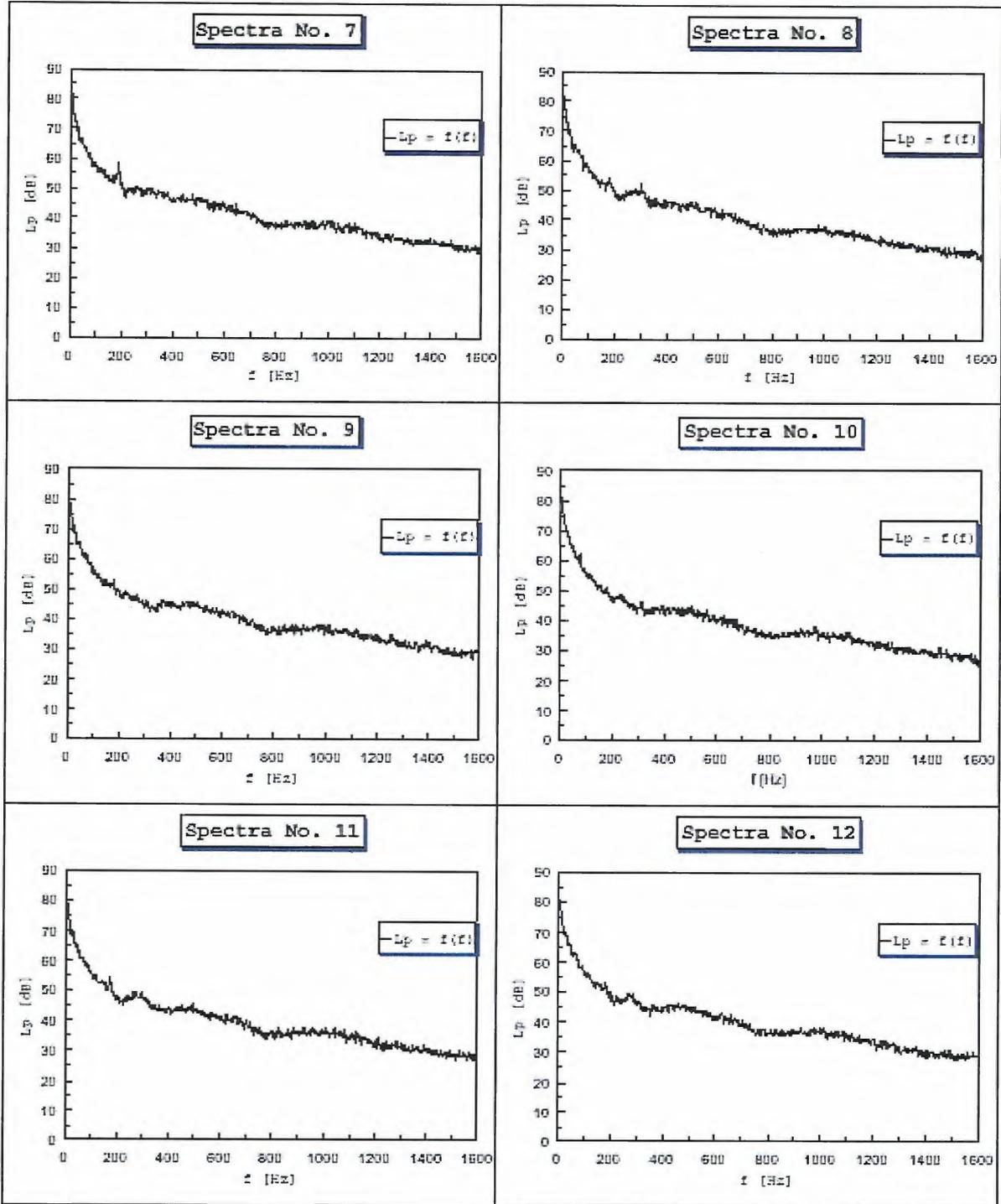
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 8 m/s



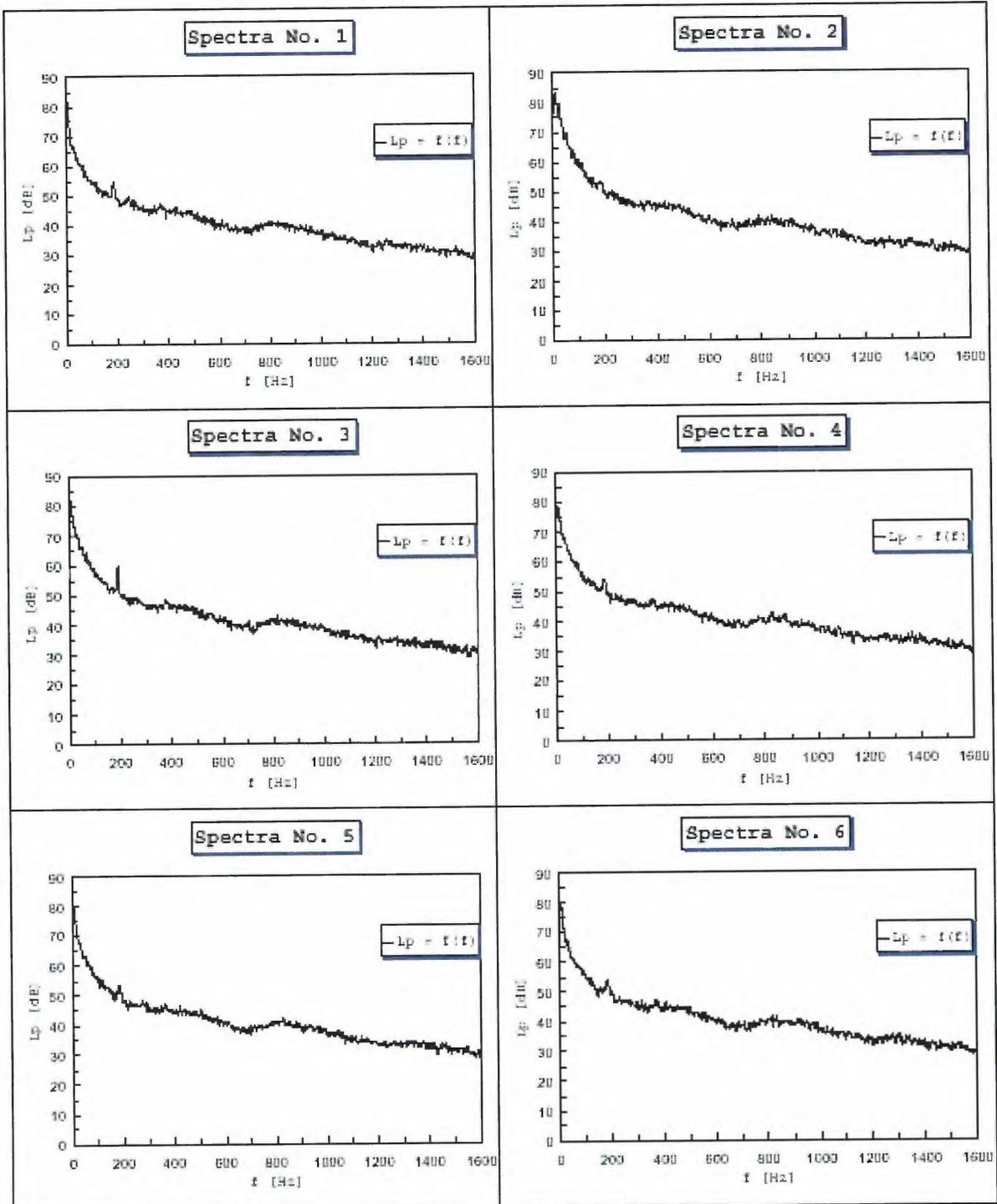
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 8 m/s



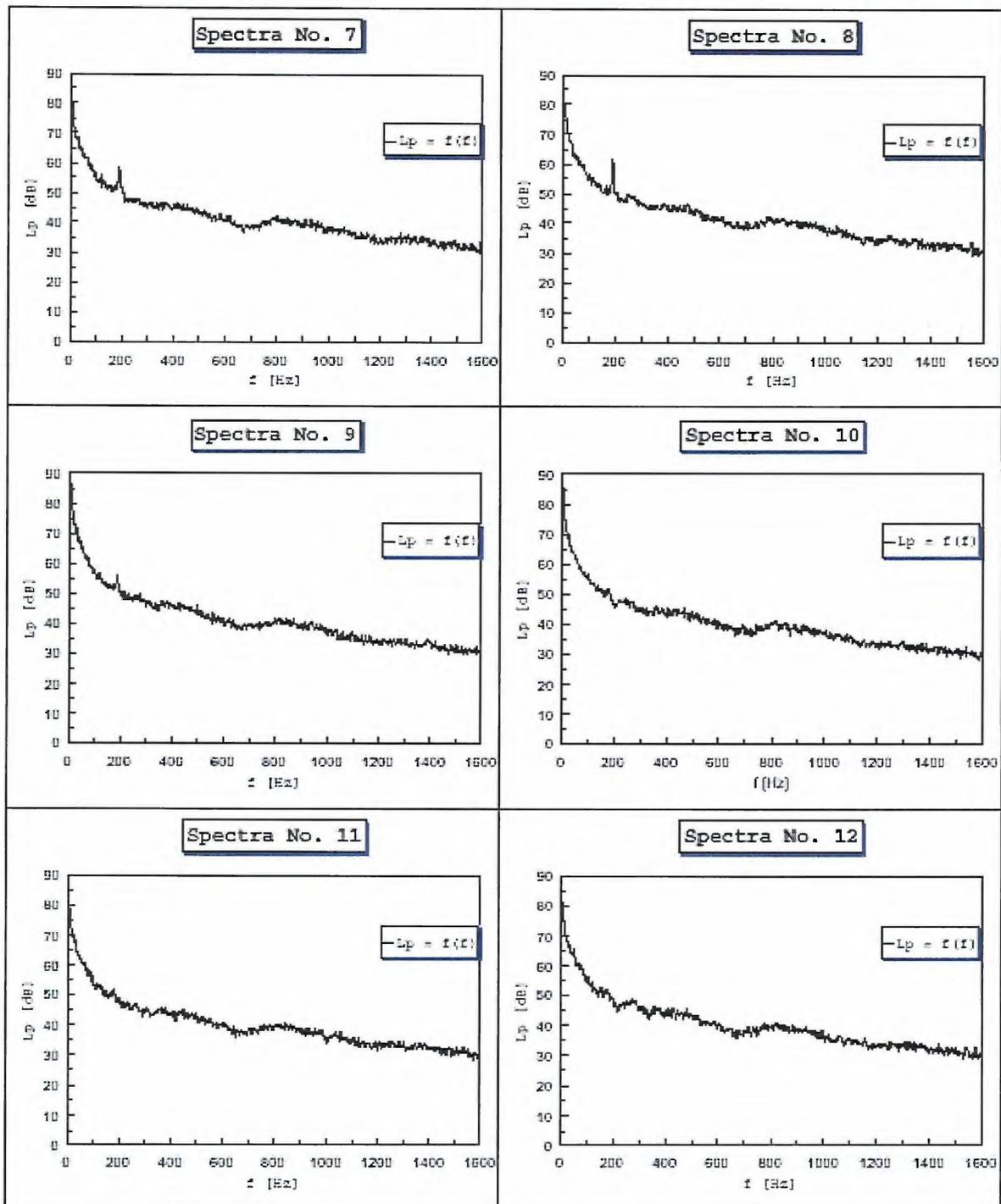
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 9 m/s



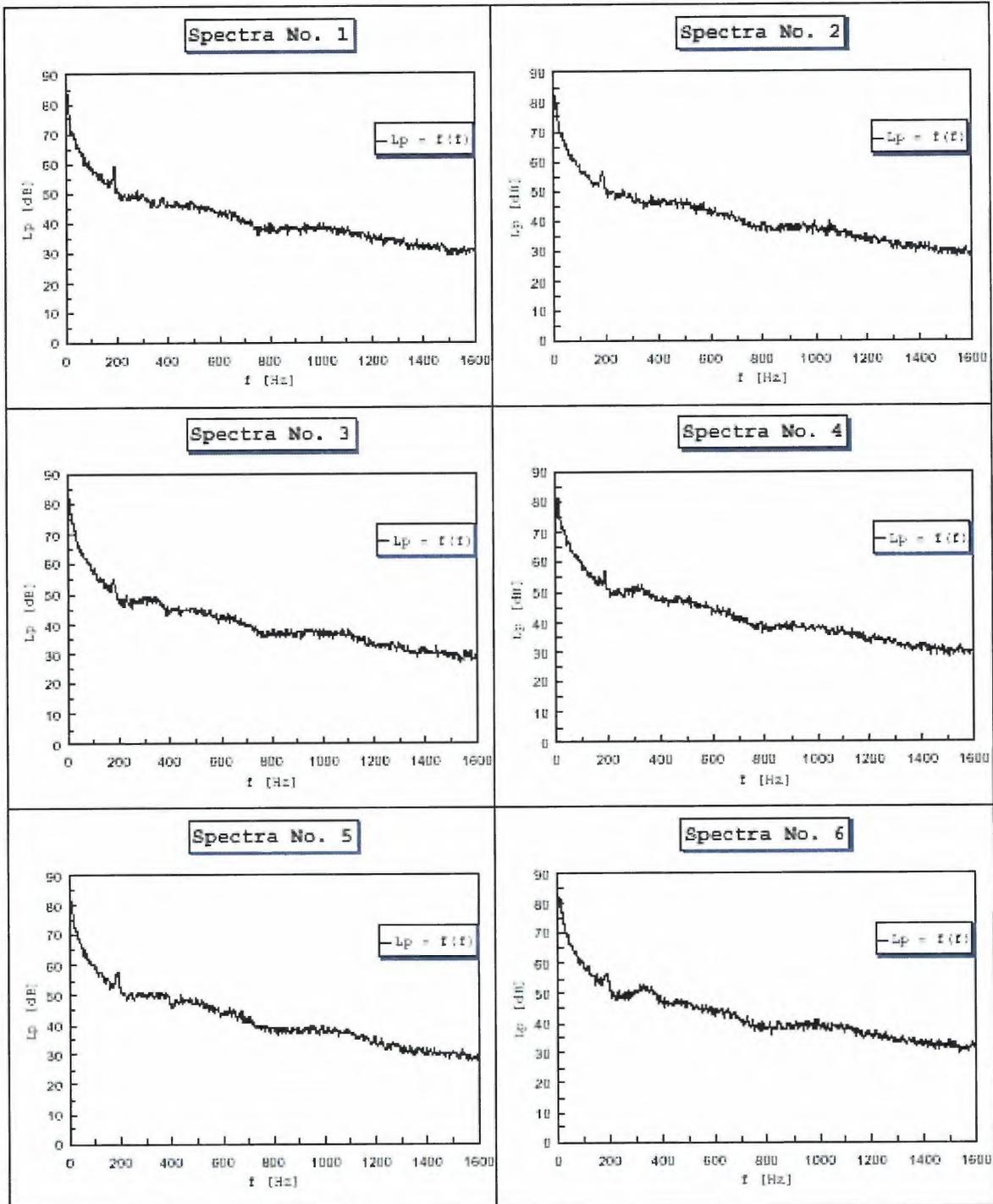
12.2000; TON\_ADT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 9 m/s



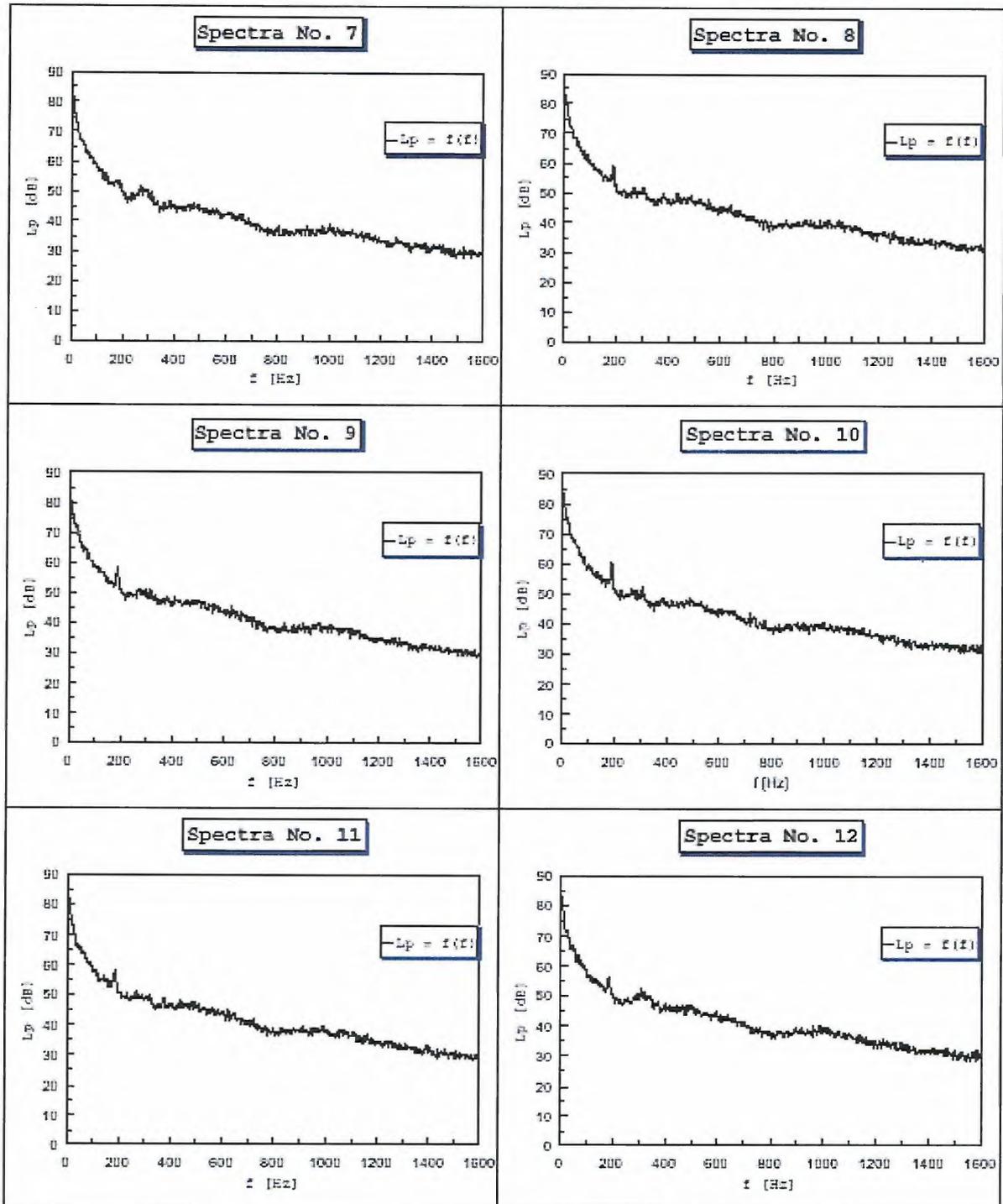
12.2000;TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 10 m/s



12.2000; TON\_AUT1.WT4

Enercon E40/6.44, 2000-12-13/14, Haselünne, 10 m/s



12.2000; TON\_AUT1.WT4

Tonhaltigkeitsbestimmung nach FGW-Richtlinie, bzw. DIN 45681, Teil 1												
Ernercon E40/6.44. 2000-12-13/14. Haselünne. 10 m/s  1 Channel Auto Spectrum Analysis (single) Ch.A : FROBE/FREAMP, HP 0.7 Hz, Max. 101 dB DC Compensation ON Record Length 2048 Samples 500 ms. T 244.1 us. f 2 KHz Freq Span 1.6 kHz, Freq Range 0 Hz - 1.6 kHz LINEAR, No of Avg. 58 Delay 0.0s. Overlap 67%												
Spektrum Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tonfrequenz f1 [Hz]	190	186	176	166	160	160	170	190	186	190	186	186
Linienabstanddelta f [Hz]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bandbreite der Frequenzgruppe f1 [Hz]	102.60	102.49	102.23	102.49	102.54	102.54	102.28	102.60	102.49	102.60	102.49	102.49
Grenzfrequenzen der Frequenzgruppe f1 [Hz]	138	134	124	134	135	135	126	138	134	138	134	134
f2 [Hz]	242	238	228	238	240	240	230	242	238	242	238	238
Tonpegel LT [dB]	63.50	56.87	50.18	51.38	62.24	62.41	50.30	63.25	63.85	64.39	63.55	56.31
Anzahl der Stützstellen mit Tonenergie K	3	1	0	0	3	4	0	3	4	3	4	1
Anzahl der Stützstellen ohne Tonenergie N	39	38	38	42	42	34	43	43	41	40	40	40
Anzahl der unberücksichtigten Stützstellen	11	14	15	11	8	15	10	7	8	10	9	12
Geräusch nach DIN 45681 tonhaltig ja/nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein						
delta LT	0.11	-5.81	-12.83	-12.50	-1.56	-1.09	-12.70	-1.23	0.21	0.17	-8.08	-5.84
Ktn. (dB)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
											delta LT (gemittelt) [dB]	-2.38
											Ktn. (gesamt) [dB]	0

## Calculation of sound power level over octaves

WTGS: Enercon E40/6.44 Haselünne

measure-

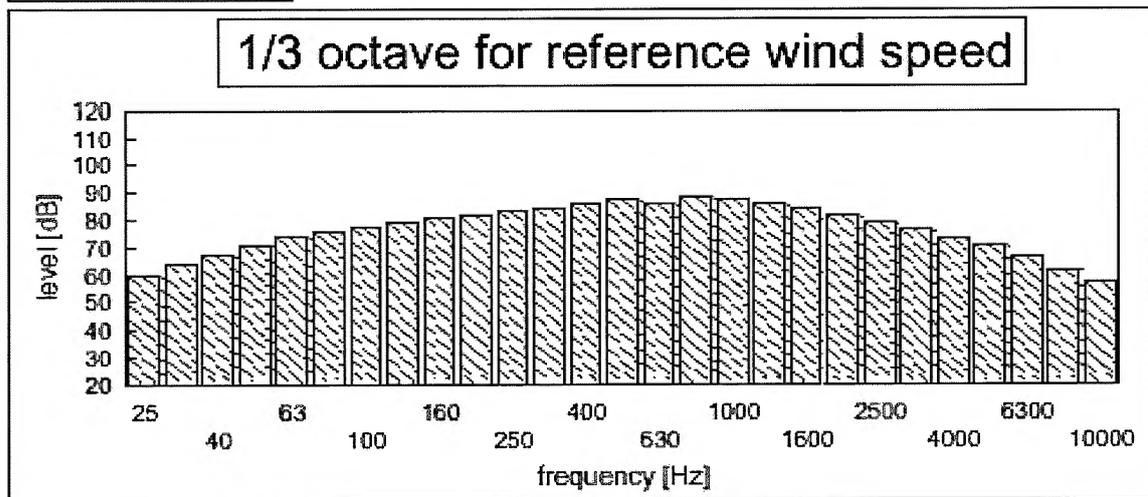
ment date: 13.12.00

Engineer: Dipl.-Ing. J. Clausen

Octav freq. [Hz]	Lwa, ref [dB] (calc. at ref)
25	59,3
31,5	63,7
40	66,8
50	70,6
63	73,7
80	76,2
100	77,7
125	78,9
160	80,8
200	81,4
250	83,4
315	84,2
400	86,3
500	87,2
630	85,8
800	88,2
1000	87,6
1250	85,7
1600	83,9
2000	81,4
2500	79,4
3150	76,7
4000	73,5
5000	70,4
6300	66,6
8000	61,2
10000	57,0
<b>A-weighted, total</b>	<b>96,4</b>

### technical specifications:

hub height	H = 65,0 m
height of microphone	h $\theta$ = 0,0 m
	hF = 0,0 m
height of foundation	
reference distance	R0 = 80,0 m
distance between rotor flange center - tower center line	d = 2,5 m
slant distance	Ri = 105,0 m
reference sound power level	Lwa = 96,4 dB
reference wind speed	WS10m = 6,0 m/s



## Calculation of sound power level over octaves

WTGS: Enercon E40/6.44 Haselünne

measure-

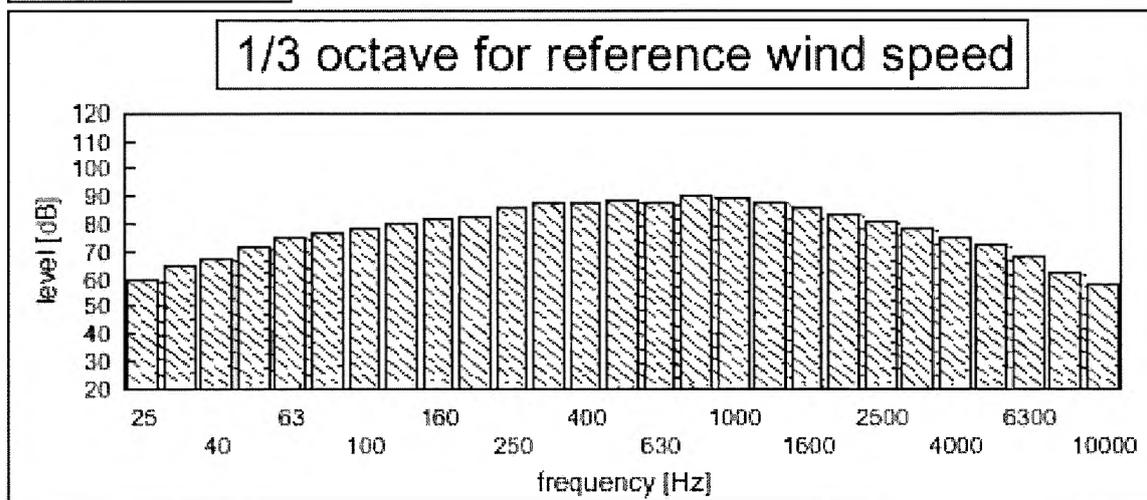
ment date: 13.12.00

Engineer: Dipl.-Ing. J. Clausen

Octav freq. [Hz]	Lwa, ref [dB] (calc. at ref)
25	60,1
31,5	64,8
40	67,4
50	71,6
63	74,7
80	77,0
100	78,6
125	79,9
160	81,6
200	82,7
250	86,0
315	87,5
400	88,0
500	88,9
630	87,7
800	89,9
1000	89,5
1250	87,6
1600	85,7
2000	83,2
2500	81,1
3150	78,5
4000	75,2
5000	72,4
6300	68,1
8000	62,6
10000	57,6
<b>A-weighted, total</b>	<b>98,3</b>

### technical specifications:

hub height	H = 65,0 m
height of microphon	h0 = 0,0 m
	hF = 0,0 m
height of foundation	
reference distance	R0 = 80,0 m
distance between rotor flange center - tower center line	d = 2,5 m
slant distance	Ri = 105,0 m
reference sound power level	Lwa = 98,3 dB
reference wind speed	WS10m = 7,0 m/s



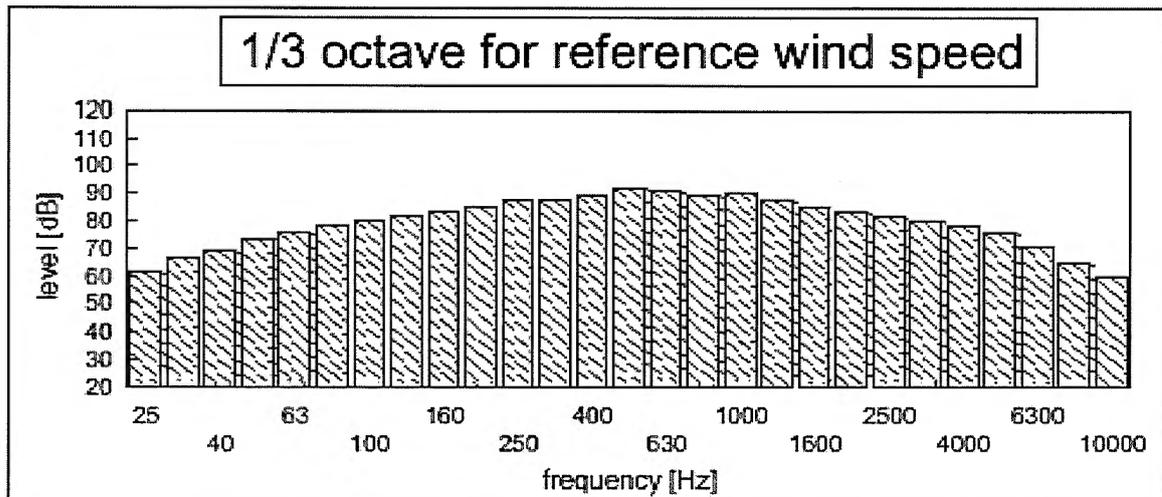
## Calculation of sound power level over octaves

WTGS: Enercon E40/6.44 Haselünne  
 measurement date: 13.12.00  
 Engineer: Dipl.-Ing. J. Clausen

Octav freq. [Hz]	Lwa, ref [dB] (calc. at ref)
25	61,6
31,5	66,2
40	69,2
50	73,2
63	75,8
80	78,3
100	80,0
125	81,4
160	83,2
200	85,3
250	87,5
315	88,0
400	89,6
500	91,6
630	91,2
800	89,0
1000	90,4
1250	88,0
1600	85,4
2000	83,0
2500	81,3
3150	79,9
4000	78,0
5000	75,5
6300	70,6
8000	64,8
10000	59,2
<b>A-weighted, total</b>	<b>99,6</b>

### technical specifications:

hub height  $H = 65,0$  m  
 height of microphon  $h_0 = 0,0$  m  
 $h_F = 0,0$  m  
 height of foundation  
 reference distance  $R_0 = 80,0$  m  
 distance between rotor flange  
 center - tower center line  $d = 2,5$  m  
 slant distance  $R_i = 105,0$  m  
 reference sound power level  $L_{wa} = 99,6$  dB  
 reference wind speed  $WS_{10m} = 8,0$  m/s



## Calculation of sound power level over octaves

WTGS: Enercon E40/6.44 Haselünne

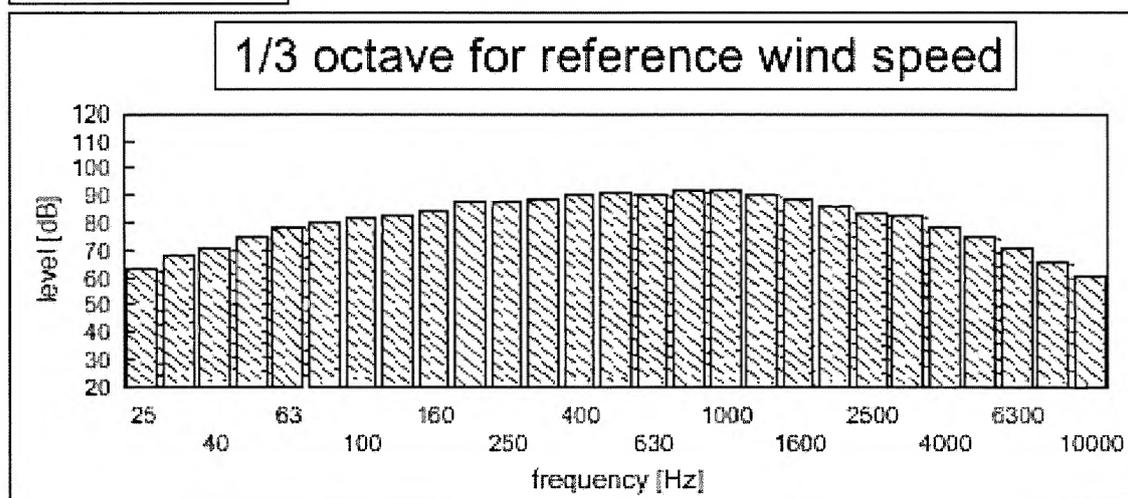
measurement date: 13.12.00

Engineer: Dipl.-Ing. J. Clausen

Octav freq. [Hz]	Lwa, ref [dB] (calc. at ref)
25	63,4
31,5	67,9
40	71,1
50	74,6
63	78,2
80	80,2
100	81,7
125	82,9
160	84,5
200	87,9
250	87,6
315	88,1
400	90,5
500	91,3
630	90,0
800	92,3
1000	91,9
1250	90,0
1600	88,4
2000	85,8
2500	83,7
3150	82,1
4000	78,2
5000	74,9
6300	70,8
8000	65,7
10000	60,2
<b>A-weighted, total</b>	<b>100,7</b>

### technical specifications:

hub height	H = 65,0 m
height of microphon	h <sub>0</sub> = 0,0 m
	h <sub>F</sub> = 0,0 m
height of foundation	
reference distance	R <sub>0</sub> = 80,0 m
distance between rotor flange center - tower center line	d = 2,5 m
slant distance	R <sub>i</sub> = 105,0 m
reference sound power level	L <sub>wa</sub> = 100,7 dB
reference wind speed	WS <sub>10m</sub> = 9,0 m/s



## Calculation of sound power level over octaves

WTGS: Enercon E40/6.44 Haselünne

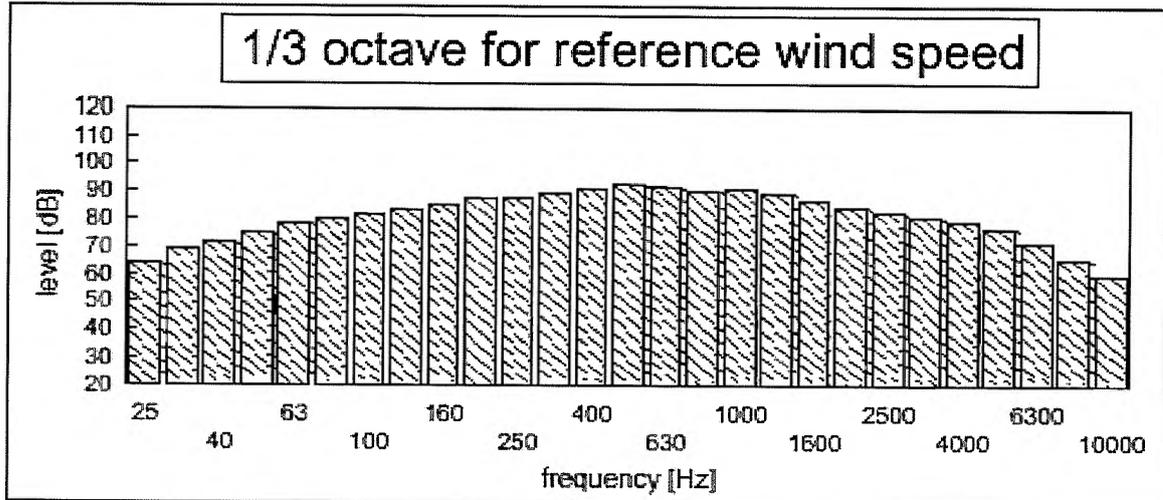
measurement date: 13.12.00

Engineer: Dipl.-Ing. J. Clausen

Octav freq. [Hz]	Lwa, ref [dB] (calc. at ref)
25	63,6
31,5	68,8
40	71,7
50	75,0
63	78,2
80	80,3
100	82,0
125	83,7
160	85,3
200	88,0
250	87,6
315	89,1
400	91,0
500	93,0
630	92,2
800	90,2
1000	91,3
1250	89,0
1600	86,6
2000	84,0
2500	82,2
3150	81,2
4000	78,8
5000	76,4
6300	71,8
8000	65,8
10000	59,9
<b>A-weighted, total</b>	<b>100,8</b>

### technical specifications:

hub height	H = 65,0 m
height of microphon	h0 = 0,0 m
	hF = 0,0 m
height of foundation	
reference distance	R0 = 80,0 m
distance between rotor flange center - tower center line	d = 2,5 m
slant distance	Ri = 105,0 m
reference sound power level	Lwa = 100,8 dB
reference wind speed	WS10m = 9,2 m/s



Enercon E40/6.44

65.0	600.0	43.7	25.0
1.00	1000.00		
1.00	0.00		
3.10	1.16		
3.52	4.49	Datum: 2001-01-10	Bearbeiter: Cl
4.00	12.13	Dateiname: E40_644.pow	
4.51	23.43	Meßzeitraum: 2000-06-28 bis 2000-12-20	
4.98	36.17	Diese Leistungskurve wurde !!! GEMESSEN !!!	
5.47	51.25	Die Daten sind von WT KWK	
6.00	75.19	Anlage: Enercon E40/6.44	
6.48	94.93	Nabenhöhe: 65.0m	
6.98	119.71	Rotordurchmesser: 43.7m	
7.49	157.38	Nennleistung: 600.0kW	
7.99	190.06		
8.50	226.65		
8.95	267.20		
9.52	307.16		
9.98	371.27		
10.41	414.10		
10.94	445.51		
11.45	502.40		
12.00	524.90		
12.56	577.96		
13.19	611.20		
25.00	611.20		
25.01	0.00	Abschaltwindgeschwindigkeit: 25.00m/s	
50.00	0.00		

**Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten des Anlagentypes:  
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation:**
**E40/6.44**

Datum / date: 2001-02-20

1. Allgemeines		General
Hersteller	Enercon GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	E-40/6.44	type name
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal / vertical)
Nennleistung	600 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Fundament	65 m	hub height above foundation
Nabenhöhe über Grund	65 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s / keine/none	cut-in and cut-out wind speed
Überlebenswindgeschwindigkeit	62 m/s (IEC)	survival wind speed
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre / years	calculated safe life
Beitrag zum Kurzschlussstrom	2,9 kA (400V)	contribution to short circuit current
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	43,7 m	diameter
Bestrichene Fläche	1499,9 m <sup>2</sup>	swept area
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr / rigid	kind of hub
Anordnung zum Turm (luw/lee)	luw	relative position to tower (luw/lee)
Nenn Drehzahl / -bereich	18-34 U/min/rpm	rated speed
Auslegungsschnellaufzahl		design tip speed ratio
Rotorblatteinstellwinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	0°	cone angle
Achsneigung	3°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie		distance between rotor flange centre - tower centre line
3. Rotorblatt		Rotor blade
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	E-40/6.44	type
Profile innen		blade section inside
Profile aussen		blade section outside
Material	GFK (Epoxy)	material
Länge	21 m	length
Profiliefe max/min		chord length (max/min)
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbolatoren)	keine / none	additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)
Extenderlänge		Extender length
4. Getriebe		Gear
Hersteller		manufacturer
Typenbezeichnung		type
Ausführung		design
Übersetzungsverhältnis		gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	E-40/6.44	type
Anzahl	1	numbers
Art	synchron	design
	Ringgenerator	
Nennleistung(en)	600 kW	rated power(s)
Nennscheinleistung	600 kVA	rated apparent power
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	18-34 rpm	rated speed(s) / speed range
Spannung	440 V	voltage
Frequenz	variabel Hz	frequency
Nennschlupf		rated slip
6. Turm		Tower
Hersteller	SAM Magdeburg	manufacturer
Typenbezeichnung	E-40/6.44 64 m	type
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Rohr, kon. (tube)	design (tapered/tube, cylon./lattice)
Material	Stahl	material
Länge	64 m	length
7. Windrichtungsnachführung		Yaw orientation drive
Ausführung (aktiv/passiv)	aktiv	design (active/passive)
Antriebsart (el./mech./hydr.)	elektrisch	drive (electr./mech./hydr.)
Dämpfungssystem während des Betriebs	Reibung	damping system during operation

8. Betriebsführung / Regelung		Supervisory system/control
Art der Leistungsregelung	pitch	kind of power control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Automatischer Wiederanlauf		automatic restart
- nach Netzausfall	ja	- following grid-failure
- nach Abschaltwind	ja	- following cut-out wind speed
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	ENERCON	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	E-40/6 44	- type
- Verwendete Steuerungskurve		- used control curve
9. Sonstige elektrische Komponenten		Other electric installations
Anzahl der Kompensationsstufen	keine / none	number of compensation stages
Blindleistung Stufe 1		reactive power stage 1
Blindleistung Stufe 2		reactive power stage 2
Blindleistung Stufe 3		reactive power stage 3
Blindleistung Stufe 4		reactive power stage 4
Art der Netzkopplung	über Wechselrichter via power converter	kind of interconnection
- Hersteller	ENERCON	- manufacturer
- Typenbezeichnung	E-40/6 44	- type
Netzschutzhersteller	ENERCON	main protective manufacturer
- Typenbezeichnung	E-40/6 44	- type
- Einstellbereiche		- adjustment range.
Spannungssteigerungsschutz	100,5 %, 0,1 s	overvoltage protection
Spannungsrückgangsschutz	90 %, 0,1 s	undervoltage protection
Frequenzsteigerungsschutz	50,4 Hz, 100 ms	overfrequency protection
Frequenzrückgangsschutz	49,5 %, 100 ms	underfrequency protection
Typenbezeichnung der Abschalteneinheit	E-40/6 44	type of contact breaking device
Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	ja / yes	harmonic filter (yes/no)
Oberschwingungsfilter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein.)		(harmonic filter have to be designed for the point of common coupling)
10. Bremsystem		Brake system
Bremsystem (primär/sekundär)		brakes (primary/secondary/service)
- Aktivierung	elektrisch	- Activation
- Anordnung	Einzelblatt single blade	- Location
- Bremsenart	aerodynamisch	- Kind
- Betätigung	automatisch	- Operation
11. Typenprüfung		Type test
Prüfbehörde	TUV Bayern	testing authority
Aktenzeichen	2407 9868	reference
12. Informativer Teil		Informative
Standort der vermessenen WEA	49774 Löhdon	location of measured WTGs
Koordinaten des Standortes		coordinate of the location
Seriennummer der WEA	44064	serial number of WTGs
der Blätter		blades
des Getriebes		gearbox
des Generators		generator

stamp and signature of the manufacturer

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 generator system (WTGs) confirms that the WTGS whose noise level is measured and depicted in the test reports is identical with the above entries with regard to its technical data.

## Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

entsprechend Anhang D von [1]

Seite 1/2

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der "Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen" [1] besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

### Anlagendaten

<b>Hersteller</b>	Enercon GmbH Dreerkamp 5, 28605 Aurich	<b>Anlagenbezeichnung</b>	E-63
		<b>Nennleistung</b>	800 kW
		<b>Nabenhöhe</b>	73 m
		<b>Rotordurchmesser</b>	53 m

Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.					
	1	2	3	4	5	6
Seriennummer	53001	53237	53467			
Standort	Wittmund	Ringstedt	Vara, Schweden			
vermess. Nabenhöhe (m)	76	73	73			
Messinstitut	Müller-BBM	Windtest KWK	Müller-BBM			
Prüfbericht	M69 915/2	WT.6263/08	M87 748/1			
Datum	27.04.2007	14.02.2008	14.06.2010			
Getriebetyp	—	—	—			
Generatortyp	E-53	E-53	E-53			
Rotorblatttyp	E-53/1	E-53/1	E-53/1			

### Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht) Leistungspegel, berechnete Leistungskurve

#### Schalleistungspegel

Messung	Schalleistungspegel	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					L <sub>WA,P,95%</sub> Phän
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	L <sub>WA,P</sub> [3]	96,6 dB(A)	99,1 dB(A)	100,5 dB(A)	100,9 dB(A)	100,7 dB(A)	100,7 dB(A)
2	L <sub>WA,P</sub> [4]	98,3 dB(A)	100,6 dB(A)	101,4 dB(A)	101,5 dB(A)	—	101,4 dB(A)
3	L <sub>WA,P</sub> [5]	98,3 dB(A)	100,9 dB(A)	101,9 dB(A)	101,9 dB(A)	—	101,9 dB(A)
Mittelwert L <sub>W</sub>		97,7 dB(A)	100,2 dB(A)	101,3 dB(A)	101,4 dB(A)	100,7 dB(A)	101,4 dB(A)
Standardabweichung s		0,9 dB	0,9 dB	0,7 dB	0,5 dB	—	0,6 dB(A)
K nach [2] α <sub>R</sub> = 0,6 dB(A) [6]		2,0 dB	2,0 dB	1,7 dB	1,3 dB	—	1,5 dB(A)

### Schallemissionsparameter: Zuschläge

#### Tonzuschlag

Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	K <sub>TH</sub>	—	—	—	—	—
2	K <sub>TH</sub>	—	—	—	—	—
3	K <sub>TH</sub>	—	—	—	—	—
Mittelwert K <sub>TH</sub>		—	—	—	—	—

#### Impulzzuschlag

Messung	Tonzuschlag	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	K <sub>IN</sub>	—	—	—	—	—
2	K <sub>IN</sub>	—	—	—	—	—
3	K <sub>IN</sub>	—	—	—	—	—
Mittelwert K <sub>IN</sub>		—	—	—	—	—

**Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen**  
 entsprechend Anhang D von [1] Seite 2/2

**Schallemissionsparameter: Terz- / Oktavschalleistungspegel für eine Nabenhöhe von 75 m**

**Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt  $v_{10LWA,Pmax} = 9 \text{ m/s}$  [7]**

Fequenz	50	63	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0	630,0
$L_{WA,P}$	75,0	77,2	79,6	82,2	83,9	86,5	85,9	87,1	87,7	87,5	89,1	89,7
Fequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	90,8	92,0	92,6	92,0	90,7	89,0	86,2	84,3	81,9	78,4	72,6	68,9

**Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) in dB(A); Referenzpunkt  $v_{10LWA,Pmax} = 9 \text{ m/s}$  [7]**

Fequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,P}$	82,4	89,4	91,7	93,7	96,6	95,5	89,3	79,8

Die Angaben ersetzen nicht die u. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

**Bemerkungen:**

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18, 01.02.2008, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
- [2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level und Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03
- [3] Die Schalleistungspegel wurden auf Grundlage der Daten in dem Bericht M69 915/2 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 73 m aktuell ermittelt.
- [4] Die Schalleistungspegel wurden auf Grundlage der Daten in dem Bericht WT 6283/08 der Firma Windtest KWK für die Nabenhöhe von 73 m aktuell ermittelt.
- [5] Die Schalleistungspegel wurden auf Grundlage der Daten in dem Bericht M87 748/1 der Firma Müller-BBM GmbH für die Nabenhöhe von 73 m aktuell ermittelt.
- [6] Die Messunsicherheit  $\sigma_R$  wurde im Rahmen des vom LUA NRW durchgeführten Ringversuches zu  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$  festgestellt
- [7] Bei allen drei Messungen (Berichte [3] bis [5]) wurden in der angegebenen Windklasse der maximale Schalleistungspegel bestimmt.

Berechnet durch: Müller-BBM GmbH  
 Niederlassung Gelsenkirchen  
 Am Bugapark 1  
 45 899 Gelsenkirchen

**MÜLLER-BBM GMBH**  
 NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
 AM BUGAPARK 1  
 45899 GELSENKIRCHEN  
 TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



Datum: 12.07.2010



**MÜLLER-BBM**

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
 nach ISO/IEC 17025



DAP-PL-2465.10

## Bestimmung der Schallemissionsparameter aus mehreren Einzelmessungen der WEA des Typs GE 1.5sl mit einer Nabenhöhe von 85 m (Ergebniszusammenfassung aus WICO 055SE305)

Auf der Basis von **mindestens drei** Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten				
Hersteller	GE Wind Energy GmbH Holsterfeld 16		Anlagenbezeichnung	GE 1.5sl
	D-48499 Salzbergen		Nennleistung	1500 kW
			Nabenhöhe	85 m
			Rotordurchmesser	77 m

	WEA-Nr.	Standort	h <sub>N</sub>	Meßinstitut	Meßbericht	Datum	Getriebetyp *	Generatortyp **	Rotorblatt
1	1500678	Nielebock	85 m	WIND-consult	WICO 280SE703/04	23.06.04	Winergy Peas4390.2	Winergy JFEA-500SR-04A	LM 37.3P
2	1500576	Hollich	100 m	Kötter	KCE 27132-2.002	01.12.03	Lohmann Stolterfoht GPV451s	Loher JFEA-500SR-04	LM 37.3P
3	1500336	Coppenbrügge	85 m	Kötter	KCE 25574-1.002	23.07.01	Eickhoff G44900xCPNHZ-195sl	Loher JFRA-500LB-04A	LM 37.3P
4	1500743	Wagenfeld	96 m	Kötter	KCE 27162-1.001	06.06.03	Winergy PEAS 4390.2	VEM DASAA5023-4UC	LM 37.3P
5	1501180	Radegast	80 m	WIND-consult	WICO 058SE204	14.02.05	BoschRexroth GPV451	VEM DASAA50234UJ	GE 37b
6	1500536	Prettin	96 m	Kötter	KCE 32241-1.001	24.10.03	Eickhoff G46325X CPNHZ-195	VEM DASAA 5023-4UE	LM 37.3
7	1500321	Klockow	100 m	WIND-consult	WICO 286SEA01	26.10.01	Eickhoff G45730xCPNHZ195sl	VEM DASAA5023-4UB	LM 37.3P
8	1500465	Langendorf	80 m	Kötter	KCE 32234-2.001	31.03.04	Flender PEAS 4390.1	Loher JFRA 500 LB-04A	LM 37.3
9	1500751	Vienenburg	85 m	Kötter	KCE 26272-1.001	18.07.02	Lohmann Stolterfoht GPV 451R3	VEM DASAA5023-4UC	LM 37.3P
10	1501257	Rommerskirchen	61,4 m	WINDTEST Grevenbruch	SE04019B5	30.11.04	Bosch Rexroth GPV 451	Winergy JFEA500SR-04A	GE 37b
11	1501259	Rommerskirchen	61,4 m	WINDTEST Grevenbruch	SE04019B1	30.07.04	Bosch Rexroth GPV 451	VEM DASAA5023-4UJ	GE 37b

\* Lohmann Stolterfoht baugleich Bosch Rexroth, Flender baugleich Winergy

\*\* Loher baugleich Winergy

Schallemissionsparameter					
Schalleistungspegel L <sub>WA</sub> [dB(A)]					
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	8,5 m/s	
1	102,3	103,7	103,5	103,7	
2	101,9	103,5	103,7	103,6	
3	102,0	103,3	103,7	103,7	
4	102,1	103,4	103,7	103,3	
5	102,1	103,9	104,1	104,2	
6	101,1	103,8	103,9	103,9	
7	102,5	104,3	104,5	104,5	
8	103,1	104,4	104,1	104,0	
9	101,4	103,9	103,8	103,7	
10	102,4	104,1	104,0	104,2	
11	102,1	103,9	104,1	103,8	
<b>Mittelwert <math>\bar{L}_{WY}</math></b>	<b>102,1</b>	<b>103,8</b>	<b>103,9</b>	<b>103,9</b>	
<b>Standardabweichung s</b>	0,53	0,35	0,28	0,33	
<b><math>\sigma</math> gesamt mit <math>\sigma_R = 0.9</math> dB</b>	1,09	1,01	0,98	1,00	
<b>K<sub>95%,0.9</sub></b>	1,8	1,7	1,6	1,6	
<b>K<sub>90%,0.9</sub></b>	1,4	1,3	1,3	1,3	
<b><math>\sigma</math> gesamt mit <math>\sigma_R = 0.5</math> dB</b>	0,76	0,64	0,60	0,63	
<b>K<sub>95%,0.5</sub></b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	
<b>K<sub>90%,0.5</sub></b>	1,0	0,8	0,8	0,8	



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Der Schalleistungspegel  $L_{Wd}$  wird berechnet gemäß

$$L_{Wd} = \overline{L_W} + K$$

$K$  stellt den Vertrauensbereich für eine bestimmte statistische Sicherheit (typische Werte sind 95% bzw. 90%) bei gegebener Wiederholstandardabweichung  $\sigma_R$  (typische Werte sind  $\sigma_R = 0,9$  dB bzw.  $\sigma_R = 0,5$  dB) dar.

Tonzuschlag $K_{TN}$ *								
Messung Nr.	6 ms <sup>-1</sup>		7 ms <sup>-1</sup>		8 ms <sup>-1</sup>		$V_{10,P[95\%]}$ ms <sup>-1</sup>	
1	0	-	0	-	0	-	0	-
2	0	-	0	-	0	-	0	-
3	0	-	0	-	2	164 Hz	1	166 Hz
4	0	-	0	-	0	-	0	-
5	0	-	0	-	0	-	0	-
6	0	-	0	-	0	-	2	164 Hz
7	0	-	0	-	2	166 Hz	2	166 Hz
8	2	160 Hz	0	-	1	360 Hz	1	360 Hz
9	0	-	0	-	0	-	0	-
10	0	-	0	-	0	-	0	-
11	0	-	0	-	0	-	0	-

Impulzzuschlag $K_{IN}$ *								
Messung Nr.	6 ms <sup>-1</sup>		7 ms <sup>-1</sup>		8 ms <sup>-1</sup>		$V_{10,P[95\%]}$ ms <sup>-1</sup>	
1	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
2	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
3	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
4	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
5	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
6	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
7	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
8	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
9	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
10	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	
11	0 dB		0 dB		0 dB		0 dB	

Terz- und Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8,0$ ms <sup>-1</sup> in dB(A) **												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA}$	77,0	81,0	83,7	85,7	87,4	91,4	90,9	91,8	93,7	93,8	93,8	93,4
$L_{WA}$	86,1			93,6			97,1			98,4		
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA}$	93,9	93,0	92,5	92,0	90,1	87,7	84,9	81,7	78,2	75,7	71,7	71,9
$L_{WA}$	97,9			95,0			87,2			78,3		

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen:

- \* Es wird darauf hingewiesen, daß die Werte für die Tonhaltigkeit/Impulshaltigkeit nicht ausschließlich bei der Nabenhöhe  $h_N = 85$  m bestimmt wurden und so nicht unmittelbar auf umgerechnete Nabenhöhen übertragbar sind.
- \*\* spektrale Verteilung für den maximalen Summschalleistungspegel

erstellt durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen

Datum: 10.08.2005

- /1/ FÖRDERGESELLSCHAFT WINDENERGIE E.V. (FGW): *Technische Richtlinien für Windenergieanlagen*. Rev. 15 Stand 01.01.2004. Kiel (D)
- /2/ *Wind turbines - Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values of wind turbines*. IEC 61400-14 Ed. 1 (CDV), 2004



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

## Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	NORDEX Energy GmbH Bornbarch 2	Anlagenbezeichnung	NORDEX N90
	D-22848 Norderstedt	Nennleistung	2300 kW
		Nabenhöhe	80 m
		Rotordurchmesser	90 m
	Messung Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	8098	8107	8127
Standort	Gut Losten, WEA 4	Gut Losten, WEA 3	Schliekum, WEA 5
Vermessene Nabenhöhe	80 m	80 m	100 m
Meßinstitut	WIND-consult	WIND-consult	WINDTEST KWK
Meßbericht	WICO 063SE204/01	WICO 274SE604/01	WT 3989/05
Berichtsdatum	10.05.2004	09.12.2004	14.02.2005
Getriebetyp	CPNHZ-244	PZAB 3450	CPNHZ-244
Generatortyp	JFWA-560MQ-06A	JFWA-560MQ-06A	JFWA-560MQ-06A
Rotorblatt	LM 43.8 P	LM 43.8 P	LM 43.8 P

Schallemissionsparameter				
Schalleistungspegel $L_{WA,P}$ [dB(A)]				
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.			
	6 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	8,35 ms <sup>-1</sup>
1	100,8 dB(A)	102,0 dB(A)	102,9 dB(A)	103,0 dB(A)
2	101,5 dB(A)	102,7 dB(A)	103,6 dB(A)	103,7 dB(A)
3	101,8 dB(A)	102,8 dB(A)	103,2 dB(A)	103,2 dB(A)
Mittelwert $L_w$	101,4 dB(A)	102,5 dB(A)	103,2 dB(A)	103,3 dB(A)
Standardabweichung s	0,51	0,44	0,35	0,36
Gesamtstandardabweichung ( $\sigma_R = 0.5$ dB)	0,83 dB	0,77 dB	0,71 dB	0,71 dB
$K_{50\%}$	1,1 dB	1,0 dB	0,9 dB	0,9 dB

Tonzuschlag $K_{TN}$ *				
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.			
	6 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	$V_{10,95\%P_{Nenn}}$
1	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz
2	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	1 dB bei 106 Hz	0 dB bei - Hz
3	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Impulszuschlag $K_{IN}$				
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.			
	6 $ms^{-1}$	7 $ms^{-1}$	8 $ms^{-1}$	$V_{10,95\%P_{10min}}$
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB

Terz- und Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8,35 ms^{-1}$ in dB(A)															
Frequenz	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
$L_{WA,P}$	53,8	58,3	62,8	66,4	70,4	74,1	77,7	81,2	83,5	89,2	90,1	89,4	91,8	92,2	93
$L_{WA,P}$	64,5			76,1				86,2				94,4		97,1	
Frequenz	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	92,3	91,3	91,7	89,9	90,8	90,9	91,6	91,5	90,5	87,8	85,5	82,5	76,2	70,5	67,4
$L_{WA,P}$	96,6			95,3				96,0				90,6		77,7	

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: \* Es wird darauf hingewiesen, daß die Werte für die Tonhaltigkeit nicht ausschließlich bei der Nabenhöhe  $h_N = 80$  m bestimmt wurden und so nicht unmittelbar auf umgerechnete Nabenhöhen übertragbar sind.

Ausgestellt durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen



Datum: 20.05.2005

- /1/ FÖRDERGESELLSCHAFT WINDENERGIE E.V. (FGW): *Technische Richtlinien für Windenergieanlagen*. Rev. 15 Stand 01.01.2004. Kiel (D)
- /2/ *Wind turbines - Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values of wind turbines*. IEC 61400-14 Ed. 1 (CDV),2004



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfvesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

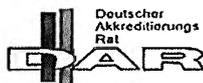
## Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten						
Hersteller	NORDEX Energy GmbH Bornbarch 2 D-22848 Norderstedt			Anlagenbezeichnung	NORDEX N90	
				Nennleistung	2300 kW	
				Nabenhöhe	100 m	
				Rotordurchmesser	90 m	
	Messung Nr.					
	1	2	3			
Seriennummer	8098	8107	8127			
Standort	Gut Losten, WEA 4	Gut Losten, WEA 3	Schliekum, WEA 5			
Vermessene Nabenhöhe	80 m	80 m	100 m			
Meßinstitut	WIND-consult	WIND-consult	WINDTEST KWK			
Meßbericht	WICO 063SE204/01	WICO 274SE604/01	WT 3989/05			
Berichtsdatum	10.05.2004	09.12.2004	14.02.2005			
Getriebetyp	CPNHZ-244	PZAB 3450	CPNHZ-244			
Generatortyp	JFWA-560MQ-06A	JFWA-560MQ-06A	JFWA-560MQ-06A			
Rotorblatt	LM 43.8 P	LM 43.8 P	LM 43.8 P			

Schallemissionsparameter				
Schalleistungspegel $L_{WA,P}$ [dB(A)]				
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.			
	6 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	8,11 ms <sup>-1</sup>
1	101,0 dB(A)	102,2 dB(A)	103,0 dB(A)	103,0 dB(A)
2	101,7 dB(A)	102,9 dB(A)	103,7 dB(A)	103,7 dB(A)
3	102,0 dB(A)	102,9 dB(A)	103,2 dB(A)	103,2 dB(A)
Mittelwert $L_w$	101,6 dB(A)	102,7 dB(A)	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)
Standardabweichung $s$	0,51	0,40	0,36	0,36
Gesamtstandardabweichung ( $\sigma_R = 0,5$ dB)	0,83 dB	0,74 dB	0,71 dB	0,71 dB
$K_{90\%}$	1,1 dB	1,0 dB	0,9 dB	0,9 dB

Tonzuschlag $K_{TN}$ *				
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.			
	6 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	$V_{10,95\%P_{10min}}$
1	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz
2	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	1 dB bei 106 Hz	0 dB bei - Hz
3	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz	0 dB bei - Hz



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Impulszuschlag $K_{IR}$				
Messung Nr.	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m ü.G.			
	6 ms <sup>-1</sup>	7 ms <sup>-1</sup>	8 ms <sup>-1</sup>	$V_{10,95\%P_{Henn}}$
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB

Terz- und Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8,11 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A)															
Frequenz	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
$L_{WA,P}$	53,8	58,3	62,8	66,4	70,4	74,1	77,7	81,2	83,5	89,2	90,1	89,4	91,8	92,2	93
$L_{WA,P}$	64,5		76,1			86,2			94,4			97,1			
Frequenz	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P}$	92,3	91,3	91,7	89,9	90,8	90,9	91,6	91,5	90,5	87,8	85,5	82,5	76,2	70,5	67,4
$L_{WA,P}$	96,6			95,3			96,0			90,6			77,7		

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: \* Es wird darauf hingewiesen, daß die Werte für die Tonhaltigkeit nicht ausschließlich bei der Nabenhöhe  $h_N = 100 \text{ m}$  bestimmt wurden und so nicht unmittelbar auf umgerechnete Nabenhöhen übertragbar sind.

Ausgestellt durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen



Datum: 18.12.2004

- /1/ FÖRDERGESELLSCHAFT WINDENERGIE E.V. (FGW): Technische Richtlinien für Windenergieanlagen. Rev. 15 Stand 01.01.2004. Kiel (D)
- /2/ Wind turbines - Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values of wind turbines. IEC 61400-14 Ed. 1 (CDV), 2004



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



## Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 3 von 5

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8900 Randers Denmark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	V90-2MW 2,0 MW 95 90
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	V 18864	V 19702	V 19697
Standort	Schönhagen, Landkreis Prignitz, Deutschland	Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland	Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland
Vermessene Nabenhöhe (m)	105	105	105
Messinstitut	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH
Prüfbericht	WT 4126/05	WT 4846/06	WT 5308/06
Datum des Prüfberichts	2005-04-12	2006-02-06	2006-10-12
Getriebetyp	Metso PLH1400V90	Metso PLH1400V90	Hansen EH 802 CN 21-BN-112.83
Generatortyp	ABB AMK 500L4A BAYHA	ABB AMK 500L4A BAYHA	Weier DVSG 500/4MST
Rotorblatttyp	Vestas 44 m	Vestas 44 m	Vestas 44 m
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3	4	5

Schallemissionsparameter: Messwerte (berechnete Leistungskurve vom Hersteller bereitgestellt)					
Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB(A)]: auf Basis der Nabenhöhenumrechnungen WT 5611/07, WT 5315/06 und WT 5613/07					
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	102,5	103,2	102,7	101,8	101,6
2	102,3	103,6	103,8	-	-
3	102,6	103,4	102,9	101,8	100,9
4					
Mittelwert $\bar{L}_W$ [dB(A)]	102,5	103,4	103,1	101,8	101,3
Standard- Abweichung s [dB(A)]	0,2	0,2	0,6	0,0	0,5
K nach /2/ $\sigma_R = 0,5$ dB /3/ [dB(A)]	1,0	1,0	1,5	1,0	1,4

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 17, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel

/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03

/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5633/07: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



# Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 5 von 5

## Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag  $K_{TN}$  in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz
2	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz
3	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz
4					

Impulszuschlag  $K_{IN}$  in dB:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0	0	0	-	-
2	0	0	0	-	-
3	0	0	0	0	0
4					

Terz- Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt  $v_{10L_{WA,max}}$  in dB(A)

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,max}$	77,0	79,7	82,2	84,1	85,7	86,4	87,5	89,2	90,0	90,2	92,3	92,3
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,max}$	93,3	93,6	93,7	92,6	91,7	90,6	90,1	89,7	87,3	82,3	75,4	67,6

Oktav- Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt  $v_{10L_{WA,max}}$  in dB(A)

Frequenz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA,max}$		84,8	90,2	93,7	96,4	98,2	96,4	93,9	83,2			

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

Bemerkungen:

Ausgestellt durch: WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH  
Sommerdeich 14 b  
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2007-03-07



Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



DAP-PL-1556.00

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5633/07: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



## Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 4 von 5

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8900 Randers Denmark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	V90-2MW 2,0 MW 105 90
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1		2
Seriennummer	V 18864		V 19702
Standort	Schönhagen, Landkreis Prignitz, Deutschland		Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland
Vermessene Nabenhöhe (m)	105		105
Messinstitut	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH		WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH
Prüfbericht	WT 4126/05		WT 4846/06
Datum des Prüfberichts	2005-04-12		2006-02-06
Getriebetyp	Metso PLH1400V90		Metso PLH1400V90
Generatortyp	ABB AMK 500L4A BAYHA		ABB AMK 500L4A BAYHA
Rotorblatttyp	Vestas 44 m		Vestas 44 m
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3		4
Seriennummer	V 19697		
Standort	Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland		
Vermessene Nabenhöhe (m)	105		
Messinstitut	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH		
Prüfbericht	WT 5308/06		
Datum des Prüfberichts	2006-10-12		
Getriebetyp	Hansen EH 802 CN 21-BN-112.83		
Generatortyp	Weier DVSG 500/4MST		
Rotorblatttyp	Vestas 44 m		

Schallemissionsparameter: Messwerte (berechnete Leistungskurve vom Hersteller bereitgestellt)						
Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB(A)]: auf Basis der Nabenhöhenumrechnungen WT 5611/07, WT 5315/06 und WT 5613/07						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	102,6	103,2	102,6	101,8	101,7	
2	102,4	103,6	103,9	-	-	
3	102,7	103,4	102,8	101,7	100,9	
4						
Mittelwert $\bar{L}_W$ [dB(A)]	102,6	103,4	103,1	101,8	101,3	
Standard- Abweichung s [dB(A)]	0,2	0,2	0,7	0,1	0,6	
K nach /2/ $\sigma_R = 0,5$ dB /3/ [dB(A)]	1,0	1,0	1,6	1,0	1,5	

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 17, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel

/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03

/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5633/07: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



# Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 5 von 5

## Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag  $K_{TN}$  in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz
2	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz
3	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz
4					

## Impulszuschlag $K_{IN}$ in dB:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0	0	0	-	-
2	0	0	0	-	-
3	0	0	0	0	0
4					

## Terz- Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt $v_{10L_{WA,max}}$ in dB(A)

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,max}$	77,0	79,7	82,2	84,1	85,7	86,4	87,5	89,2	90,0	90,2	92,3	92,3
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,max}$	93,3	93,6	93,7	92,6	91,7	90,6	90,1	89,7	87,3	82,3	75,4	67,6

## Oktav- Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt $v_{10L_{WA,max}}$ in dB(A)

Frequenz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA,max}$		84,8	90,2	93,7	96,4	98,2	96,4	93,9	83,2			

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

Bemerkungen:

Ausgestellt durch: WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH  
Sommerdeich 14 b  
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2007-03-07



Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5633/07: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



## Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 4 von 5

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8900 Randers Denmark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	V90-2MW 2,0 MW 105 90
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	V 18864	V 19697	V 19697
Standort	Schönhagen, Landkreis Prignitz, Deutschland	Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland	Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland
Vermessene Nabenhöhe (m)	105	105	105
Messinstitut	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH
Prüfbericht	WT 4144/05	WT 5312/06	WT 5312/06
Datum des Prüfberichts	2005-04-12	2006-10-12	2006-10-12
Getriebetyp	Metso PLH1400V90	Hansen EH 802 CN 21-BN-112.83	Hansen EH 802 CN 21-BN-112.83
Generatortyp	ABB AMK 500L4A BAYHA	Weier DVSG 500/4MST	Weier DVSG 500/4MST
Rotorblatttyp	Vestas 44 m	Vestas 44 m	Vestas 44 m
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3	4	5
Seriennummer	V 20600		
Standort	Wallenhorst, Kreis Osnabrück, Deutschland		
Vermessene Nabenhöhe (m)	105		
Messinstitut	Kötter Consulting Engineers		
Prüfbericht	29093-1.006		
Datum des Prüfberichts	2007-01-24		
Getriebetyp	Hansen EH 802 CN 21-BN-112.83		
Generatortyp	Weier DVSG 500/4MSP		
Rotorblatttyp	Vestas 44 m		

### Schallemissionsparameter: Messwerte (berechnete Leistungskurve vom Hersteller bereitgestellt)

Schalleistungspegel  $L_{WA,k}$  [dB(A)]: auf Basis der Nabenhöhenumrechnungen WT 4703/05, WT 5619/07 und Kötter 29093-2.001

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	98,5	100,0	100,7	101,0	101,4
2	98,9	99,4	99,8	100,0	100,1
3	99,0	99,6	99,8	99,6	99,2
4					
Mittelwert $\bar{L}_{TW}$ [dB(A)]	98,8	99,7	100,1	100,2	100,2
Standard- Abweichung s [dB(A)]	0,3	0,3	0,5	0,7	1,1
K nach /2/ $\sigma_R = 0,5$ dB /3/ [dB(A)]	1,1	1,1	1,4	1,7	2,3

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 17,

Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel

/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03

/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5637/07: Bestimmung der Schalleistungspegel  
einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen  
bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



# Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 5 von 5

## Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag  $K_{TN}$  in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz
2	1 2506 Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz
3	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz
4					

Impulszuschlag  $K_{IN}$  in dB:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0	0	0	-	-
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4					

Terz- Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt  $v_{10L_{WA,max}}$  in dB(A)

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,max}$	77,6	79,5	82,2	84,1	84,6	84,8	86,0	86,4	87,3	87,1	88,9	88,5
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,max}$	88,8	89,6	90,0	90,0	88,5	88,1	86,4	84,4	80,9	75,4	70,3	66,0

Oktav- Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt  $v_{10L_{WA,max}}$  in dB(A)

Frequenz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA,max}$		85,0	89,3	91,5	93,0	94,3	93,8	89,4	77,1			

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

Bemerkungen:

Ausgestellt durch: WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH  
Sommerdeich 14 b  
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2007-03-07

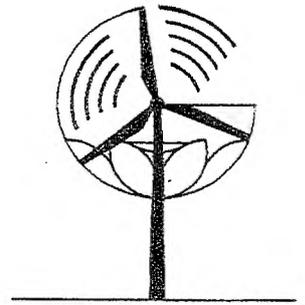


Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5637/07: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 2) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



## Schalltechnisches Gutachten zur Windenergieanlage des Typs REpower MD 77, Nabenhöhe 85 m, im schallreduzierten Betrieb (1300 kW)

REpower Dokumenten-Nummer	Rev.
D-1.2-VM.5M.03 - F	B
Freigabe	Datum
TR	28.08.2003

Messung 28.10.2002

Vollständiger Bericht

16.07.03

### SE02018B3

Dieser Bericht ersetzt den früheren Bericht SE02018B2 vom 28.11.02

Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem  
Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde  
aufgeführten Prüfverfahren.



DPT-P-03.175-00-97-00

# WINDTEST

## Grevenbroich GmbH

### Schalltechnisches Gutachten zur Windenergieanlage des Typs REpower MD 77, Nabenhöhe 85 m, im schallreduzierten Betrieb (1300 kW)

Bericht SE02018B3

<b>Standort bzw. Messort:</b>	Linnich bei Heinsberg, Ser.-Nr. 70.076
-------------------------------	--

<b>Auftraggeber:</b>	REpower Systems AG Hollesenstr. 15 24768 Rendsburg
----------------------	--

<b>Auftragnehmer:</b>	WINDTEST Grevenbroich GmbH Frimmersdorfer Str. 73 41517 Grevenbroich
-----------------------	--

<b>Datum der Auftragserteilung:</b>	21.05.02		<b>Auftragsnummer</b>	020049 06
-------------------------------------	----------	--	-----------------------	-----------

Bearbeiter

Geprüft

Grevenbroich, 16.07.03

Dieser Bericht darf teilweise oder ganz nur mit schriftlicher Zustimmung der WINDTEST Grevenbroich GmbH vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 36 Seiten inkl. der Anlagen.



<b>1</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG</b> .....	<b>4</b>
	2.1 Messverfahren.....	4
	2.2 Messobjekt .....	4
	2.2.1 Zu berücksichtigende Geräuschquellen .....	4
	2.3 Messort.....	5
	2.4 Messaufbau .....	5
	2.5 Messablauf .....	7
	2.6 Meteorologische Bedingungen .....	7
<b>3</b>	<b>MESSERGEBNISSE</b> .....	<b>7</b>
	3.1 Richtcharakteristik.....	7
	3.2 Subjektives Geräuschempfinden .....	7
	3.3 Schalldruckpegel .....	8
	3.4 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel.....	10
	3.5 Impulshaltigkeitsanalyse .....	11
	3.6 Pegel von Einzelereignissen .....	12
	3.7 Tonhaltigkeitsanalyse.....	12
	3.7.1 Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse.....	12
	3.8 Messunsicherheit.....	14
	3.8.1 Messunsicherheit Typ A .....	14
	3.8.2 Messunsicherheiten Typ B.....	14
	3.8.3 Abschätzung der Messunsicherheit $U_c$ .....	14
<b>4</b>	<b>UMRECHNUNG DES SCHALLLEISTUNGSPEGELS AUF ANDERE NABENHÖHEN</b> .....	<b>15</b>
	4.1 Grundlagen.....	15
	4.2 Verfahren .....	15
	4.2.1 Bestimmung des Anstiegs $a$ .....	15
	4.2.2 Bestimmung der Schalleistungspegeländerung $\Delta L_{WA}$ .....	16
	4.2.3 Schalleistungspegel bei den neuen Nabenhöhen .....	16
<b>5</b>	<b>TIEFFREQUENTER SCHALL</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>21</b>



## 1 Aufgabenstellung

Die WINDTEST Grevenbroich GmbH (WINDTEST) wurde am 21.05.02 von der REpower Systems AG beauftragt:

- die charakteristische Geräuschabstrahlung der WEA MD 77 mit einer Nabenhöhe von  $H = 85$  m inkl. Fundament mit Standort Linnich bei Heinsberg, Ser.-Nr. 70.076 nach Technischer Richtlinie (FGW 13) im schallreduzierten Betrieb (1300 kW) und zusätzlich Terzspektren im tieffrequenten Bereich (8 Hz bis 100 Hz) zu erfassen.

## 2 Durchführung der Messung

### 2.1 Messverfahren

Die Mess- und Beurteilungsmethoden basieren auf den Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen /1/ Revision 13, Stand 1.1.2000, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“. Gemäß dieser Richtlinie ist die schalltechnische Vermessung einer Windenergieanlage (WEA) auf der Grundlage des Messverfahrens nach DIN EN 61400 -11 /2/ und die objektive Ermittlung des Ton- und Impulzuschlages nach den Normen E DIN 45681 /4/ bzw. DIN 45645-1 /3/ durchzuführen. Die Ermittlung des Tonzuschlages wird unter Verwendung der Anhänge A und B der Technischen Richtlinie FGW (/1/) nach der L 70%-Methode durchgeführt.

Angegeben werden der immissionsrelevante Schalleistungspegel sowie die Ton- und Impulshaltigkeit im Nahfeld der WEA im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe (bzw. bis zu 95 % der Nennleistung, sofern diese unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht wird).

### 2.2 Messobjekt

Beim zu vermessenden Objekt handelt es sich um eine im Dauerbetrieb betriebene Windenergieanlage (WEA) des Typs MD 77.

#### 2.2.1 Zu berücksichtigende Geräuschquellen

Akustisch betrachtet setzt sich eine WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Zu nennen sind hier z. B. Komponenten wie Generator, Getriebe, Hydraulikpumpen, Transformatoren und Umrichter, welche sowohl über die Öffnungen in der Gondel und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen. Diese Geräusche können tonhaltig sein.



Aerodynamisch bedingte Geräusche verursacht durch die Rotation der Rotorblätter stellen die zweite wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen abhängig.

Die vermessene WEA weist die in der Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

Tabelle 1: Technische Daten der Windenergieanlage

Hersteller	REpower Systems AG
WEA-Typ	MD 77
Seriennummer	70.076
Standort	Linnich bei Heinsberg, Ser.-Nr. 70.076
Nennleistung [kW]	1300 (1500)
Leistungsregelung	pitch
Nabenhöhe über Grund [m]	85 m
Turmbauart	Rohr
Anordnung Rotorblätter zum Turm	Luv
Anzahl der Rotorblätter	3
Rotordurchmesser [m]	77
Blatt-Typ	LM 37,3
Generatordrehzahl	1000-1800 min <sup>-1</sup>
Getriebehersteller	Eickhoff
Getriebe-Typ	G45260X/A CPNHZ-197
Generatorhersteller	Loher
Generator-Typ	JFRA-580

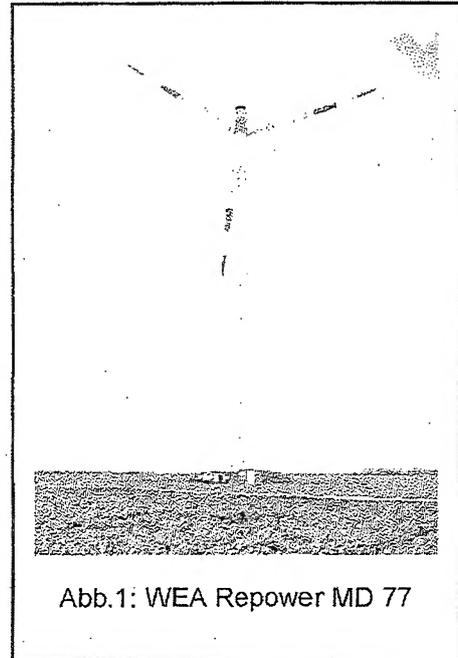


Abb.1: WEA Repower MD 77

## 2.3 Messort

Die WEA befand sich zum Zeitpunkt der Messung mit weiteren WEA am Standort Linnich bei Heinsberg, Ser.-Nr. 70.076. Die Umgebung der WEA wird landwirtschaftlich genutzt und war zum Zeitpunkt der Messung teilweise mit Rüben bzw. Kartoffeln bestellt.

## 2.4 Messaufbau

Die Anordnung der Messpunkte wurde gemäß /2/ gewählt. Die Messung der Schallemissionen am Referenzpunkt wurde mit einem Mikrofon auf einer schallharten Platte mit einem Radius von 1 m in einem Abstand zum Turmmittelpunkt der WEA von  $R_{0, \text{gewählt}} = 100 \text{ m}$  durchgeführt. Der Referenzpunkt war in Mitwindrichtung zur WEA angeordnet.

$$R_0 = H + D/2 \pm 20\%$$

(H: Nabenhöhe; D: Rotordurchmesser)



Der Schalldruckpegel (Betriebsgeräusch BG und Hintergrundgeräusch HG) wurde mit Hilfe eines Mikrofons und eines Schalldruckpegelmessers aufgezeichnet und für nachträgliche Analysen zeitgleich mit einem DAT-Recorder aufgenommen.

Die eingespeiste Wirkleistung der WEA wurde mit einem Leistungsmessumformer dreiphasig (3 x Strom, 3 x Spannung) erfasst, in ein proportionales analoges Signal umgewandelt und mit Hilfe eines Analog-Digitalwandlers auf der Festplatte eines Mess-PCs gespeichert.

Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe wurden von einem Anemometer und einer Windfahne im Abstand von 80 m zur WEA luvseitig erfasst, digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Mess-PCs gespeichert.

Die Erfassung der meteorologischen, akustischen und elektrischen Signale wurde mit Hilfe einer Funkuhr (DCF77) synchronisiert.

Die verwendeten Messgeräte zur Erfassung aller Signale sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Um eine einwandfreie Daten- und Messsicherheit zu gewährleisten, werden alle Messgeräte in den in /2/ genannten Abständen geprüft.

Die gesamte akustische Messkette wurde mit einer Prüfschallquelle vor und nach der Messung kalibriert.

Tabelle 2: Messgeräte

Gerätebezeichnung	Hersteller / Serien.-Nr.	Kalibriert bis	WT-Nummer
Mikrofon A	Norsonic, Type-No.: 1201	31.12.02	WTGMT 033/2
Universalschallpegelmesser MPA	Norsonic 110, Serial-No.: 19604	31.12.02	WTGMT033/1
TCM-D10 DAT Rekorder	Sony, Serial-No.: 2667362		WTGMT044
Kalibrator (94 dB)	Norsonic, Type-No.: 4231	30.03.03	WTGMT269
Zangenstromwandler I	Ch. Arnoux, Serial-No.: 20080-16		WTGMT178
Zangenstromwandler II	Ch. Arnoux, Serial-No.: 20080-15		WTGMT179
Zangenstromwandler III	Ch. Arnoux, Serial-No.: 20080-7		WTGMT180
Anemometer	Friedrichs, Typ 4033.1100x, Ser.-Nr. 9457	30.10.02	WTGMT080/4
Windfahne	Friedrichs, Typ 4121.1000.0R, Ser.-Nr. 9068		WTGMT127
Messumformer	Weidmüller, Type-No.: 828 032		WTGMT093
µ-MUSYCS	Imc, Serial-No.: 97030393		WTGMT007
Notebook, Workey 1300	SN: XE824318703		WTGMT249
Online-software µ-Musyacs	IMC		
Frame	IMC		
Online-Frame	IMC		
Famos Version 3.1 Rev. 7	IMC		



## 2.5 Messablauf

Die Messung wurde am 28.10.2002 in der Zeit zwischen 13<sup>00</sup> Uhr und 16<sup>00</sup> Uhr durchgeführt. Für die Messung der Schallemissionen wurde die benachbarten WEA 70.075 MD 77 außer Betrieb gesetzt. Die während der Messung in 10 m Höhe aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen in einem Bereich zwischen 5 m/s und 9 m/s (1-min-Mittelwerte). Die abgegebene Wirkleistung der WEA lag zwischen 500 kW und 1.300 kW (1-min-Mittelwerte). Während der Messungen des Betriebsgeräusches lief die WEA im Dauerbetrieb.

Bei der Messung wurden parallel der Schalldruckpegel, die elektrische Wirkleistung, die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe und die Windrichtung gemessen und aufgezeichnet.

Störgeräusche, die während der Messung auftraten (z. B. Autoverkehr, landwirtschaftlicher Verkehr, Flugverkehr), wurden während der Messung gekennzeichnet und für die Ermittlung der Schallemissionswerte (Betrieb und Hintergrund) ausgeschlossen.

## 2.6 Meteorologische Bedingungen

Die meteorologischen Bedingungen wurden innerhalb der Messzeit mehrmals abgelesen und notiert. Es herrschten die in Tabelle 3 dargestellten meteorologischen Bedingungen.

*Tabelle 3: Meteorologische Bedingungen während der Messzeit (Mittelwerte)*

Bewölkung	wolkig
Luftdruck	1.008 hPa
Lufttemperatur	14 °C
rel. Feuchte	59 %

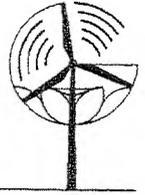
## 3 Messergebnisse

### 3.1 Richtcharakteristik

Es wurde keine ausgeprägte Richtcharakteristik für die WEA MD 77 festgestellt.

### 3.2 Subjektives Geräuschempfinden

Im Nahbereich der WEA war subjektiv kein Ton wahrnehmbar. Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Das Anlagengeräusch ist als unauffällig einzustufen.

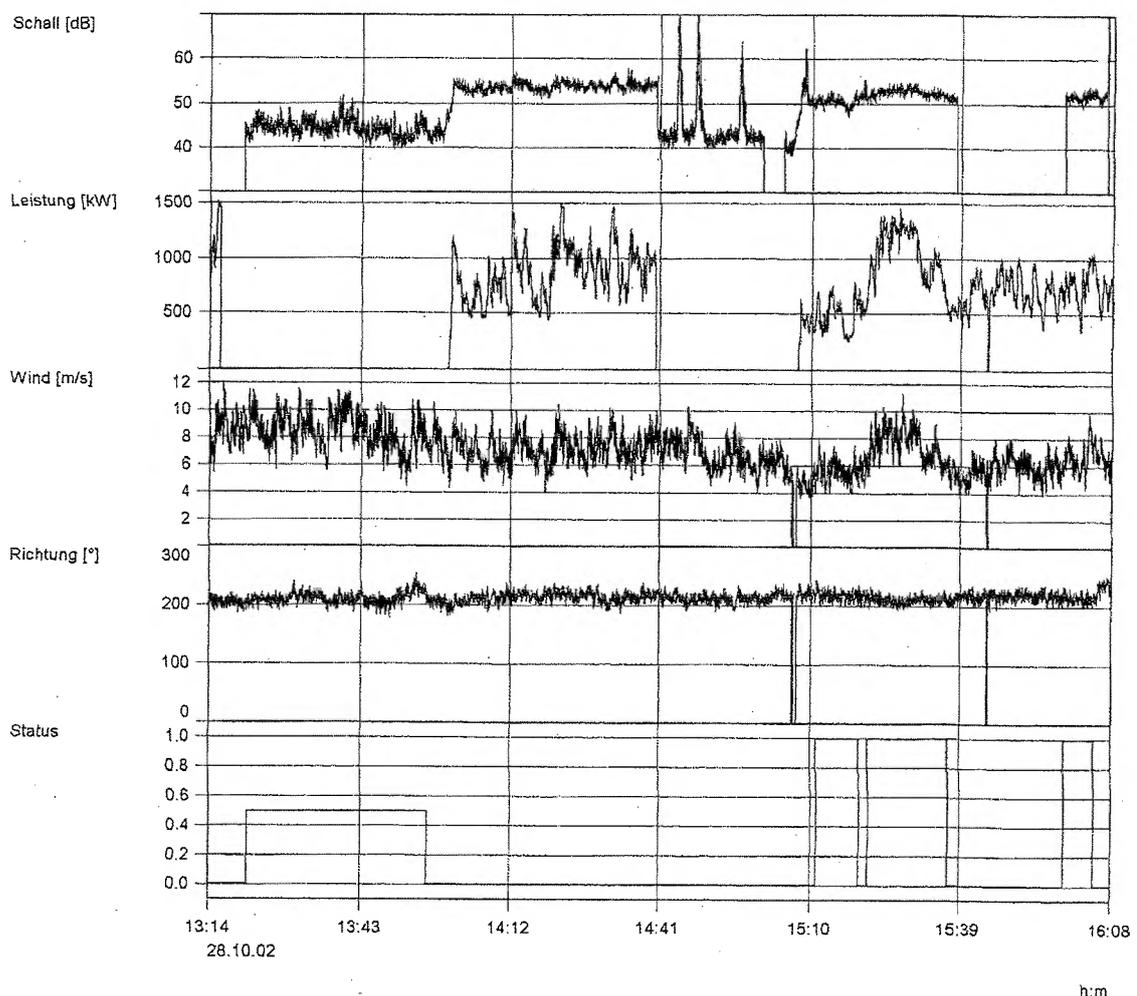


### 3.3 Schalldruckpegel

Zur Analyse der charakteristischen Schallwerte bei den verschiedenen Windgeschwindigkeiten wurden die gemessenen Schalldruckwerte, Leistungswerte und Windgeschwindigkeiten des Messzeitraums nach Status unterschieden und analysiert.

Es wurde unterschieden zwischen Zeiträumen Anlagenbetrieb (Betriebsgeräusche BG, Status = 1) und Anlagenstillstand (Hintergrundgeräusche HG, Status = 0,5). Status = 0 bedeutet, dass die Geräuschdaten aufgrund von Störgeräuschen nicht für die Auswertung herangezogen werden dürfen (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Messwerte



Aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Werte wurden je nach Status die Leistung, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Schalldruckpegel gefiltert. Das arithmetische Mittel der Windgeschwindigkeit und der Leistung sowie das energetische Mittel der Schalldruckpegel über jeweils 60 s waren Grundlage zur Ermittlung der Regressionen für die Schalldruckpegel Betrieb und Hintergrund (vgl. Abb. 3 bis 4).

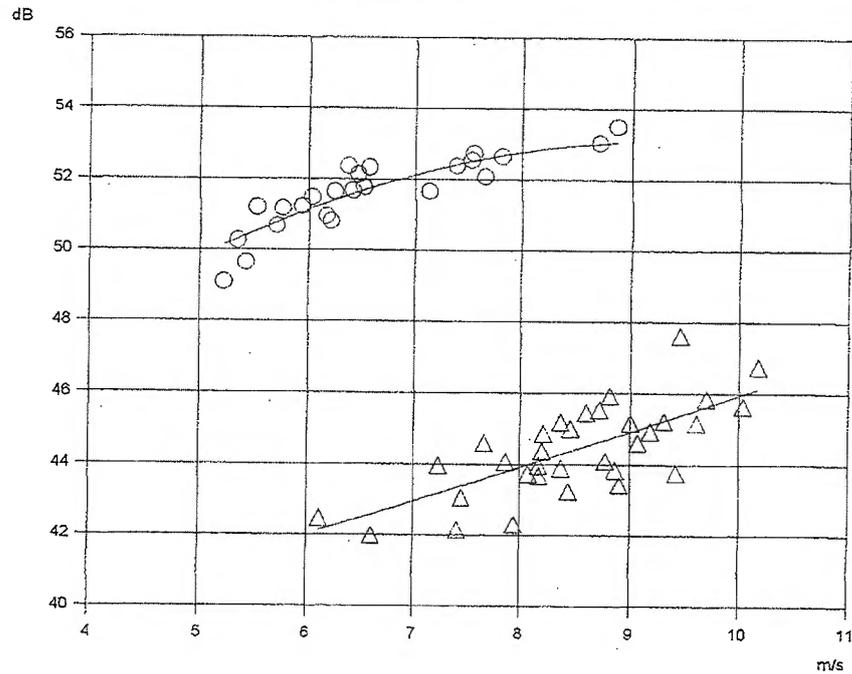


Abb 3: Schalldruckpegel über gemessene Windgeschwindigkeit Betrieb O und Hintergrund Δ  
 Regression Schalldruckpegel Betrieb O:  $38,2 + 3,158 \cdot X - 0,1674 \cdot X^2$  [dB(A)]  
 Regression Schalldruckpegel Hintergrund Δ:  $37,2 + 0,689 \cdot X + 0,0183 \cdot X^2$  [dB(A)]

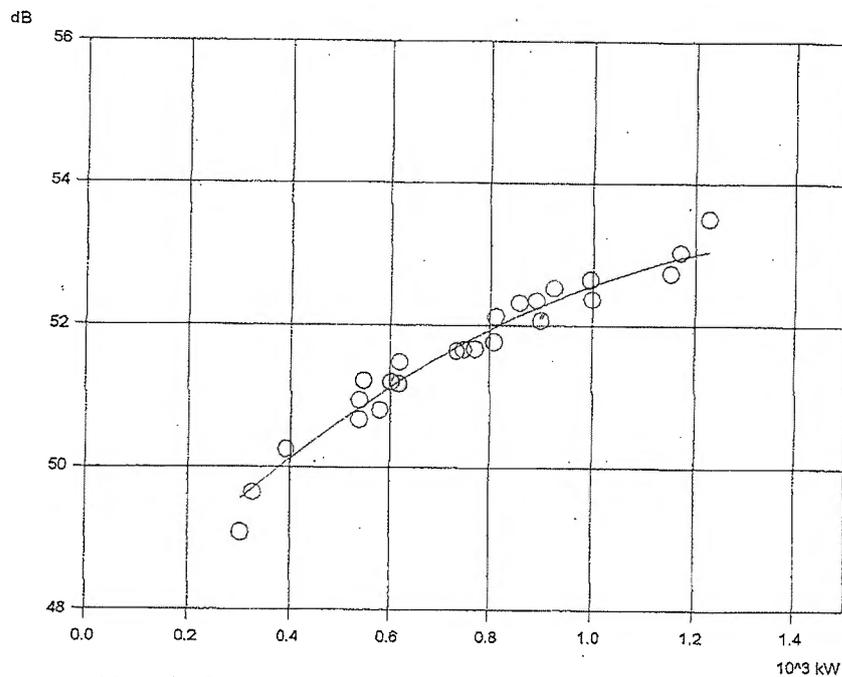


Abb. 4: Schalldruckpegel über elektrischer Leistung  
 Regression Schalldruckpegel Betrieb O:  $47,5 + 0,0073 \cdot X - 2,28 \cdot 10^{-6} \cdot X^2$  [dB(A)]



### 3.4 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Aus der gemessenen und bezüglich der Luftdichte korrigierten Wirkleistung wurde mit Hilfe der zu Grunde gelegten Leistungskurve (vgl. Anhang) und einem logarithmischen Ansatz für das Windgeschwindigkeitsprofil (Rauhigkeitslänge  $z_0=0,05$ ) auf die standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe geschlossen.

$$v_{p10} \Delta L = v_H \cdot \frac{\ln \frac{10}{z_0}}{\ln \frac{H}{z_0}}$$

$$z_0 = 0,05 \text{ m}, H = 85 \text{ m}$$

Aus der standardisierten Windgeschwindigkeit und der im Betrieb der WEA gemessenen Windgeschwindigkeit wurde der Korrekturfaktor  $k$  für die gemessene Hintergrundwindgeschwindigkeit bestimmt.

$$k = \frac{v_{p10}}{v_{mess,10}} \quad \text{und} \quad v_{mess,10,korr.} = k \cdot v_{mess,10}$$

Es wurde ein Korrekturfaktor  $k = 0,96$  zur Korrektur der gemessenen Hintergrundwindgeschwindigkeiten bestimmt. Daraus ergaben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Regressionen.

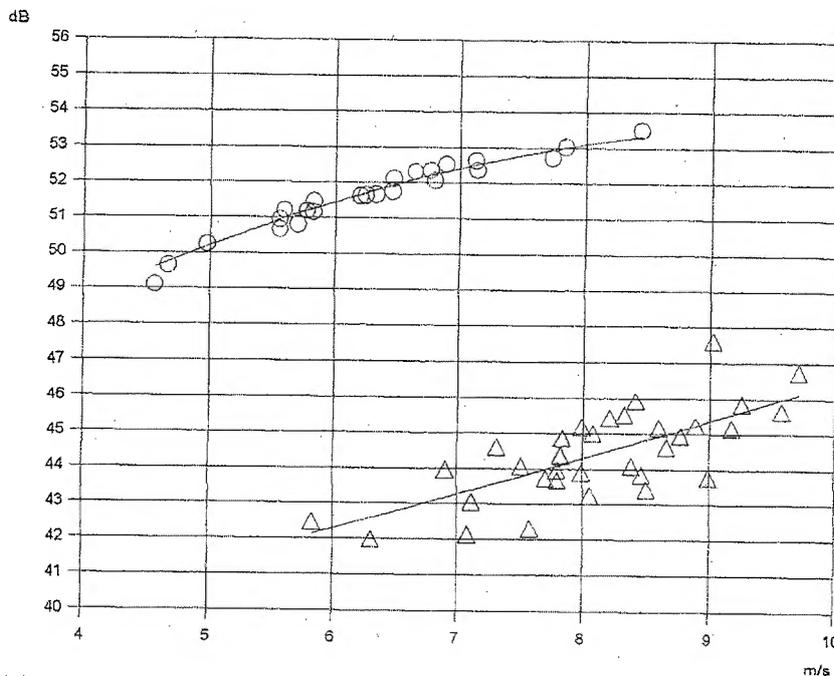


Abb. 5: Schalldruckpegel über standardisierte Windgeschwindigkeit  
 Regression Schalldruckpegel Betrieb  $\circ$ :  $39,9 + 2,77 * X - 0,1391 * X^2$  [dB(A)  
 Regression Schalldruckpegel Hintergrund  $\Delta$ :  $37,2 + 0,72 * X + 0,02009 * X^2$  [dB(A)]



Zwischen den Regressionsgleichungen Schalldruckpegel Betrieb und Schalldruckpegel Hintergrund über der standardisierten Windgeschwindigkeit wurde der Störabstand bestimmt und anschließend der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  für den Betrieb der WEA berechnet.

$$L_s = 10 \lg \left[ 10^{(0,1 * L_{r+n})} - 10^{(0,1 * L_n)} \right]$$

$$L_{Aeq,c} = L_s$$

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  wurde für die standardisierten Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 8,5 m/s in 10 m Höhe der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  der WEA berechnet.

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

$$R_i = \sqrt{(R_{0gew} + N_A)^2 + (H - h_A)^2}$$

$$R_{0gew} = 100 \text{ m}, N_A = 3,14 \text{ m}, H = 100 \text{ m}, h_A = 0 \text{ m}$$

Somit ergaben sich für die WEA MD 77 in der vorliegenden Konfiguration die in der Tab. 4 dargestellten immissionsrelevanten Schalleistungspegel.

Tabelle 4: Immissionsrelevanter Schalleistungspegel MD 77

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,5m/s <sup>(1)</sup>
Betrieb (BG, $L_{Aeq}$ /dB(A))	51,4	52,4	53,1	53,3
Hintergrund (HG, $L_{Aeq}$ /dB(A))	42,3	43,3	44,3	44,8
Abstand ( $\Delta L$ , $L_{Aeq}$ /dB(A))	9,14	9,17	8,82	8,50
$L_{Aeq,c}$ /dB(A)	50,9	51,9	52,5	52,7
LWA /dB(A)	98,4	99,4	100,0	100,2
P / kW	675	958	1187	1235

(1) = 95% Nennleistung

### 3.5 Impulshaltigkeitsanalyse

Die Impulshaltigkeit der Geräuschabstrahlung wurde nach /3/ für jedes Wind-BIN der standardisierten Windgeschwindigkeiten bestimmt. Die Differenz der mittleren Taktmaximalpegel ( $L_{AFTeq}$ , Taktdauer 5 s) und dem entsprechend gemittelten äquivalenten Dauerschallpegel ( $L_{Aeq}$ ) ergibt den Impulszuschlag  $K_i$ . Die technische Richtlinie /1/ empfiehlt, den Impulszuschlag  $K_i$  erst bei einem berechneten Wert von  $K_i > 2$  dB als ganzzahlig gerundeten Wert aufzuschlagen. Daraus resultiert der Impulszuschlag  $K_{IN}$  für diese WEA im Nahfeld (Tab. 5).

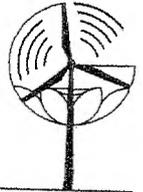


Tabelle 5: Impulshaltigkeit

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s
$L_{FTAmax} - L_{FTAeq}$	1,2	1,3	1,3
Impulzzuschlag $K_{IN}$	0	0	0

Hinweis: Es kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob an einem Immissionsort in größerer Entfernung eine erhöhte Störwirkung gegeben ist, die mit einem Zuschlag zu den jeweiligen Immissionspegeln zu berücksichtigen wäre.

### 3.6 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse – wie das Abschalten der Anlage - bei einer Windgeschwindigkeit von ca. 7 m/s in 10 m Höhe überschritten den Mittelungspegel nicht um mehr als 10 dB. Weitere Überschreitungen - Quietschen der Bremsen oder Fahren des Azimuth – wurden bei dieser Anlage nicht festgestellt.

### 3.7 Tonhaltigkeitsanalyse

Der Tonhaltigkeitszuschlag wird gemäß Technischer Richtlinie /1/ Anhang A und B, welche bezüglich der Tonhaltigkeit auf der E DIN 45681 /4/ aufbaut, im Nahfeld der WEA (hier eine Entfernung von  $R_{0,gewählt} = 100$  m) bestimmt.

**Verfahren:** Das auf Band aufgezeichnete Geräusch (Hintergrund und Betrieb) wird zur Bestimmung der Frequenzzusammensetzung mit 40 kHz unter Verwendung eines Antialiasing-Filters mit einer Grenzfrequenz von 10 kHz digitalisiert und einer Fastfourieranalyse (FFT) unterzogen.

Je BIN werden gemäß Technischer Richtlinie zwölf Aufnahmen mit einer Länge von je 10 s der FFT zu Grunde gelegt. Der Differenzpegel  $\Delta L$  für jeden 10 s-Abschnitt wird aus den Spektren (Frequenzabstand = 2 Hz) von je 20 0,5 s dauernden Zeitfenstern gemittelt. Nach energetischer Mittelung der zwölf Differenzpegel  $\Delta L$  wird ein Tonhaltigkeitszuschlag  $K_{TN}$  je BIN vergeben.

#### 3.7.1 Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse

Das von der MD 77 analysierte Betriebsgeräusch weist im Spektrum keine tonalen Komponenten auf, die nach Technischer Richtlinie mit Tonhaltigkeitszuschlägen  $K_{TN}$  für den Nahbereich der WEA zu bewerten sind. Die Ergebnisse der Analyse in den jeweiligen BIN's sind in der Tabelle 6 aufgeführt. Die größten  $\Delta L$  werden bei dieser WEA durch eine Tonkomponente bei  $f_T = 64 - 80$  Hz hervorgehoben. Nach /1/ sind diese Werte aufzuführen, und zu kennzeichnen. Sie führen auch bei  $\Delta L > 0$  nicht zu einem Zuschlag  $K_{TN}$ . Die Spektren und die Zwischenergebnisse zur Tonhaltigkeitsanalyse sind im Anhang 5 dargestellt.



Tabelle 6: Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse

	BIN6		BIN7		BIN8	
	$f_r$ [Hz]	$\Delta L$ [dB]	$f_r$ [Hz]	$\Delta L$ [dB]	$f_r$ [Hz]	$\Delta L$ [dB]
1	64	-17,16	80	2,72	80	2,19
2	68	-17,16	80	5,04	80	2,64
3	68	-17,16	78	4,2	78	5,12
4	62	-17,16	78	6,08	80	4,43
5	64	-0,06	78	3,2	82	-2,55
6	66	-4,06	78	4,35	80	2,47
7	76	-4,15	78	3,5	82	1,9
8	76	-4,66	78	3,4	80	1,14
9	76	-1,69	78	4,61	80	1,28
10	76	-4,76	78	5,38	82	-0,49
11	76	-4,83	78	4,07	82	2,65
12	76	-4,09	78	4,96	80	1,31
Energ. Mittel [dB]		-4,87		4,40*		2,24*
$K_{TN}$ [dB]		0		0*		0*

\* Signifikante Töne unter 100 Hz werden nach /1/ zwar dargestellt, aber nicht mit einem Tonzuschlag bewertet.



### 3.8 Messunsicherheit

#### 3.8.1 Messunsicherheit Typ A

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bei einer Windgeschwindigkeit von 7,0 m/s in 10 m Höhe bestimmt.

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (L_{Aeq, mess(7m/s)} - L_{Aeq, regr(7m/s)})^2}{N - 2}}$$

$$U_A = 0,29 \text{ dB}$$

#### 3.8.2 Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten des Typs B wurden nach Tabelle 7 abgeschätzt.

Tabelle 7: Messunsicherheiten Typ B

	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler $U_a = \frac{a}{\sqrt{3}}$
Akustischer Kalibrator $U_{B1}$	$\pm 0.3 \text{ dB}$	0.17 dB
Schallpegelmesser $U_{B2}$	$\pm 0.3 \text{ dB}$	0.17 dB
Schallharte Platte $U_{B3}$	$\pm 0.5 \text{ dB}$	0.29 dB
Messabstand $U_{B4}$	$\pm 0.1 \text{ dB}$	0.06 dB
Luftimpedanz $U_{B5}$	$\pm 0.2 \text{ dB}$	0.12 dB
Turbulenz $U_{B6}$	$\pm 0.7 \text{ dB}$	0.40 dB
Windgeschwindigkeit $U_{B7}$	$\pm 0.5 \text{ dB}$	0.29 dB
Hintergrund $U_{B8}$	$\pm 0.5 \text{ dB}$	0.29 dB

#### 3.8.3 Abschätzung der Messunsicherheit $U_c$

Aus der berechneten Messunsicherheit des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typ B ergibt sich nach /2/ die kombinierte Gesamtmessunsicherheit  $U_c$ :

$$U_c = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2}$$

$$U_c = 0,8 \text{ dB}$$



## 4 Umrechnung des Schalleistungspegels auf andere Nabenhöhen

### 4.1 Grundlagen

Die Umrechnung wird gemäß Technischer Richtlinie /1/ durchgeführt. Danach ergibt sich die Änderung des Schalleistungspegels nach den Gleichungen

$$L_{WA,neu} = L_{WA,vermessen} + \Delta L_{WA}$$

$$\Delta L_{WA} = \alpha \cdot v_{p10} \cdot \left( \frac{\ln(H_{neu} / z_0)}{\ln(H_{vermessen} / z_0)} - 1 \right)$$

**Hinweis:** Es kann keine Aussage über merkliche Änderung der Tonhaltigkeit oder Impulshaltigkeit bei der neuen Nabenhöhe getroffen werden, da keine Messergebnisse vorliegen.

### 4.2 Verfahren

1. Aus den vorliegenden Schalleistungspegeln wird auf die Schalleistungspegel an den Stützstellen 5,5 m/s, 6,5 m/s, 7,5 m/s, 8,5 m/s, 9,5 m/s und 10,5 m/s geschlossen und der Anstieg  $\alpha$  für die Windgeschwindigkeiten 6 m/s, 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s und 10 m/s bestimmt. Werden 95% der Nennleistung bei einer Windgeschwindigkeit unterhalb 10 m/s in 10 m Höhe erreicht, wird die Berechnung bis zu diesem Wert durchgeführt.
2. Aus dem Anstieg  $\alpha$  wird mit Hilfe des logarithmischen Ansatzes für die geänderte Nabenhöhe die Änderung des Schalleistungspegels  $\Delta L_{WA}$  berechnet.

#### 4.2.1 Bestimmung des Anstiegs $\alpha$

Tabelle 8: Schalleistungspegel gemessen

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,5 m/s <sup>1)</sup>
$L_{WA}$ / dB(A), $H_{vermessen} = 85$ m	98,4	99,4	100,0	100,2
P / kW	675	958	1187	1235

<sup>1)</sup> 95% Nennleistung

Tabelle 9: Schalleistungspegel an den Stützstellen

	5,5 m/s	6,5 m/s	7,5 m/s	8,5 m/s
$L_{WA}$ / dB(A)	97,8	98,9	99,7	100,2



Tabelle 10: Anstieg des Schalleistungspegels zwischen den Stützstellen

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s
a / dB(A)	1,12	0,80	0,47

#### 4.2.2 Bestimmung der Schalleistungspegeländerung $\Delta L_{WA}$

Tabelle 11: Änderung des Schalleistungspegels für die neuen Nabenhöhen

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	95% P <sub>Nenn</sub>
$\Delta L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 61,5 \text{ m}$	-0,29	-0,24	-0,16	0,0
$\Delta L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 90 \text{ m}$	0,05	0,04	0,03	0,0
$\Delta L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 96,5 \text{ m}$	0,11	0,10	0,06	0,0
$\Delta L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 100 \text{ m}$	0,15	0,12	0,08	0,0
$\Delta L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 111,5 \text{ m}$	0,24	0,20	0,14	0,0

#### 4.2.3 Schalleistungspegel bei den neuen Nabenhöhen

Tabelle 12: Schalleistungspegel der neuen Nabenhöhen

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	100,6 dB(A) <sup>1)</sup>
$L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 61,5 \text{ m}$	98,1	99,1	99,8	8,9 m/s
$L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 90 \text{ m}$	98,5	99,4	100,0	8,4 m/s
$L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 96,5 \text{ m}$	98,5	99,5	100,1	8,4 m/s
$L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 100 \text{ m}$	98,6	99,5	100,1	8,3 m/s
$L_{WA} / \text{dB(A)}$ $H_{\text{neu}} = 111,5 \text{ m}$	98,7	99,6	100,1	8,2 m/s

<sup>1)</sup> 95% Nennleistung werden erreicht bei der angegebenen Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe

**Anmerkung:** Der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  bei 95% Nennleistung ändert sich definitionsgemäß nicht, es verschiebt sich lediglich die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, bei der 95% Nennleistung erreicht werden.



## 5 Tieffrequenter Schall

Nach DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen /5/ wird der Terz-Beurteilungspegel mit dem Hörschwellenpegel in Abhängigkeit von der Terzmittenfrequenz verglichen. Entspricht die Gesamteinwirkungsdauer des Geräusches der Beurteilungszeit, ist der Terz-Beurteilungspegel gleich dem Terz-Dauerschallpegel.

Bei der Messung des Betriebsgeräusches der WEA Repower MD77 wurden unbewertet die Terz-Dauerschallpegel und die maximalen Terzschallpegel in drei 1-Minuten Abschnitten aufgenommen. Aus den Dauerschallpegelwerten läßt sich ein energetisches Mittel  $L_{\text{Terz,eq}}$  und aus den Maxima der Einzelmessungen das gesamte Maximum für die Terzmittenfrequenzen  $L_{\text{Terz,max}}$  zwischen 8 Hz und 100 Hz bestimmen. Von beiden Pegelwerten wird die Differenz zur Hörschwelle berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Auswertung des gemessenen Terzspektrums

Frequenz [Hz]	Betrieb		Hörschwelle	Differenz	
	$L_{\text{Terz,eq}}$ [dB]	$L_{\text{Terz,max}}$ [dB]	$L_{\text{Hs}}$ [dB]	$L_{\text{Terz,eq}} - L_{\text{Hs}}$ [dB]	$L_{\text{Terz,max}} - L_{\text{Hs}}$ [dB]
8,00	58,76	72,00	103,00	-44,24	-31,00
10,00	57,63	69,80	95,00	-37,37	-25,20
12,50	57,23	68,30	87,00	-29,77	-18,70
16,00	56,24	67,10	79,00	-22,76	-11,90
20,00	56,94	65,60	71,00	-14,06	-5,40
25,00	62,48	69,90	63,00	-0,52	6,90
31,50	54,57	66,00	55,50	-0,93	10,50
40,00	54,05	61,50	48,00	6,05	13,50
50,00	54,69	62,10	40,50	14,19	21,60
63,00	55,09	62,40	33,50	21,59	28,90
80,00	60,26	65,10	28,00	32,26	37,10
100,00	53,19	58,60	23,50	29,69	35,10

Die Differenzen sowohl des Dauerschallpegels als auch des maximalen Schallpegels sinken zu niedrigeren Frequenzen deutlich ab und unterschreiten die Hörschwelle im Grenzbereich des Infraschalls (< 20 Hz). Hervortretende Einzeltöne sind im untersuchten tieffrequenten Bereich (8 Hz bis 100Hz) nicht erkennbar. Die A-bewerteten Terz-Schalleistungsspektren sind dem Anhang 4 zu entnehmen.



## 6 Zusammenfassung

Im Auftrag der Firma REpower Systems AG wurde von der Firma WINDTEST Grevenbroich GmbH die Geräuschabstrahlung der WEA MD 77 mit einer Nabenhöhe von  $H = 85$  m inkl. Fundament nach Technischer Richtlinie /1/ untersucht. Grundlage für die Messungen und schalltechnische Beurteilung der WEA hinsichtlich des Schalleistungspegels ist die DIN EN 61400 Teil 11 /2/, für die Bestimmung der Tonhaltigkeit im Nahfeld der WEA die E DIN 45681 /4/ bzw. für die Bewertung von Impulshaltigkeiten die DIN 45645 Teil 1 /3/.

Die Messung wurde am 28.10.2002 in Linnich (NRW) durchgeführt. Eine ausgeprägte Richtungscharakteristik des Anlagengeräusches ist bei dieser Windenergieanlage nicht festgestellt worden. Einzelereignisse, die den Mittelungspegel im Betrieb der WEA um mehr als 10 dB überschreiten, traten beim Abschalten der Anlage nicht auf. Eine Impulshaltigkeit nach DIN 45645 Teil 1 lag nicht vor.

Bezüglich des Schalleistungspegels  $L_{WA}$  wurde für diese Messung eine Messunsicherheit von  $U_C = 0,8$  dB ermittelt. Für die gemessene Windgeschwindigkeit wurde ein Korrekturfaktor  $k = 0,96$  festgestellt.

Die Tonhaltigkeitsanalyse nach E DIN 45681 für das in 100 m Entfernung gemessene Anlagengeräusch ergab keine Tonhaltigkeitszuschläge in allen untersuchten BIN's.

Die Untersuchung tieffrequenten Schalls von 8 Hz bis 100 Hz ergab keine Hinweise auf nennenswerte Abstrahlung von Infraschall.

Nach Auswertung der gemessenen Werte in den einzelnen BIN's ergeben sich für die MD 77 die in Tabelle 14 aufgeführten Pegel.

Tabelle 14: Schalleistungspegel, Ton- und Impulshaltigkeitszuschläge für Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 8,5 m/s, bezogen auf 10 m Höhe

	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,5 m/s <sup>1)</sup>
$L_{WA}$ /dB(A)	98,4	99,4	100,0	100,2
$U_C$ /dB(A)	0,8	0,8	0,8	0,8
$K_{TN}$ /dB(A)	0	0	0	0
$K_{IN}$ /dB(A)	0	0	0	0
P / kW	675	958	1187	1235

1) 95% Nennleistung

In Kapitel 4 werden die Schalleistungspegel für verschiedene Nabenhöhen umgerechnet.

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

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

Grevenbroich, 16.07.03



W  
A  
L



## 7 Literaturverzeichnis

- /1/ Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 13, Stand 01.01.2000  
Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft  
Windenergie e. V., Elbehafen, 25541 Brunsbüttel
- /2/ DIN EN 61400-11,  
Windenergieanlagen; Teil 11: Schallmeßverfahren (IEC 61400-11: 1998)  
Februar 2000
- /3/ DIN 45645, Teil 1  
Ermittlung von Beurteilungspegel aus Messungen, Teil1: Geräuschimmissionen in  
der Nachbarschaft  
Juli 1996
- /4/ E DIN 45681 (Entwurf)  
Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschla-  
ges für die Beurteilung von Geräuschimmissionen  
Januar 1992
- /5/ DIN 45680 und Beiblatt 1  
Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbar-  
schaft  
März 1997



## 8 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

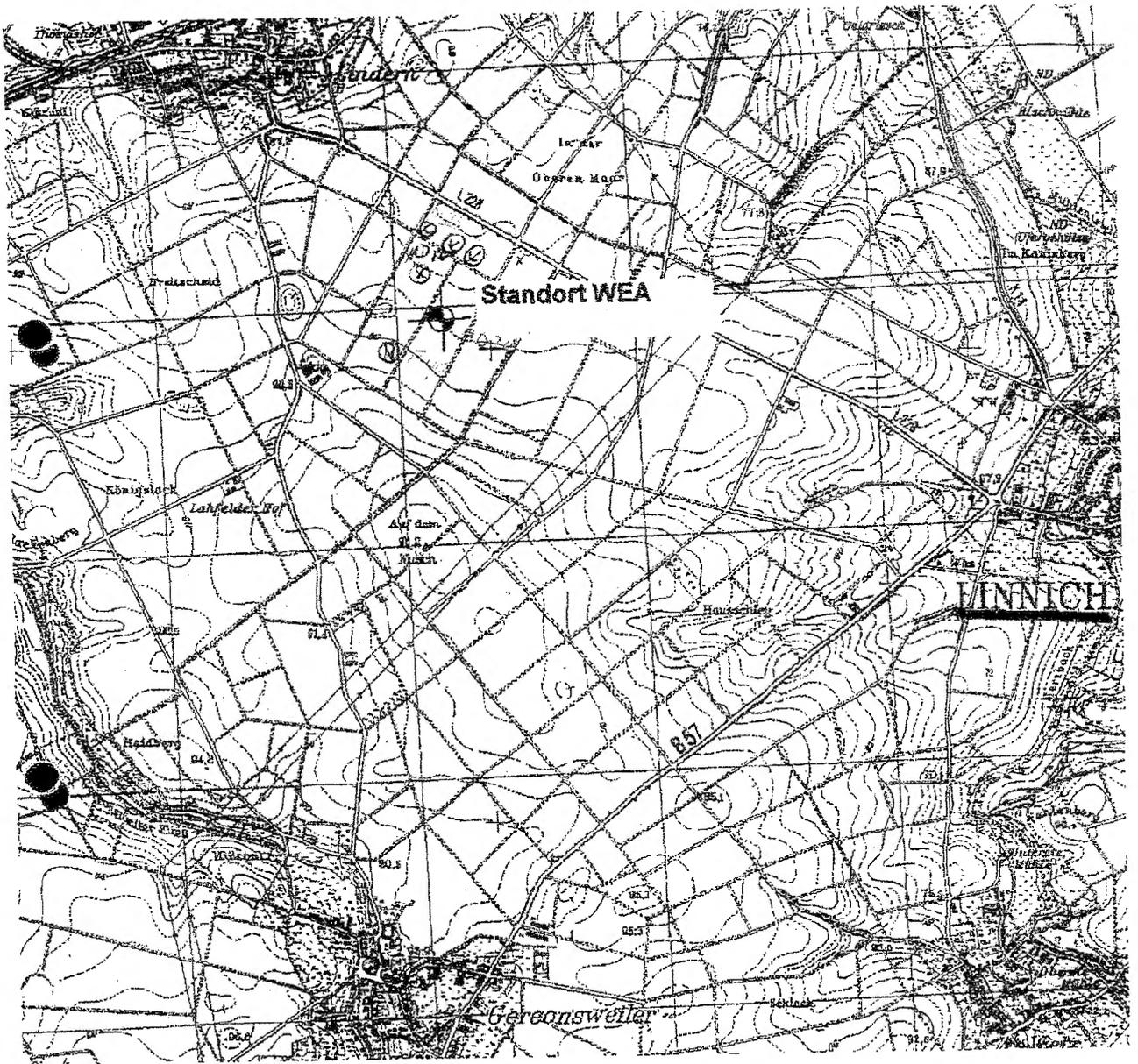
$\Delta L$	- Pegeldifferenz	dB
$\Delta L_{WA}$	- Änderung des Schalleistungspegels durch Umrechnung der Nabenhöhe	dB
$a$	- Anstieg des Schalleistungspegels mit der Windgeschwindigkeit im entsprechenden Windgeschwindigkeitsbereich	dB/ms <sup>-1</sup>
BG	- Betriebsgeräusch	-
D	- Rotordurchmesser	m
$f_T$	- Tonfrequenz	Hz
H	- Höhe Rotormittelpunkt (Nabenhöhe)	m
$H_{neu}$	- Nabenhöhe, für die eine Umrechnung des Schalleistungspegels erfolgt	m
$H_{vermessen}$	- Nabenhöhe, bei der die schalltechnische Vermessung stattgefunden hat	m
$h_A$	- Aufpunkthöhe (bei Messungen gleich der Mikrofonhöhe)	m
$h_F$	- Fundamenthöhe	m
HG	- Hintergrundgeräusch	-
k	- Korrekturfaktor	-
$K_{IN}$	- Impulszuschlag im Nahfeld nach DIN 45645	dB
$K_{TN}$	- Tonzuschlag im Nahfeld nach DIN 45681	dB
$L_{Aeq}$	- äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{Aeq,c}$	- Hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,mess}$	- Gemessene Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,reg}$	- Aus Regression berechnete Schalldruckpegel	dB
$L_{AFTeq}$	- gemittelter Taktmaximalpegel	dB
$L_n$	- Schalldruckpegel Hintergrund	dB
$L_{pA}$	- A-bewerteter Schalldruckpegel	dB
$L_{s+n}$	- Schalldruckpegel Hintergrund + Betrieb WEA	dB
$L_{HS}$	- Hörschwellenpegel	dB
$L_T$	- Tonpegel	dB
$L_{Terz,eq}$	- unbewerteter Terz-Dauerschallpegel	dB
$L_{Terz,max}$	- maximaler Terz-Schallpegel	dB
$L_{WA}$	- A-bewerteter Schalleistungspegel	dB
$L_{WA,neu}$	- umgerechneter Schalleistungspegel bei neuer Nabenhöhe	dB
$L_{WA,vermessen}$	- Schalleistungspegel bei gemessener Nabenhöhe	dB
N	- Anzahl Werte	-
$N_A$	- Nabenabstand Rotormittelpunkt - Turmmitte	m
P	- Abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
$R_0$	- Messradius (= projizierter Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt)	m
$R_i$	- Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt (Hüllflächenradius)	m
$U_a, U_b, U_c$	- Messunsicherheiten	dB
$v_H$	- Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve in Nabenhöhe	m/s
$v_{mess,10}$	- Gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{mess,10,korr}$	- Korrigierte gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{p10}$	- Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
wg	- Windgeschwindigkeit	m/s
$Z_0$	- Rauigkeitslänge	m



---

## 9 Anhang

- Anhang 1 Lageplan
- Anhang 2 Herstellerbescheinigung
- Anhang 3 Verwendete Leistungskurve
- Anhang 4 Terz-Schalleistungsspektrum bei 8,0 m/s
- Anhang 5 Detaillierte Tonhaltigkeitsauswertung



**Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten des Anlagentypes MD 77:  
Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation MD 77:**

Datum / date: 22.06.2002

1. Allgemeines			General
Hersteller	REpower Systems AG		manufacturer
Anlagenbezeichnung	Protec MD, MD77		type name
Art (horizontal/vertikal)	horizontal		type (horizontal / vertical)
Nennleistung	1500 kW		rated power
Leistungsregelung	pitch		power control
Nabenhöhe über Fundament	83,35 m		hub height above foundation
Nabenhöhe über Grund	25 m		hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	11,1 m/s		rated wind speed
Ein- und Ausschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s / 20 m/s		cut-in and cut-out wind speed
Überlebenswindgeschwindigkeit	58,0 m/s		survival wind speed
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre / years		calculated safe life
Beitrag zum Kurzschlussstrom	6,6 kA		contribution to short circuit current

2. Rotor			Rotor
Durchmesser	77 m		diameter
Bestrichene Fläche	4658 m²		swept area
Anzahl der Blätter	3		number of blades
Blattart (permanenter/starr)	starr		kind of hub
Anordnung zum Turm (U/We) (U=oben, W=unten)	Uwe		rotor position to tower (up/down)
Nennzahl / -bereich	9,6 / 17,3 U/min / rpm		rated speed
Auslegungsgeschwindigkeit	9,5 m/s		design tip speed ratio
Rotorbladensteilwinkel	variable (0...00°)		rotor blade pitch setting
Keilwinkel	-3,5°		cone angle
Achsenneigung	5°		tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	3140 mm		distance between rotor flange centre - tower centre line

3. Rotorblatt			Rotor blade
Hersteller	LM oder gleichwertig		manufacturer
Typenbezeichnung	LM 37.3		type
Profil innen	FX 77779		blade section inside
Profil außen			blade section outside
Material	Glas-Polyester		material
Länge	37,25 m		length
Profilhöhe innen/außen	3597 / 1100 mm		blade section depth inside/outside
Drillhöhe max/min	m / m		chord length (max/min)
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbolatoren)	Vortex		additional components (e.g. stall strips, vortex generators, lift strips)
Extenderlänge			Extender length

4. Getriebe			Gear
Hersteller	Eichhoff od. gleichw.		manufacturer
Typenbezeichnung	GH260XA CPNH2-197		type
Ausführung	1 Planeten, 2 Stillrad		design
Leistungsverhältnis	104,2		gear ratio

5. Generator			Generator
Hersteller	Lher / o.a.		manufacturer
Typenbezeichnung	LFRA-500 / o.a.		type
Anzahl	1		numbers
Art	doppeltgespeist		design
Nennleistung(en)	1500 kW		rated power(s)
Nennscheinleistung	1670 kVA		rated apparent power
Nennbereich / Drehzahlbereich	1000-1800 rpm		rated speed(s) / speed range
Spannung	690 V		voltage
Frequenz	50 Hz		frequency
Nennschlupf	4...3%		rated slip

6. Turm			Tower
Hersteller	divers		manufacturer
Typenbezeichnung	Z-72.1-RT.00.04-B		type
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Rohr		design (lattice/tube, cyl./conic)
Material	Stahl		material
Länge	84,15 m		length

7. Windrichtungserkennung			Yaw control
Ausführung (aktiv/passiv)	Aktiv		design (active/passive)
Antriebsart (z.B. mech./hydr.)	elektrisch		drive (electr./mech./hydr.)
Dämpfungssystem während des Betriebs	Schiffersensio		damping system during operation

REpower Dokumenten-Nummer / R no.

D-12-VN-HB-01-A | A

Freigabe	Datum
TR	12.06.2002

8. Betriebsführung / Regelung		Control system/control
Art der Leistungsregelung	Elektrisch	kind of power control
Art der Leistungsregelung		driver of power control
Automatischer Wiederanlauf		automatic restart
- nach Netzstapel	ja	- following grid failure
- nach Abschaltung	ja	- following cut-out wind speed
- erstellt der Betriebsführung / Regelung	Mifa Teknik als	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	WF3000	- type
- Verwindem Steuerungskurve	Standard	- used control curve

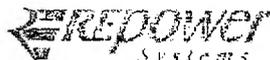
  

9. Sonstige elektrische Komponenten		Other electric installations
Anzahl der Kompensationsstufen	keine	number of compensation stages
Blindleistung Stufe 1		reactive power stage 1
Blindleistung Stufe 2		reactive power stage 2
Blindleistung Stufe 3		reactive power stage 3
Blindleistung Stufe 4		reactive power stage 4
Art der Netzcoupling	Umrichter	kind of interconnection
	Aufbereitung	
- Hersteller	SEB / n.a.	- manufacturer
- Typenbezeichnung	Concycle / n.a.	- type
- Blitzschutzhersteller	Mifa	- main protective manufacturer
- Typenbezeichnung	wy3000	- type
- Einstellbereiche		- adjustment range:
Übervoltageschutz	+ 8%, 95 ms	overvoltage protection/
Spannungsrückgangschutz	-20%, 100 ms	undervoltage protection
Überfrequenzschutz	+ 10%, 60 ms	overfrequency protection
Unterfrequenzschutz	- 10%, 104 ms	underfrequency protection
Typenbezeichnung der Abschaltvorrichtung	Mastergear M18N1	type of contact breaking device
Überschwingungsfilter (Ja/Nein)	Ja	harmonic filter (yes/no)
Überschwingungsfilter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein	Ja	harmonic filter have to be designed for the point of coupling

10. Bremsensystem		Brake system
Bremsensystem (primär/sekundär)	elektrisch / mechanisch	brakes (primary/secondary service)
- Aktivierung	elektrisch / mechanisch	- Activation
- Anordnung	...schonete Welle	- Location
- Erregerart	asynchron /	- Kind
	Scheibenbremse	- Coercion

11. Typenprüfung		Type test
Prüfbehörde	Prüfstelle für Bautechnik HfB	testing authority
Aktenzeichen	634.731.053	reference

12. Informativer Teil		Informative
Standort der vermessenen WEA	Hainberg 2	location of measured WTC
Koordinaten des Standortes		coordinates of the location
Seriennummer der WEA	70.070	serial number of WTCs
der Blätter	444 / 446 / 449	blades
des Getriebes	19301	gearbox
des Generators	512059	generator



Anschrift des Herstellers  
Address of manufacturer

REpower Systems AG  
Wolfsburg  
Rosenfeld Allee • 25819 Husum  
Tel. +49-4347-1002-230 • Fax 660-888  
www.repower.de

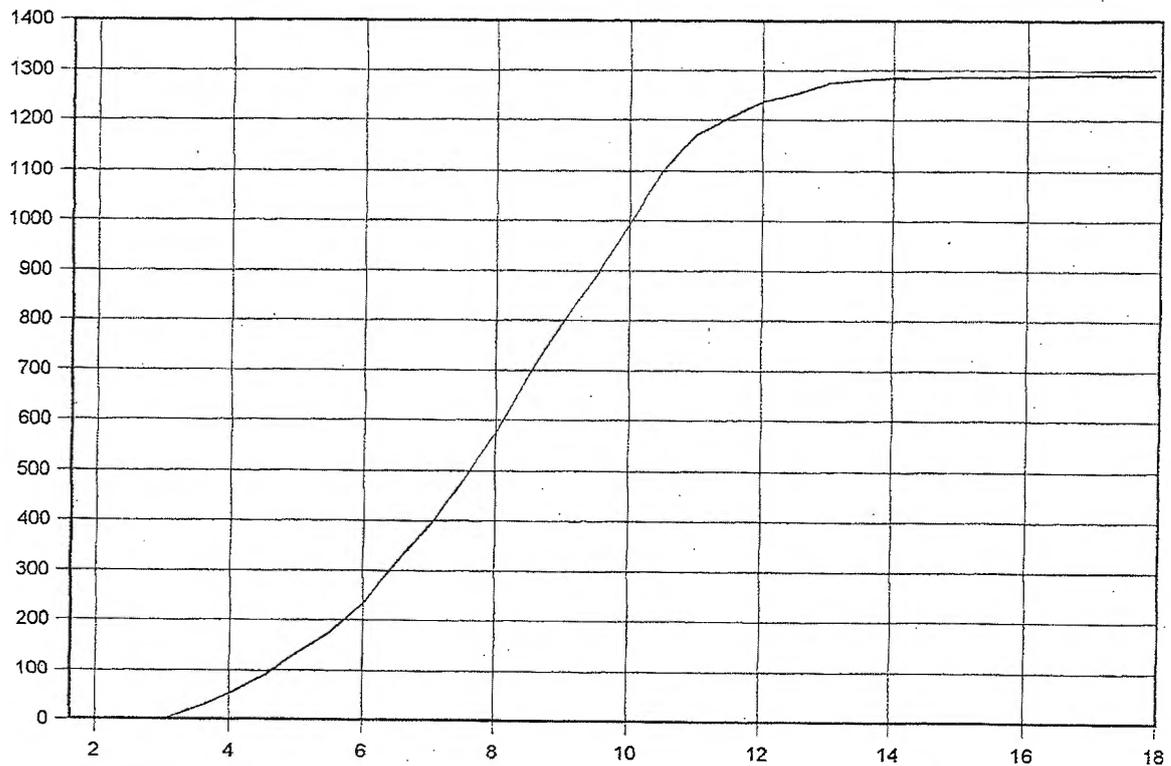


Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.  
The manufacturer of the wind turbine generator system (WTGS) confirms that the WTGS whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports is identical with the above entries with regard to its technical data

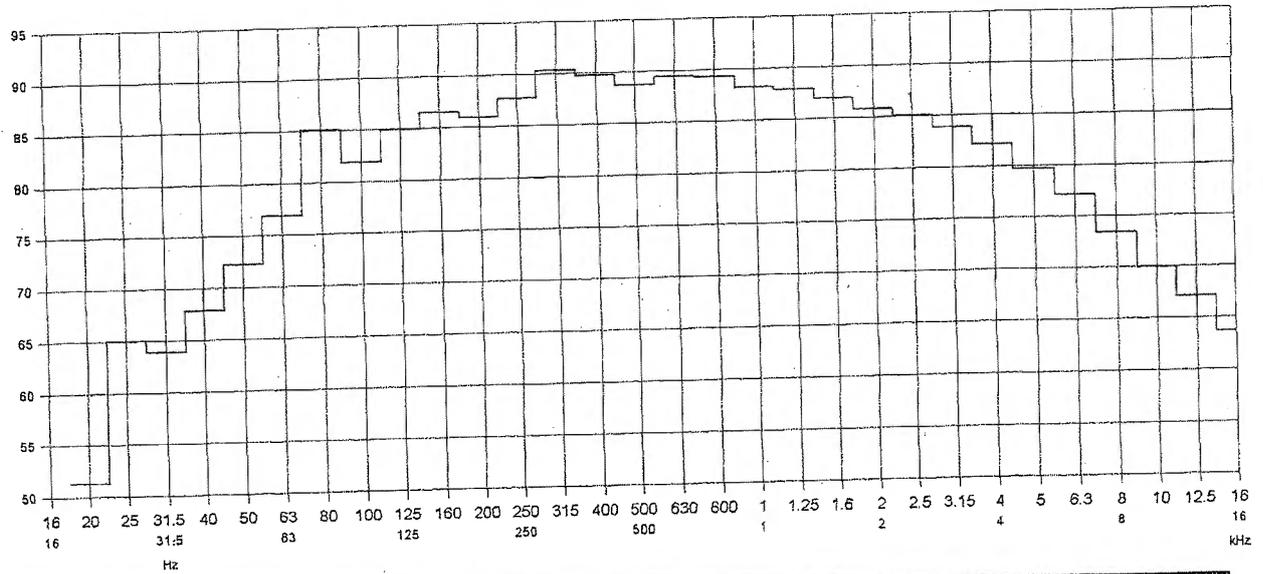
REpower Dokumenten-Nummer	Rev.
D-1.2-VA.HB.01-A	A
Freigabe	Datum
TR	12.06.2002

## Verwendete Leistungskennlinie MD 77

Quelle: Prüfbericht Nr. WT2253/02 (WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH)



WG / (m/s)	P / kW	WG / (m/s)	P / kW	WG / (m/s)	P / kW
1	0	7,02	396,4	13,02	1276
2	0	8,00	577,6	13,98	1286
2,99	0	9,03	803,1	15,00	1288
4,00	49,7	9,99	992,1	15,98	1289
5,01	133,6	10,98	1170	16,92	1291
6,02	237,4	12,02	1240	17,95	1290

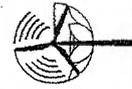


Terzpegel für 8,0 m/s, Summenpegel = 100,0 dB(A)			
Terzmittenfrequenz [Hz]	Schalleistungspegel [dB(A)]	Terzmittenfrequenz [Hz]	Schalleistungspegel [dB(A)]
20	51.27	630	89.51
25	65.04	800	89.41
31.5	63.93	1000	88.27
40	67.82	1250	87.99
50	72.18	1600	87.04
63	76.82	2000	85.88
80	85.13	2500	85.1
100	81.9	3150	83.88
125	85.01	4000	82.13
160	86.57	5000	79.69
200	85.99	6300	77.14
250	87.75	8000	73.42
315	90.35	10000	69.93
400	89.84	12500	67.09
500	88.79	16000	63.66

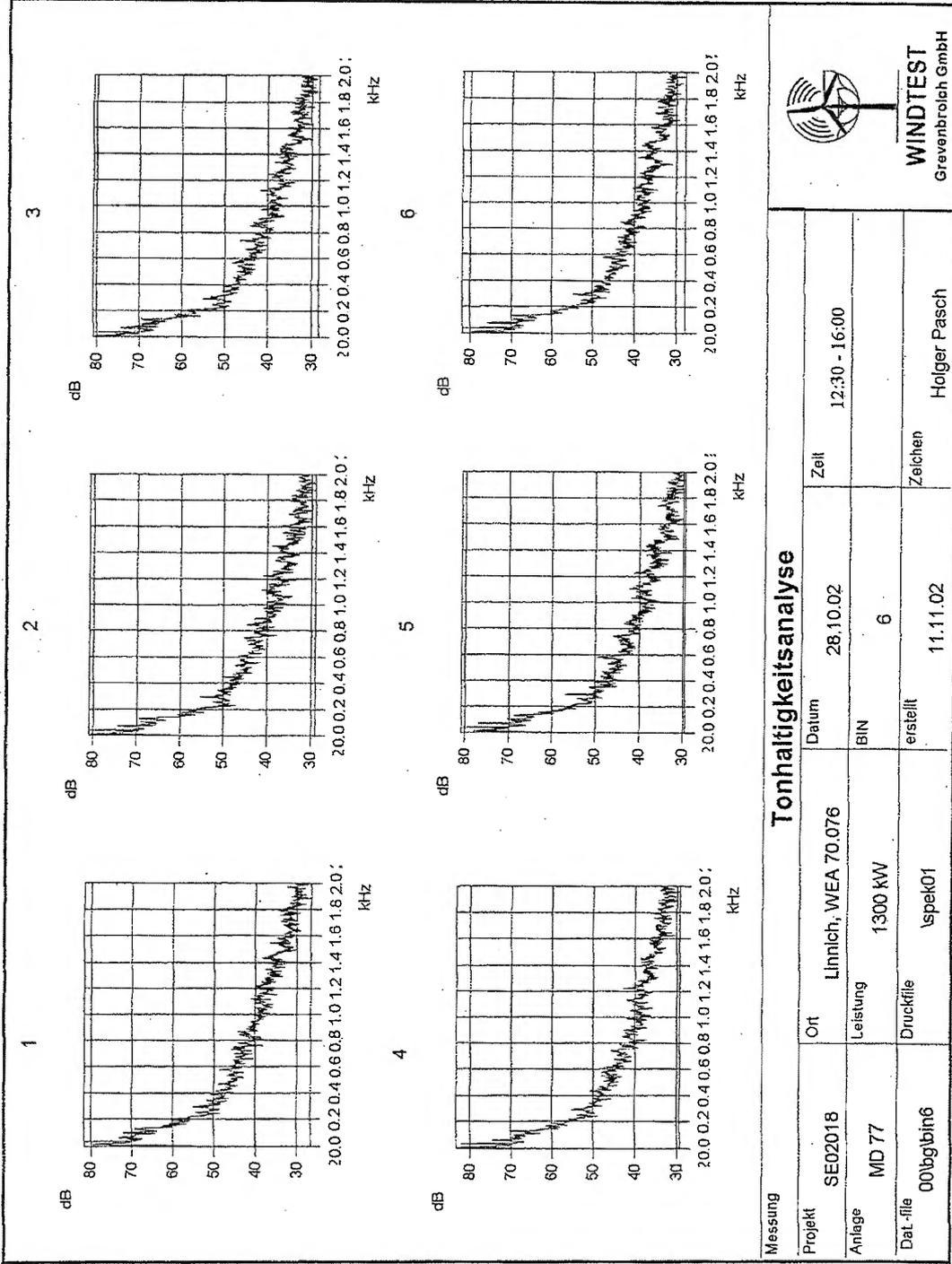
### Verwendete Abkürzungen zur detaillierten Tonhaltigkeitsauswertung

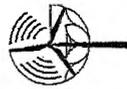
Nr.	-	Nummer der Frequenz	
f	-	Frequenz	[Hz]
L	-	Schalldruckpegel	[dB]
P	-	Art des Pegels	
	0,0	Spektrallinie wird weder zum Hintergrundpegel noch zum Tonpegel gezählt	
	1,0	Spektrallinien Hintergrund	
	2,0 oder 3,0	Spektrallinien mit Tonenergie	
	3,0	Spektrallinien aus den der Tonpegel LT bestimmt wird	
$\Delta f_c$	-	Kritische Bandbreite	[Hz]
$\Delta L$	-	Pegeldifferenz	[dB]
$f_1$	-	Obere Grenzfrequenz der kritischen Bandbreite	[Hz]
$f_2$	-	Untere Grenzfrequenz der kritischen Bandbreite	[Hz]
$f_{T1}$	-	Tonfrequenzgrenze links	[Hz]
$f_{T2}$	-	Tonfrequenzgrenze rechts	[Hz]
$f_T$	-	Tonfrequenz	[Hz]
$K_{TN}$	-	Tonzuschlag im Nahfeld nach DIN 45681	[dB]
$L_G$	-	Pegel der verdeckenden Frequenzen	[dB]
$L_T$	-	Tonpegel	[dB]
$L_{70}$	-	Tonpegel gebildet aus 70% der kleinsten Hintergrund-Pegel	[dB]
$L_s$	-	Schmalbandpegel	[dB]
M	-	Anzahl der Stützstellen Hintergrund	
K	-	Anzahl der Stützstellen mit Tonenergie	

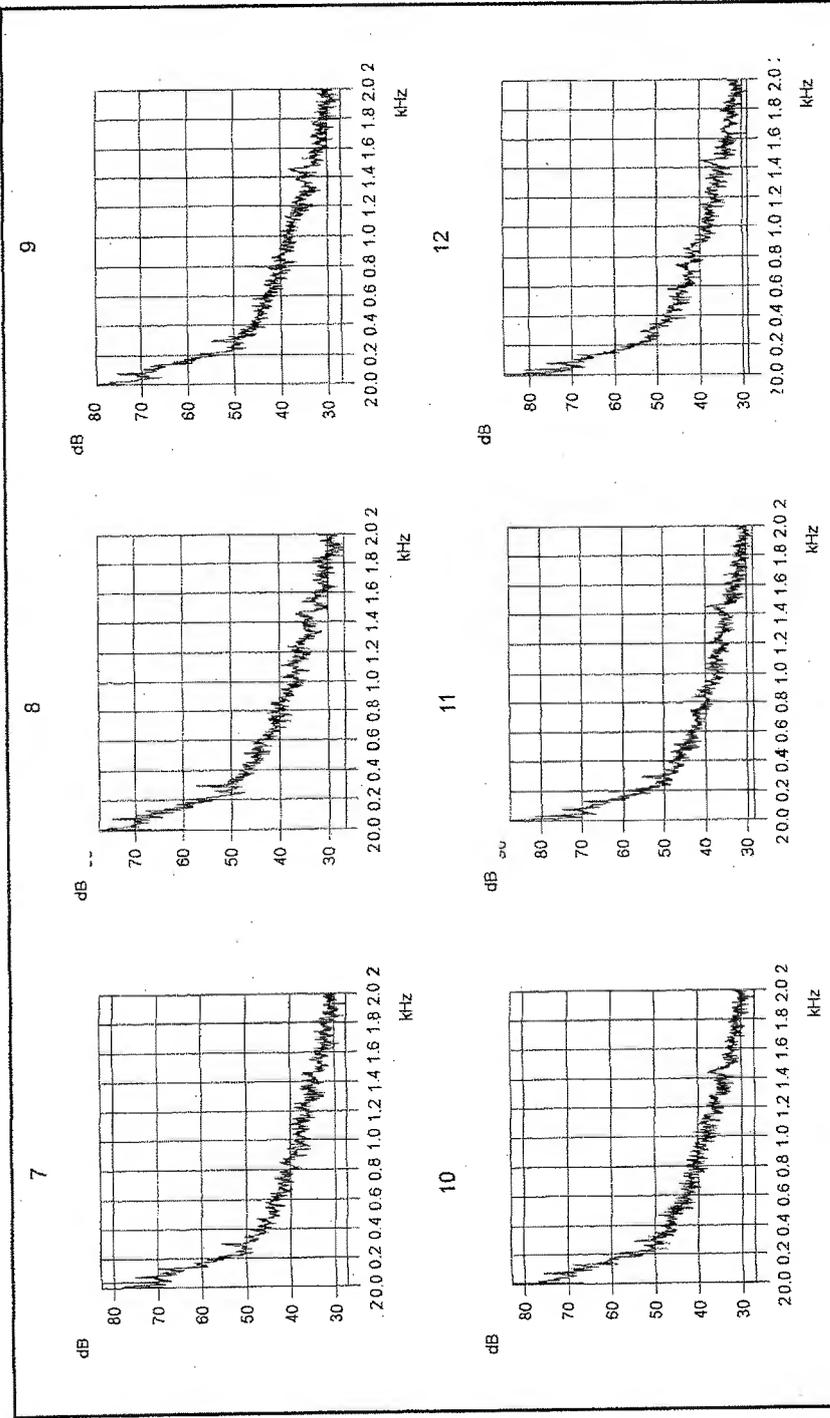
Tonhaltigkeitsanalyse												
Messung												
Messung	Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076	Datum	28.10.02	Zeit	12:30 - 16:00				
Anlage	MD 77	Leistung	1300 kW	BIN	6							
Dat.-file	00\bg\bin6	Druckfile	lzweg	erstellt	11.11.02	Zeichen		Holger Pasch				
Nr.:	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
f1 / Hz	12.0	16.0	16.0	10.0	12.0	14.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
f2 / Hz	114.0	118.0	118.0	112.0	114.0	116.0	126.0	126.0	126.0	126.0	126.0	126.0
delta f / Hz	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
fT1 / Hz	58.0	52.0	52.0	46.0	54.0	60.0	70.0	70.0	62.0	62.0	68.0	72.0
fT2 / Hz	70.0	74.0	74.0	70.0	74.0	72.0	88.0	88.0	88.0	80.0	80.0	80.0
fT / Hz	64.0	68.0	68.0	62.0	64.0	66.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
L70 / dB	68.6	67.6	67.8	68.5	68.1	67.7	67.5	67.2	67.5	67.7	67.7	67.9
Ls / dB	69.7	68.8	69.3	69.9	69.1	68.9	68.5	68.5	68.8	69.6	68.9	69.2
Lg / dB	86.7	85.8	86.3	86.9	86.2	85.9	85.6	85.5	85.8	86.6	85.9	86.3
M	32.0	29.0	29.0	28.0	29.0	32.0	30.0	30.0	27.0	30.0	32.0	33.0
LT / dB	0.0	0.0	0.0	0.0	80.1	75.8	75.4	74.8	78.1	75.9	75.1	76.2
K	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
delta L / dB	-17.2	-17.2	-17.2	-17.2	-0.1	-4.0	-4.1	-4.7	-1.7	-4.8	-4.8	-4.1
KTN / dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



**WINDTEST**  
Grevenbroich GmbH



Tonhaltigkeitsanalyse			
Messung			
Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076
Anlage	MD 77	Leistung	1300 kW
Bin	6	Zeit	12:30 - 16:00
Druckfile	00\bg\bin6	Druckfile	lspek01
erstellt	11.11.02	Zeichen	Hölger Pasch
		 <b>WINDTEST</b> Grevenbroich GmbH	



Messung			
Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076
Anlage	MD 77	Leistung	1300 kW
Dat-file	00\log\bin6	Druckfile	lspek02
		Datum	28.10.02
		Zeit	12:30 - 16:00
		BIN	6
		erstellt	11.11.02
		Zeichen	Holger Pasch

**Tonhaltigkeitsanalyse**



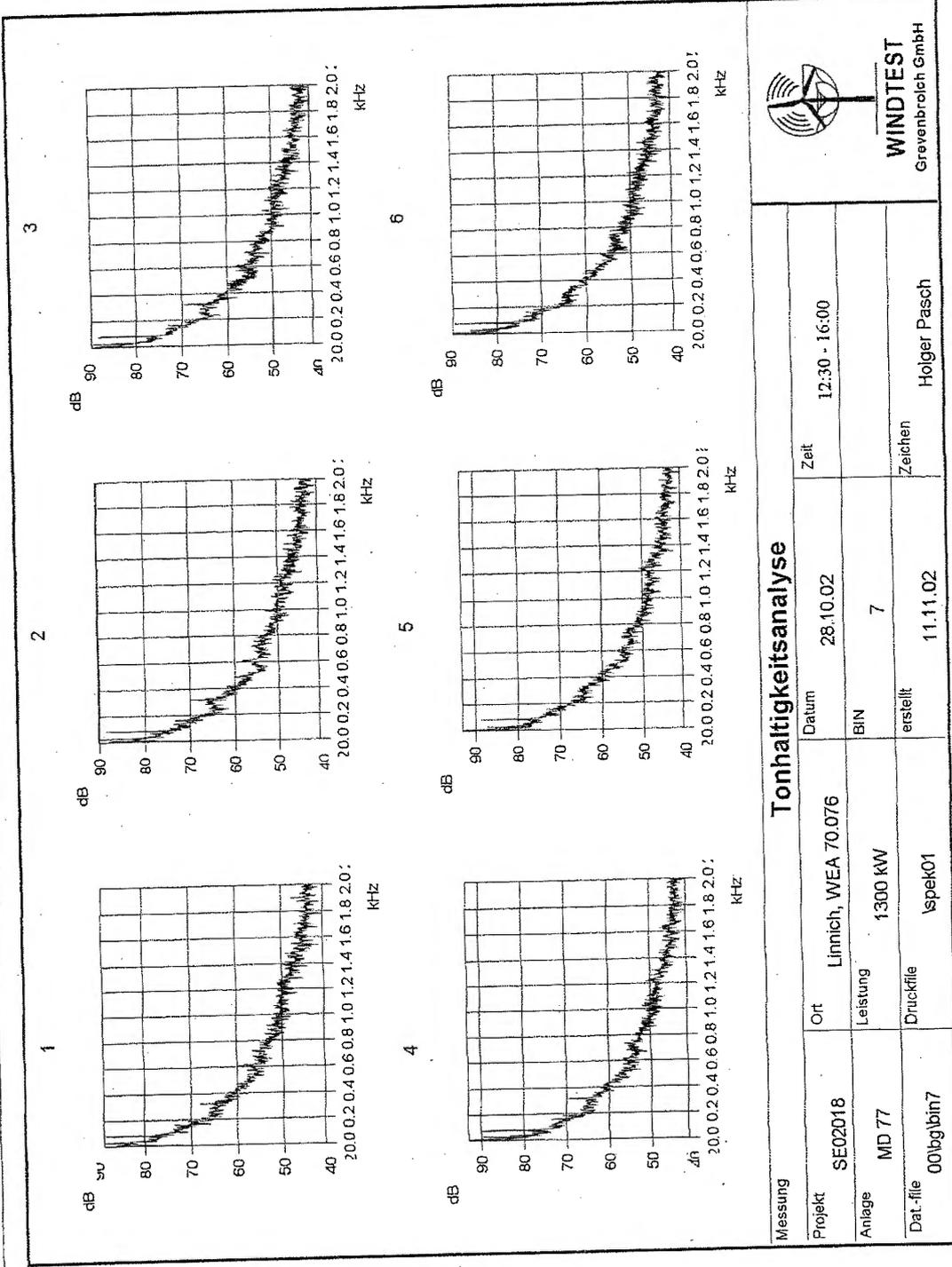
Nr.:	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
f1 / Hz	28.0	28.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	28.0	26.0
f2 / Hz	130.0	130.0	128.0	128.0	128.0	128.0	128.0	128.0	128.0	128.0	128.0	128.0
Delta f1 / Hz	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
fT1 / Hz	74.0	74.0	72.0	72.0	72.0	74.0	74.0	74.0	70.0	74.0	70.0	70.0
fT2 / Hz	84.0	88.0	80.0	92.0	90.0	92.0	82.0	86.0	88.0	86.0	92.0	82.0
IT / Hz	80.0	80.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
L70 / dB	75.0	73.7	73.9	73.6	74.1	74.2	75.0	74.6	73.8	73.8	74.9	74.5
Ls / dB	76.3	75.3	75.4	74.8	75.7	75.8	76.8	76.3	75.1	75.2	76.2	75.9
Lg / dB	93.3	92.3	92.4	91.8	92.7	92.8	93.6	93.3	92.1	92.2	93.2	92.9
M	33.0	31.0	30.0	29.0	30.0	30.0	33.0	32.0	30.0	32.0	28.0	32.0
LT / dB	90.1	91.3	90.6	91.9	89.9	91.1	91.1	90.7	90.7	91.5	91.3	91.8
K	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
delta L / dB	2.7	5.0	4.2	6.1	3.2	4.4	3.5	3.4	4.6	5.4	4.1	5.0
K(TN) / dB	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Messung

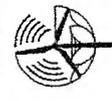
## Tonhaltigkeitsanalyse

Projekt	SED2018	Ort	Linnich, WEA 70.076	Datum	28.10.02	Zeit	12:30 - 16:00
Anlage	MD 77	Leistung	1300 KW	BIN	7		
Dat.-file	00lbg\bin7	Druckfile	lzwerg	erstellt	11.11.02	Zeichen	Holger Pasch

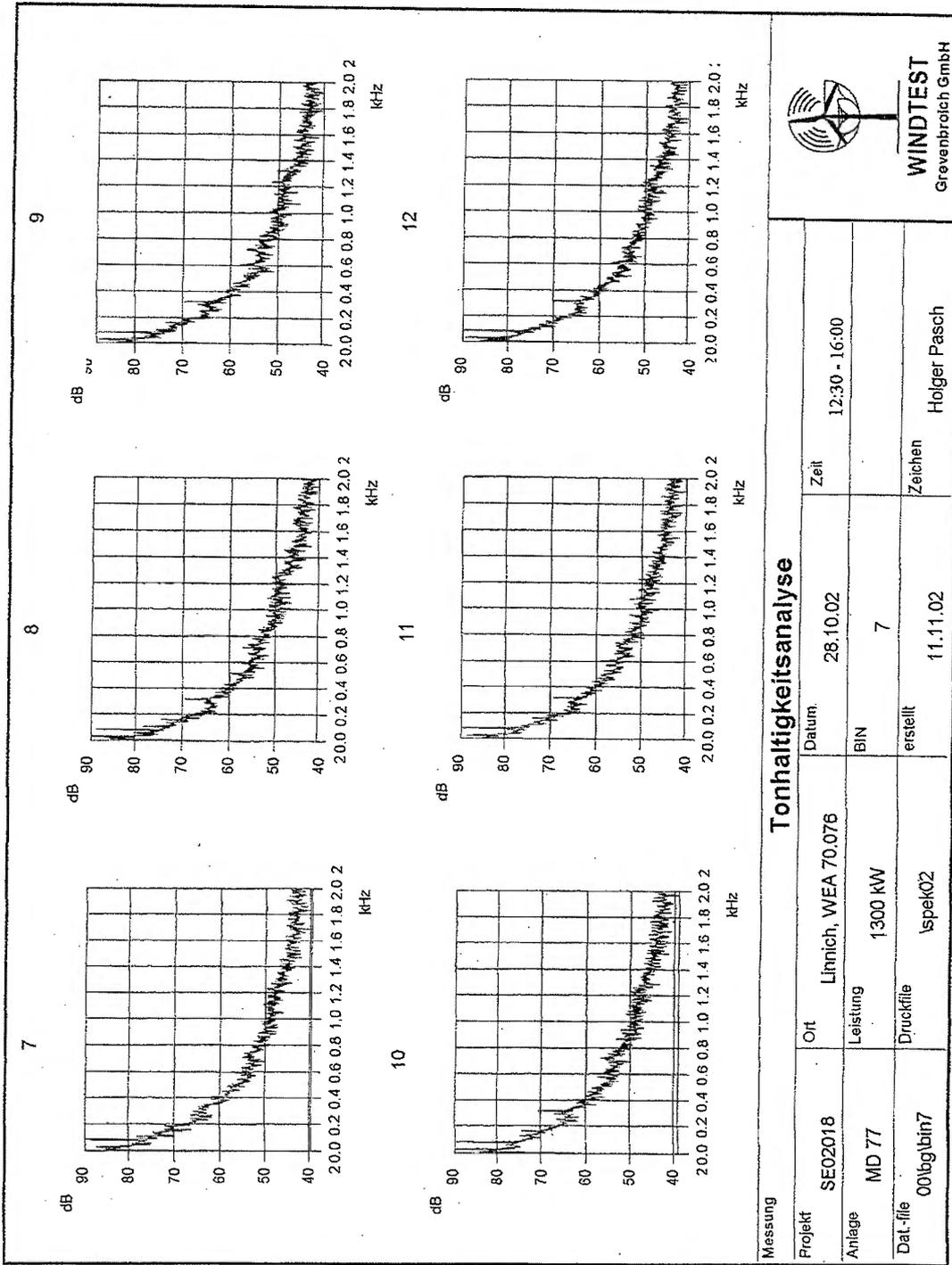

**WINDTEST**  
Grovenbroich GmbH



Tonhaltigkeitsanalyse			
Messung	Datum	Zeit	
Projekt SE02018	Linnich, WEA 70.076	28.10.02	12:30 - 16:00
Anlage MD 77	Leistung 1300 kW	BIN 7	
Dat.-file 00\bg\bin7	Druckfile lspek01	erstellt 11.11.02	Zeichen Holger Pasch



**WINDTEST**  
Grevenbroich GmbH



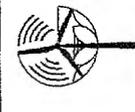
Messung			
Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076
Anlage	MD 77	Leistung	1300 kW
Dat.-file	00\bg\bin7	Druckfile	Ispek02
		Datum	28.10.02
		Zeit	12:30 - 16:00
		BIN	7
		erstellt	11.11.02
		Zeichen	Holger Pasch

**Tonhaltigkeitsanalyse**

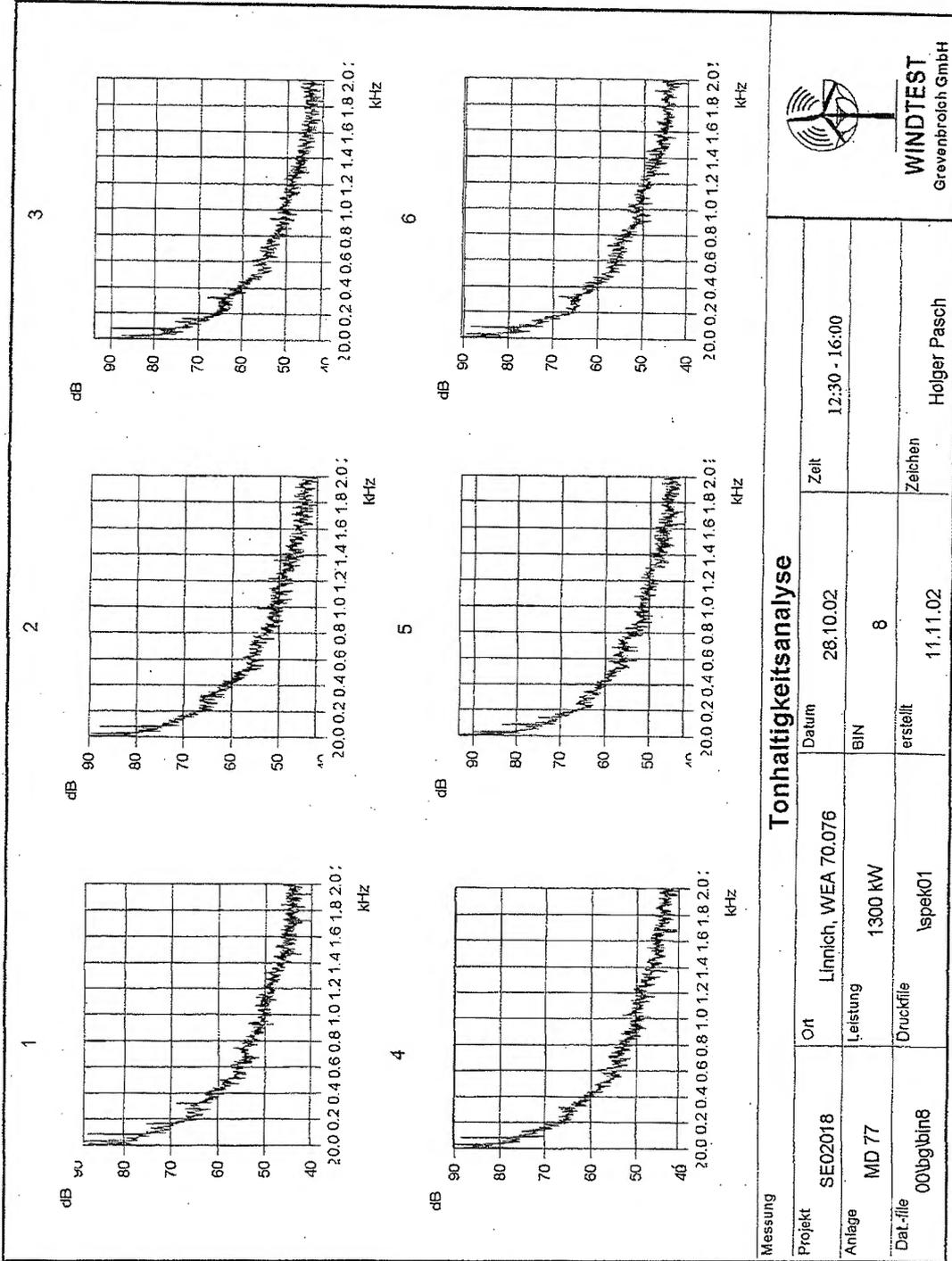


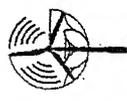
**WINDTEST**  
Grevenbroich GmbH

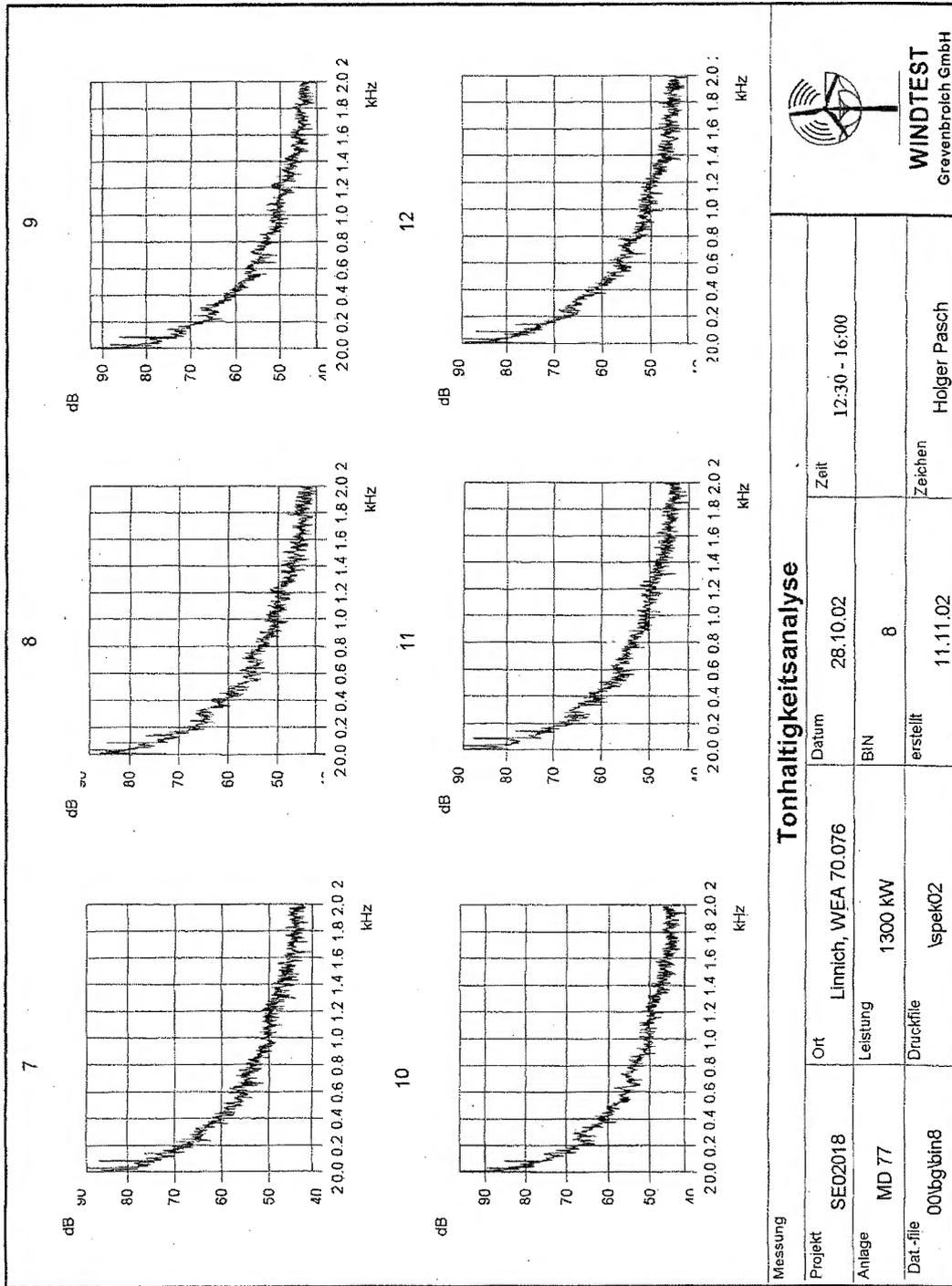
Messung	Tonhaltigkeitsanalyse											
	Projekt	Ort	Datum	Zeit								
Nr.:	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
f1 / Hz	28.0	28.0	26.0	28.0	30.0	28.0	30.0	28.0	28.0	30.0	30.0	28.0
f2 / Hz	130.0	130.0	128.0	130.0	132.0	130.0	132.0	130.0	130.0	132.0	132.0	130.0
falta fc / Hz	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
FT1 / Hz	76.0	72.0	72.0	74.0	74.0	76.0	74.0	76.0	74.0	72.0	70.0	74.0
FT2 / Hz	84.0	88.0	90.0	88.0	86.0	88.0	90.0	88.0	86.0	86.0	88.0	94.0
FT / Hz	80.0	80.0	78.0	80.0	82.0	80.0	82.0	80.0	80.0	82.0	82.0	80.0
L70 / dB	74.1	74.1	73.7	74.4	73.8	75.1	74.3	74.0	74.3	75.2	74.8	75.2
Ls / dB	75.8	75.9	75.5	75.7	74.9	77.1	75.9	75.7	75.9	77.1	76.3	76.8
Lg / dB	92.8	93.0	92.5	92.8	91.9	94.1	92.9	92.7	93.0	94.1	93.3	93.8
M	33.0	31.0	30.0	31.0	32.0	32.0	31.0	32.0	32.0	31.0	30.0	29.0
LT / dB	89.0	89.6	91.6	91.2	83.4	90.6	88.8	87.8	88.2	87.6	90.0	89.1
K	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
delta L / dB	2.2	2.6	5.1	4.4	-2.5	2.5	1.9	1.1	1.3	-0.5	2.7	1.3
KTN / dB	2.0	2.0	3.0	3.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	1.0
Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076	Datum	28.10.02	Zeit		12:30 - 16:00				
Anlage	MD 77	Leistung	1300 KW	BIN	8	Zeichen						
Dat-file	00\bg\bin8	Druckfile	vzweig	erstellt	11.11.02	Holger Pasch						



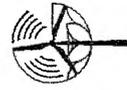
**WINDTEST**  
Grevenbroich GmbH



Tonhaltigkeitsanalyse			
Messung			
Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076
Anlage	MD 77	Leistung	1300 kW
Dat.-file	00lbg\bin8	Druckfile	lspk01
		Datum	28.10.02
		Zeit	12:30 - 16:00
		BIN	8
		erstellt	11.11.02
		Zeichen	Holger Pasch
		 <b>WINDTEST</b> Grevenbroich GmbH	



Messung			
<b>Tonhaltigkeitsanalyse</b>			
Projekt	SE02018	Ort	Linnich, WEA 70.076
Anlage	MD 77	Leistung	1300 KW
Zeit	12:30 - 16:00	Bin	8
Druckfile	00lbg\bin8	Druckfile	lspek02
erstellt	11.11.02	Zeichen	Hölger Pasch



**WINDTEST**  
Grevenbrich GmbH