

# Schallprognose

für eine Windkraftanlage des Typs Enercon E53 mit 73 Meter Nabenhöhe und einem Rotordurchmesser von 53 Metern

**Standort:**

**Bezeichnung:** KIRZ3

**Gemarkung:** Meurich

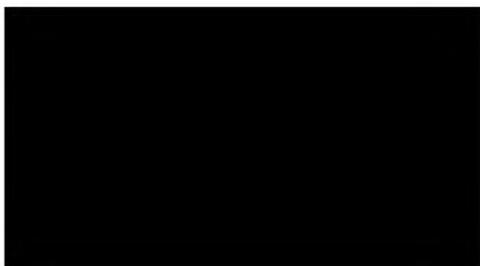
**Flur:** 1

**Flurstück:** 33 und 34

**Rechtswert:** 2.534.575

**Hochwert:** 5.491.901

**erstellt von:**



Neumagen-Dhron, 18.05.2011

**Antrag Windpark Kirf, Windkraftanlage KIRZ3, Enercon E53, Nabenhöhe 73m**

Aus dem beiliegenden Datenblatt (Anlage A) werden die folgenden Werte entnommen:

Enercon E53, Nabenhöhe 73m

$$L_{WA} = 100,9 \text{ dB(A)}$$

Der Sicherheitszuschlag beträgt entsprechend der Aussagen zur Prognosequalität 2,6 dB(A). Es wird daher in den beiliegenden Berechnungen mit einem immissionsrelevanten Schalleistungspegel von 103,5 dB(A) gerechnet.

Aus der beiliegenden Berechnung „Neue Windkraftanlage KIRZ3“ und dazugehörigen Karte mit Isophonen geht hervor, dass unter Hinzuaddieren des Sicherheitszuschlags von 2,6 dB(A) nur der Schall-Immissionsort IP-E (Meurich) im Einwirkungsbereich der neuen Anlage nach TA Lärm 2.2 liegt.

Bei dem Schall-Immissionsort IP-E handelt es sich um unverplanten Innenbereich nach §34 BauGB (Nacht-Immissionsrichtwert 45 dB(A)). Dieser wurde vorsorglich aufgrund der tatsächlichen Nutzung zu einem WA Wohngebiet zu 40 dB(A) angenommen. Entsprechend der Berechnung beträgt der Immissionsbeitrag 31,5 dB(A) und ist damit nach TA Lärm mit einem Abstand von 8,5 dB(A) zum Immissionsrichtwert nicht relevant.

Projekt:  
**Kirf**

Ausdruck/Seite  
14/04/2011 11:37 / 1  
Lizenzierter Anwender:



Berechnet:  
14/04/2011 11:35/2,7,486

## DECIBEL - Hauptergebnis

### Berechnung: Nur neue KIRZ3

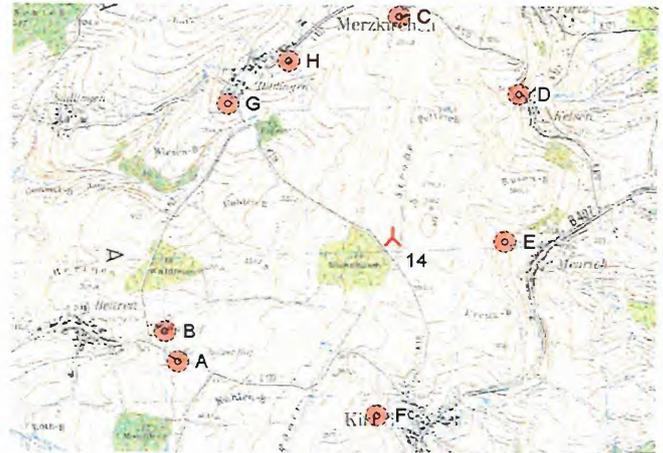
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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 Feriengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:50,000  
▲ Neue WEA  
● Schall-Immissionsort

### WEA

GK (Bessel) Zone: 2 Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	Seiten	Nabenhöhe [m]	LwA_ref [dB(A)]	Einzel-töne	
				Aktuell	Hersteller	Generatortyp				Quelle	Name						
14	2,534,575	5,491,901	392,0	KIRZ3	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	USER	Runtime input	(95%)	Anwenderwert	73,3	103,5	0 dB (*)

\*)Anmerkung: Eine oder mehrere Angaben zum Schallleistungspegel dieser WEA ist generisch oder anwenderdefiniert.

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 2			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z				
A	Kampholzer Hof	2,533,106	5,491,038	336.0	5.0	45.0	22.5	Ja
B	Waldhof	2,533,016	5,491,244	325.0	5.0	45.0	22.5	Ja
C	Merzkirchen	2,534,605	5,493,439	387.0	5.0	45.0	24.0	Ja
D	Kelsen	2,535,423	5,492,900	335.0	5.0	45.0	25.0	Ja
E	Meurich	2,535,337	5,491,875	349.0	5.0	40.0	31.5	Ja
F	Kirf	2,534,471	5,490,667	360.0	5.0	45.0	26.8	Ja
G	Dittlingen 1	2,533,441	5,492,827	351.0	5.0	45.0	24.8	Ja
H	Dittlingen 2	2,533,850	5,493,126	366.0	5.0	45.0	25.2	Ja

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA
A	1704
B	1692
C	1538
D	1310
E	762
F	1238
G	1464
H	1424

Projekt:  
**Kirf**

Ausdruck/Selbst  
14/04/2011 11:37 / 2

Lizenzierter Anwender:

Berechnet:  
14/04/2011 11:35/2.7.486

### DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Nur neue KIRZ3Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10.0 m/s

#### Annahmen

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

LWA,ref:	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: A Kampholzer Hof

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung												
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,704	1,708	36.2	Ja	<b>22.46</b>	103.5	3.01	75.65	3.25	4.07	0.00	0.00	82.97	1.08
Summe		22.46												

##### Schall-Immissionsort: B Waldhof

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung												
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,692	1,697	35.3	Ja	<b>22.53</b>	103.5	3.01	75.59	3.22	4.09	0.00	0.00	82.90	1.07
Summe		22.53												

##### Schall-Immissionsort: C Merzkirchen

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung												
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,538	1,540	43.9	Ja	<b>24.03</b>	103.5	3.01	74.75	2.93	3.82	0.00	0.00	81.50	0.98
Summe		24.03												

##### Schall-Immissionsort: D Kelsen

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung												
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,310	1,316	21.4	Nein	<b>25.02</b>	103.5	3.01	73.38	2.50	4.80	0.00	0.00	80.68	0.80
Summe		25.02												

##### Schall-Immissionsort: E Meurich

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung												
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	762	770	24.4	Nein	<b>31.51</b>	103.5	3.00	68.73	1.46	4.80	0.00	0.00	74.99	0.00
Summe		31.51												

##### Schall-Immissionsort: F Kirf

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung												
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,238	1,242	37.9	Ja	<b>26.78</b>	103.5	3.01	72.88	2.36	3.75	0.00	0.00	78.99	0.74
Summe		26.78												

Projekt:

Kirf

Ausdruck/Selbst

14/04/2011 11:37 / 3

Lizenzierter Anwender:



Berichtet:

14/04/2011 11:35/2.7.486

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Nur neue KIRZ3Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10.0 m/s**Schall-Immissionsort: G Dittlingen 1**

WEA

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,464	1,468	49.1	Ja	<b>24.80</b>	103.5	3.01	74.34	2.79	3.65	0.00	0.00	80.78	0.93

Summe 24.80

**Schall-Immissionsort: H Dittlingen 2**

WEA

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
14	1,424	1,427	49.5	Ja	<b>25.21</b>	103.5	3.01	74.09	2.71	3.61	0.00	0.00	80.40	0.90

Summe 25.21

Projekt:  
Kirf

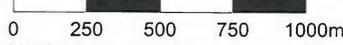
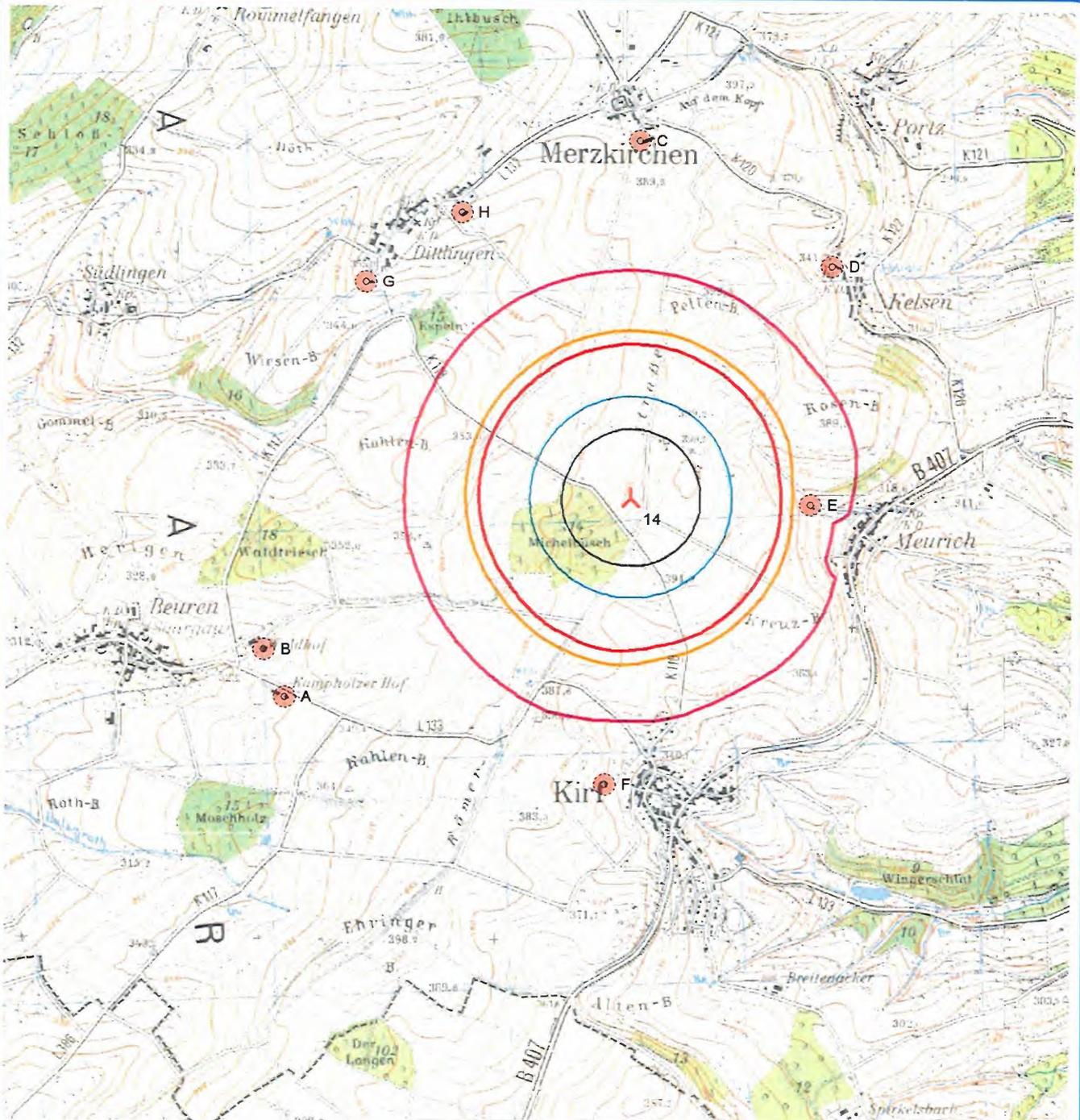
Ausdruck/Selbst  
14/04/2011 11:37 / 4

Lizenzierter Anwender:

Berechnet:  
14/04/2011 11:35/2.7.486

**DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung**

Berechnung: Nur neue KIRZ3Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10.0 m/s



Karte: KIF\_K25col\_20km , Druckmaßstab 1:25,000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2,534,276 Nord: 5,491,708  
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland. Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung

- ▲ Neue WEA     
 ● Schall-Immissionsort
- 30.0 dB(A)     
 — 34.0 dB(A)     
 — 35.0 dB(A)     
 — 40.0 dB(A)     
 — 45.0 dB(A)

## Aussagen zu den Schallemissionsparameter und Prognosequalität für die vorliegenden Prognose

Anlagentyp: Enercon E53, Nabenhöhe 73m

Folgende Werte können aus dem Meßbericht, bzw. deren Zusammenfassung entnommen werden:

$$L_{WA} = 100,9 \text{ dB(A)}$$

$$K_T = 0, \text{ da } K_{TN} = 0$$

$$K_I = 0, \text{ da } K_{IN} = 0$$

Die Qualität einer Schallimmissionsprognose nach DIN ISO 9613-2, Alternatives Verfahren, wird bestimmt durch:

- Unsicherheit der Emissionsdaten
- Unsicherheit der Serienstreuung
- Unsicherheit des Prognosemodells

Entsprechend der einschlägigen Literatur ergibt sich die Gesamtprognosequalität zu:

$$\delta_{\text{ges}} = \sqrt{\delta_R^2 + \delta_P^2 + \delta_{\text{Progn}}^2}$$

wobei:

$\delta_R$ : Standardabweichung der Meßergebnisse

$\delta_P$ : Produktionsstandardabweichung

$\delta_{\text{Progn}}$ : Kennzeichnende Standardabweichung des Prognoseverfahrens

Für die vorliegende Prognose ergeben sich die folgenden Werte:

$$\delta_R = 0,5 ; \text{ siehe Meßbericht, Vermessung nach DIN 61400-11}$$

$$\delta_p = 1,2 ; \text{ folgt aus Sicherheitszuschlag von 2 dB, [1]}$$

$$\delta_{\text{Progn}} = 1,5 ; \text{ DIN ISO 9613-2, [1]}$$

$$\delta_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1,5^2} = 2,0$$

Die obere Vertrauensbereichsgrenze  $L_0$  bei 90% ermittelt sich zu:

$$L_0 = L_m + 1,28 \cdot \delta_{\text{ges}} \text{ [dB(A)]}$$

bei:

$L_m$ : prognostizierter Immissionswert

$$L_0 = L_m + 1,28 \cdot 2,0 \text{ [dB(A)]}$$

$$L_0 = L_m + 2,6 \text{ [dB(A)]}$$

Nach TA Lärm muß

$$L_0 \leq \text{Immissionsrichtwert sein,}$$

also

$$L_m + 2,6 \text{ [dB(A)]} \leq \text{Immissionsrichtwert}$$

sein.

Der Sicherheitszuschlag beträgt somit 2,6 dB(A).

Literatur:

[1]: Piorr, Detlef: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 2001; Band 48,5; Seite 172-175

## Garantierte Werte des Schalleistungspegels für die E-53 mit 800 kW Nennleistung

$V_{\text{Wind}}$ in 10m Höhe \	Naben- höhe	73 m	
4 m/s		92,5 dB(A)	
5 m/s		94,2 dB(A)	
6 m/s		97,7 dB(A)	
7 m/s		100,1 dB(A)	
8 m/s		102,5 dB(A)	
<b>95% Nennleistung</b>		102,5 dB(A)	

Vermessener Wert bei 95% Nennleistung	100,9 dB(A) MBBM 69915/2
--	-----------------------------

- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Tonhaltigkeit  $K_{\text{TN}}$  von 0-1 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 681).
- Über den gesamten Leistungsbereich wird eine Impulshaltigkeit  $K_{\text{IN}}$  von 0 dB garantiert (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 645-1).
- Die oben angegebenen Schalleistungspegelwerte gelten für den **Betriebsmodus I**, (definiert durch eine Betriebskennlinie mit dem Drehzahlbereich 12 – 29 U/min). Die zugehörige Leistungskennlinie ist die berechnete Kennlinie E-53 vom Juni 2005 (Rev. 1.x).
- Die garantierten Werte werden auf Basis offizieller und interner Vermessungen des Schalleistungspegels ermittelt. Die offiziell vermessenen Werte sind auf diesem Dokument als Referenz angegeben. Die Schalldatenblätter und Messberichte der offiziellen Vermessungen stehen zur Verfügung und gelten in Verbindung mit diesem Dokument. Die Vermessungen werden gemäß den national und international empfohlenen Richtlinien und Normen durchgeführt (jeweils auf dem Schalldatenblatt und im Messbericht vermerkt).
- Um den Mess- und Prognoseunsicherheiten Rechnung zu tragen, die Planungssicherheit und Akzeptanz bei Genehmigungsbehörden zu erhöhen und ggf. geforderte Nachvermessungen zu vermeiden, empfiehlt ENERCON für Schallausbreitungsrechnungen einen Sicherheitszuschlag von 1 dB(A) auf die garantierten Werte. Für Bundesländer, in denen ohnehin Sicherheitszuschläge vorgeschrieben sind, entfällt diese Empfehlung.  
  
Sollte aus planungstechnischen oder anderen Gründen diese Empfehlung vernachlässigt werden, wird ausdrücklich auf Punkt 6 verwiesen.
- Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen gilt der Nachweis der Einhaltung der garantierten Werte als erbracht, wenn bei einer nach gängigen Richtlinien durchgeführten Vermessung das Messergebnis dem jeweiligen garantierten Wert +/- 1 dB(A) entspricht. [Garantie erfüllt, wenn Messwert = Garantiewert +/- 1dB(A)].
- Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit, die E-53 nachts mit reduzierter Drehzahl und Leistung zu betreiben (Nachtbetrieb). Die reduzierten Schalleistungspegel können bei Bedarf angefordert werden.

<b>Document information:</b>		<b>Technische Änderungen vorbehalten</b>
Author/ date:	MK / 28.09.05	Translator / date:
Department:	SA	Revisor / date:
Approved / date:	RW / 20.03.07	Reference:
Revision / date:	2.0 / 19.03.07	SA-04-SPL Garantie E-53-Rev2_0-ger-ger

M69 915/2 hkm/khl  
27. April 2007

## **Schallemissionsmessung gemäß DIN EN 61400-11 und den Tech- nischen Richtlinien für Windener- gieanlagen (FGW-Richtlinien)**

**an einer Anlage vom Typ Enercon E-53 am  
Standort 26409 Wittmund-Eggelingen  
mit einer Leistung von 800 kW im Betrieb I**

**Prüfbericht Nr. M69 915/2**

Auftraggeber:

Bearbeitet von:

Berichtsdatum:

Prüfdatum:

Berichtsumfang:



27. April 2007

28. Februar und 01. März 2007

Insgesamt 72 Seiten davon  
20 Seiten Textteil,  
22 Seiten Anhang A,  
23 Seiten Anhang B,  
5 Seiten Anhang C und  
2 Seiten Anhang D

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2 Zitierte Unterlagen</b>	<b>5</b>
<b>3 Umgebung des Aufstellungsorts der untersuchten WEA</b>	<b>5</b>
<b>4 Beschreibung der Windenergieanlage</b>	<b>6</b>
<b>5 Durchführung der Messungen</b>	<b>7</b>
5.1 Zeitpunkt der Messungen	7
5.2 Prüfpersonal	7
5.3 Beschreibung des Messaufbaues	7
5.4 Verwendete Messgeräte	8
5.5 Erfasste Messgrößen	9
5.6 Ablauf der Messungen	9
<b>6 Auswertung und Ergebnisse zur Schallemission der WEA</b>	<b>11</b>
6.1 Messung der Windgeschwindigkeit	11
6.1.1 Ermittlung der standardisierten Windgeschwindigkeit aus der gemessenen elektrischen Leistung	12
6.1.2 Ermittlung der standardisierten Windgeschwindigkeit aus den Messungen mit dem Anemometer	13
6.2 Äquivalente Dauerschalldruckpegel bei Betrieb der WEA	14
6.3 Äquivalente Dauerschalldruckpegel bei Stillstand der WEA	14
6.4 Fremdgeräuschkorrigierte äquivalente Dauerschalldruckpegel	15
6.5 Schalleistungspegel der WEA als Funktion der standardisierten Windgeschwindigkeit	15
6.6 Schalleistungspegel der WEA	17
6.7 Ton- und Impulshaltigkeit der WEA-Geräusche	17
6.7.1 Tonhaltigkeit	17
6.7.2 Impulshaltigkeit	18
6.8 Ergebnis: Immissionswirksamer Schalleistungspegel	18
<b>7 Nabenhöhenumrechnung</b>	<b>18</b>
7.1 Hinweis zur Rechengenauigkeit und zur Rundung	19
<b>8 Messunsicherheit</b>	<b>19</b>
8.1 Standorteinflüsse	19
8.2 Messunsicherheit Typ A und B	19

8.3 Gesamtunsicherheit

20

**Anhänge**

Anhang A	Lageplan und Fotodokumentation Dokumentation der Messung und Auswertung
Anhang B	Ergebnisse der Auswertung
Anhang C	Berechnete Leistungskurve, Zur Auswertung verwendete Leistungskurve (Linearisiert), Herstellerbescheinigung
Anhang D	Stammbblatt Geräusche

## Zusammenfassung

Für die [REDACTED] wurde eine Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage (WEA) vom Typ ENERCON E-53 mit einer Nabenhöhe von 76 m am Standort 26409 Wittmund-Eggelingen durchgeführt.

Die Schallemissionsmessungen wurden am 28.02.2007 und am 01.03.2007 gemäß DIN EN 61400-11 und den Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen (FGW-Richtlinien), Teil 1 im Betrieb I durchgeführt. Die Nennleistung im Betrieb I beträgt 800 kW bei einem Drehzahlbereich von 12 bis 29 1/min.

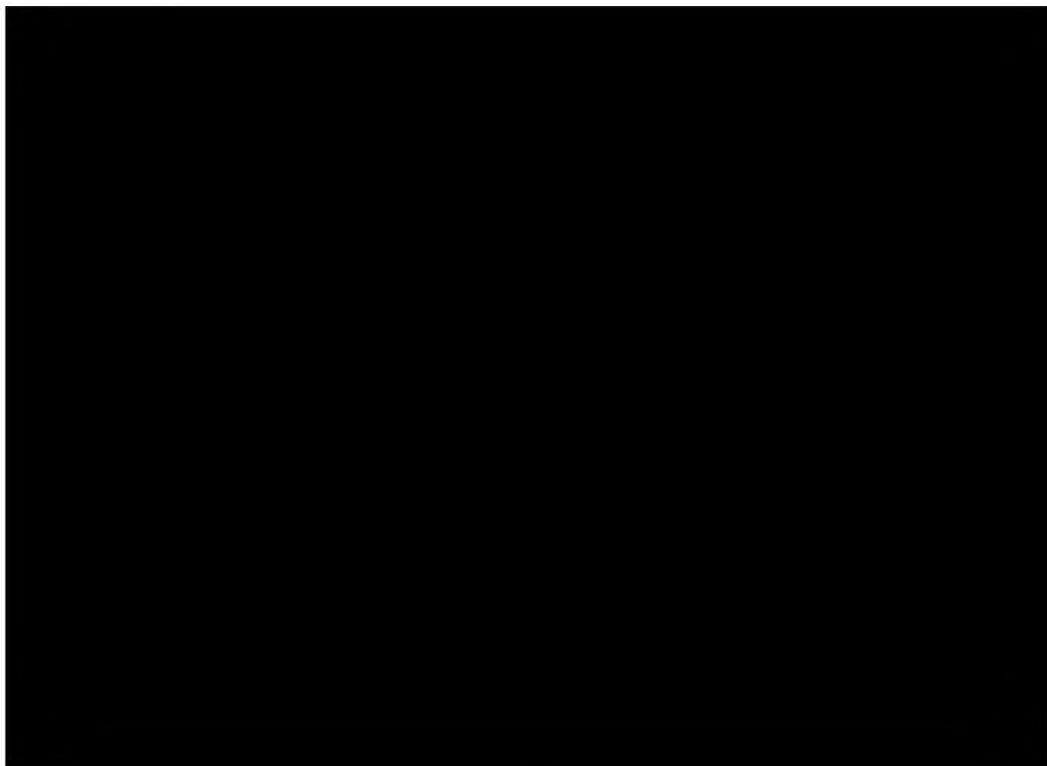
Für den Betrieb I wurde ein Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 100,9$  dB(A) bestimmt. Dieser Schallleistungspegel wurde in der standardisierten Windklasse, die aus den elektrischen Leistungsdaten der WEA errechnet wurde, von 9 m/s ermittelt.

Zuschläge für Impulshaltigkeit wurden nicht vergeben.

Durch die Auswertungen der Schallemissionsmessdaten nach DIN EN 61400-11 bzw. DIN 45681 ergab sich, dass für den Betrieb I die Vergabe eines Tonhaltigkeitszuschlag  $K_{TN}$  im Nahbereich in allen Windklassen nicht gerechtfertigt ist.

Für die Unsicherheit der Schallemissionsangaben wird nach der DIN EN 61400 -11 der Wert von  $U_C = 0,8$  dB ermittelt.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



## 6.6 Schalleistungspegel der WEA

Wie schon in Abschnitt 6.2 beschrieben, ist das Geräuschverhalten einer Windenergieanlage bei Emissionsmessungen im Bereich der standardisierten Windgeschwindigkeit zwischen 6 m/s und 10 m/s zu erfassen.

Im vorliegenden Fall konnten an der untersuchten WEA Schalleistungspegel in den Windklassen 5 bis 10 m/s ermittelt werden. Innerhalb dieser Windklassen konnte die maximale Betriebsleistung erfasst werden.

Basierend auf den durchgeführten Messungen und Auswertungen ergibt sich für die untersuchte WEA im Betrieb I mit 800 kW ein maximaler Schalleistungspegel von

$$L_{WA} = 100,9 \text{ dB(A)}.$$

In der Abbildung B 5 ist das dazugehörige Spektrum des Schalleistungspegels in Terzbandbreite von 50 Hz bis 10000 Hz dargestellt. Die Schalleistungspegel in Oktavbandbreite sind tabellarisch neben dem Terzspektrum angegeben.

## 6.7 Ton- und Impulshaltigkeit der WEA-Geräusche

### 6.7.1 Tonhaltigkeit

Nach [1] sind zur Bestimmung der Tonhaltigkeit jeweils 12 Schmalband-Spektren des WEA-Geräusches über eine Dauer von jeweils 10 Sekunden auszuwerten. Für jede Windgeschwindigkeitsklasse sind jeweils die beiden 1-Minuten-Mittelwerte, die am nächsten bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert liegen zu analysieren. Die Tonhaltigkeitsanalyse ist für denselben Windgeschwindigkeitsbereich wie die Messungen zur Schalleistungsbestimmung durchzuführen.

Da im vorliegenden Fall 10-Sekunden-Mittelwerte zur Bestimmung des Schalleistungspegels verwendet wurden, sind nicht die beiden 1-Minuten-Mittelwerte, sondern zwölf 10-Sekunden-Mittelwerte zur Bestimmung der Tonhaltigkeit in jeder Windklasse verwendet worden.

Nach [2] sind zur Bestimmung der Tonhaltigkeit jeweils 12 Schmalband-Spektren über eine Dauer von jeweils 10 Sekunden auszuwerten. In der Windklasse 10 m/s konnten nur 5 Schmalband-Spektren ausgewertet werden. Aus diesen 12 bzw. 5 Spektren wird dann die Höhe des Tonzuschlages als arithmetisches Mittel aus den 12 bzw. 5 Einzelwerten bestimmt.

Die ausgewerteten Spektren sind in den Abbildungen B 6 bis B 14 im Anhang B dargestellt. Aufgrund der vorliegenden Messdaten wurde die Tonhaltigkeitsauswertung für die Windklassen 6 bis 10 m/s durchgeführt. Die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse sind in den Abbildungen B 15 bis B 19 im Anhang B dargestellt.

Die Auswertung ergab, dass die WEA-Geräusche nicht tonhaltig sind, was auch dem subjektiven Eindruck vor Ort entspricht.

### 6.7.2 Impulshaltigkeit

Nach [6] kann auf die Auswertung der Impulshaltigkeit verzichtet werden, wenn subjektiv keine Geräusche mit impulshaltigen Anteilen wahrgenommen werden konnten. Dies war bei der untersuchten WEA der Fall, so dass auf eine Auswertung der Impulshaltigkeit verzichtet wurde.

### 6.8 Ergebnis: Immissionswirksamer Schalleistungspegel

Die Auswertung der Ton- und Impulshaltigkeit ergab, dass

- ein Zuschlag für tonhaltige Geräuschimmissionen nicht erforderlich ist
- ein Impulzzuschlag nicht gerechtfertigt ist.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Bestimmung der Ton- bzw. Impulshaltigkeit aufgeführt.

Tabelle 5. Ton- und Impulzzuschlag für den Betrieb I

Windklasse $V_s$ in m/s	Leistung $P_n$ in kW	Schalleistungs- pegel $L_{WA}$ in dB(A)	Tonzuschlag $K_{TN}$ in dB	Impulszu- schlag $K_{IN}$ in dB
5	220,1	93,3	0	0
6	377,9	96,7	0	0
7	591,0	99,2	0	0
8	746,0	100,5	0	0
9	793,1	100,9	0	0
10	810,0	100,6	0	0

Damit beträgt der immissionswirksame maximale Schalleistungspegel der WEA bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 9 m/s

$$L_{WA} = 100,9 \text{ dB(A)}.$$

## 7 Nabenhöhenumrechnung

In [6] ist eine Rechenmethode beschrieben, mit deren Hilfe die Umrechnung eines durch Messungen ermittelten Schalleistungspegels einer Windenergieanlage (WEA) auf andere Nabenhöhen durchgeführt werden kann. Der funktionale Zusammenhang von Schalleistungspegel und Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über Grund muss hierzu bekannt sein (vgl. Abbildung B 4 im Anhang B).

In der nachfolgenden Tabelle Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Nabenhöhenumrechnung für den Betrieb I auf Grundlage der Messergebnisse von der untersuchten WEA aufgeführt.

**Anhang D**

**Stammblatt Geräusche**

**Auszug aus dem Prüfbericht**  
 Stamblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen,  
 Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“  
 Rev. 17 vom 01. Juli 2006 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Siresmannplatz 4, D-24103 Kiel)

Auszug aus dem Prüfbericht M69 915/2  
 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-53

<b>Allgemeine Angaben</b>		<b>Technische Daten (Herstellerangaben)</b>	
Anlagenhersteller:		Nennleistung (Generator):	800 kW (Betrieb I)
Seriennummer:	53001	Rotordurchmesser:	53 m
WEA-Standort (ca.):	RW: 34.22.780 HW: 59.40.691	Nabenhöhe über Grund:	76 m
		Turmbauart:	Rohrturm
		Material:	Stahl
		Leistungsregelung:	pitch
<b>Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)</b>		<b>Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)</b>	
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Getriebethersteller:	---
Typenbezeichnung Blatt:	E53/1	Typenbezeichnung Getriebe:	---
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatethersteller:	Enercon GmbH
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-53
Rotordrehzahlbereich:	12 - 29 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	Generatordrehzahl:	12 - 29 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)
Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH; Berechnete Leistungskurve der E-53 vom Februar 2007			

	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungspegel $L_{WA}$	5 m/s	220,1 kW	93,3 dB(A)	
	6 m/s	377,9 kW	96,7 dB(A)	
	7 m/s	591 kW	99,0 dB(A)	
	8 m/s	746 kW	100,5 dB(A)	
	9 m/s	793,1 kW	100,9 dB(A)	
	10 m/s	810 kW	100,6 dB(A)	
	8,3 m/s	760,0 kW	100,7 dB(A)	[1]
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{Tn}$	5 m/s	220,1 kW	--- dB	
	6 m/s	377,9 kW	--- dB	
	7 m/s	591 kW	--- dB	
	8 m/s	746 kW	--- dB	
	9 m/s	793,1 kW	--- dB	
	10 m/s	810 kW	--- dB	
	8,3 m/s	760,0 kW	--- dB	[1]
Impedanzschlag für den Nahbereich $K_{In}$	5 m/s	220,1 kW	---	
	6 m/s	377,9 kW	--- dB	
	7 m/s	591 kW	--- dB	
	8 m/s	746 kW	--- dB	
	9 m/s	793,1 kW	--- dB	
	10 m/s	810 kW	--- dB	
	8,3 m/s	760,0 kW	--- dB	[1]

Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 9 \text{ m/s}$

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,0,5m}$	76,6	78,0	80,4	83,0	84,7	87,8	88,5	97,8	88,0	87,4	89,4	95,1
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,0,5m}$	90,6	91,2	91,6	90,8	89,5	87,6	83,9	80,0	79,9	75,8	70,1	65,8

Oktaf-Schalleistungspegel Referenzpunkt  $v_{10} = 9 \text{ m/s}$

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,0,5m}$	83,4	90,4	92,3	93,5	95,9	94,3	87,3	77,1

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 14.3.2007.  
 Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M69 915/2 vom 10.4.2007 (insbesondere bei Schallemissionsprognosen)

**Bemerkungen:**

[1] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen an Messung der Leistungskurve und der gemessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 8,3 m/s festgestellt.

Gemessen von: Müller-BBM GmbH  
 Niederlassung Gelsenkirchen  
 Am Bugapark 1  
 D-45 899 Gelsenkirchen

**MÜLLER-BBM GMBH**  
 NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
 AM BUGAPARK 1  
 45 899 GELSENKIRCHEN  
 TELEFON (0209) 9 53 06 - 0

Datum: 10.04.2007

*A. Hinkelmann*

Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann

*M. Köhl*

Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

Accredited Test Laboratory  
 according to ISO/IEC 17025



DAP-PL-2465.10

