

Az 307918

überholt



Schallprognose für  
1 Windenergieanlage  
am Standort  
**Fleringen**

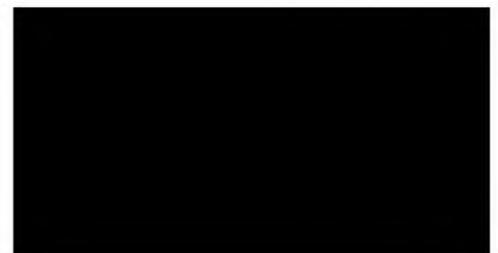
(Rheinland-Pfalz)

unter Berücksichtigung von 6 weiteren Anlagen

Datum: 25.06.2003

Bericht Nr. FLE0306211NU

Auftraggeber:



Bearbeiter:

CUBE Engineering GmbH



Tannenweg 11

DE-25813 Husum

Tel 04841 – 96 77 10

Fax 04841 – 96 77 15

Die vorliegende Schallprognose für den Standort Fleringen (Rheinland-Pfalz) wurde der CUBE Engineering GmbH im Mai 2003 von der [REDACTED] in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Für die Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schallprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA-Lärm /1/ und der Norm DIN ISO 9613-2 /2/ sowie den vom Auftraggeber und der Firma Enercon gestellten Standort- und Anlagendaten.

Husum, 25.06.2003



## **Inhalt:**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Allgemeines zur Schallproblematik	5
2.1.1	Grundlagen	5
2.1.2	Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen	5
2.1.3	Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel	7
2.1.4	Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung	9
2.1.5	Schallimmissionen von Windenergieanlagen	9
2.2	Immissionsprognose	10
2.2.1	Grundlage	10
2.2.2	Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) $K_T$	13
2.2.3	Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) $K_I$	13
2.2.4	Weitere Betrachtungen	14
<b>3</b>	<b>Standortdaten</b>	<b>15</b>
3.1	Aufgabenstellung	15
3.2	Immissionsorte	15
3.3	Vorbelastung	16
3.4	Potentielle Schallreflektionen	16
3.5	Schalleistungspegel Windenergieanlagen	17
<b>4</b>	<b>Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2</b>	<b>19</b>
4.1	Immissionsberechnung für die existierenden WEA (Vorbelastung)	19
4.2	Immissionsberechnung für geplante WEA (Zusatzbelastung)	20
4.3	Immissionsberechnung für neu geplante und existierende WEA (Gesamtbelastung)	20
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Qualität der Prognose</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>25</b>

## 1 Einleitung

Die Nutzung der Windkraft gewinnt bei der elektrischen Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu konventionellen Stromerzeugungsanlagen bestehen bei Windenergieanlagen (WEA) wesentlich weniger negative Beeinträchtigungen (u. a. Flächenverbrauch, Schadstoffausstoß) auf unsere Umwelt. Eine der negativen Umwelteinwirkungen durch Windenergieanlagen besteht jedoch in der Geräusentwicklung, die einerseits vom mechanischen Triebstrang (Getriebe, Generator, usw.) und andererseits vom sich drehenden Rotor verursacht wird. Dieser Schall wird aufgrund seiner Geräuschart von den meisten Menschen als unangenehm und lästig empfunden und somit als Lärm wahrgenommen. Da die Menschen alltäglich schon verschiedensten Arten von Lärm ausgesetzt sind (s. Abbildung 1), ist es gerade bei den "sanften Energien" wichtig, dass der Mensch durch sie nicht auch noch zusätzlichen Lärmbelastungen ausgesetzt wird. Durch eine Schallprognose wird im Vorfeld der Planung untersucht, ob die einzuhaltenden Schallgrenzwerte (Immissionsrichtwerte) überschritten werden könnten. So kann im Vorfeld eine Beeinträchtigung der Nachbarn durch die Anlagengeräusche ausgeschlossen werden. Zur Untersuchung und Darstellung der Schallproblematik wurden von den Behörden und verschiedenen Gremien genaue Vorschriften und Richtlinien erarbeitet, die als Grundlage für die Schallprognose dienen. Die wesentliche Vorschrift für die Erstellung von Schallprognosen ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm, /1/). Nach TA Lärm sind die Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien nach der DIN ISO 9613-2 /2/ durchzuführen.

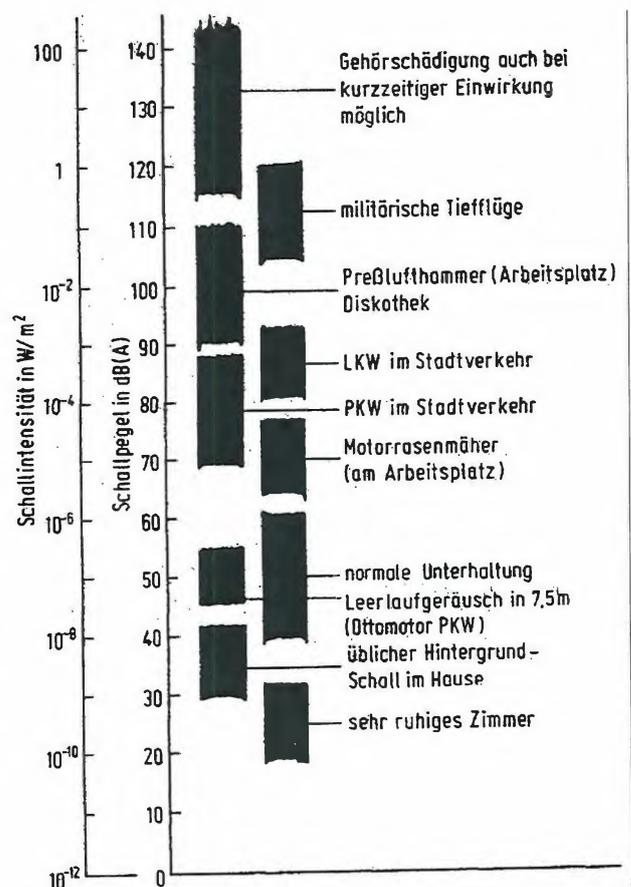


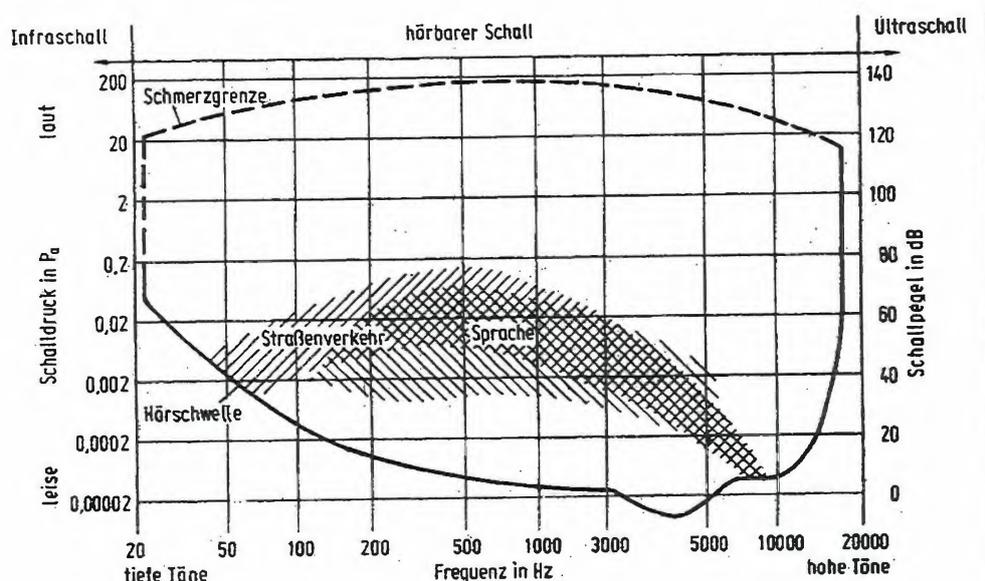
Abbildung 1

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Allgemeines zur Schallproblematik

#### 2.1.1 Grundlagen

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



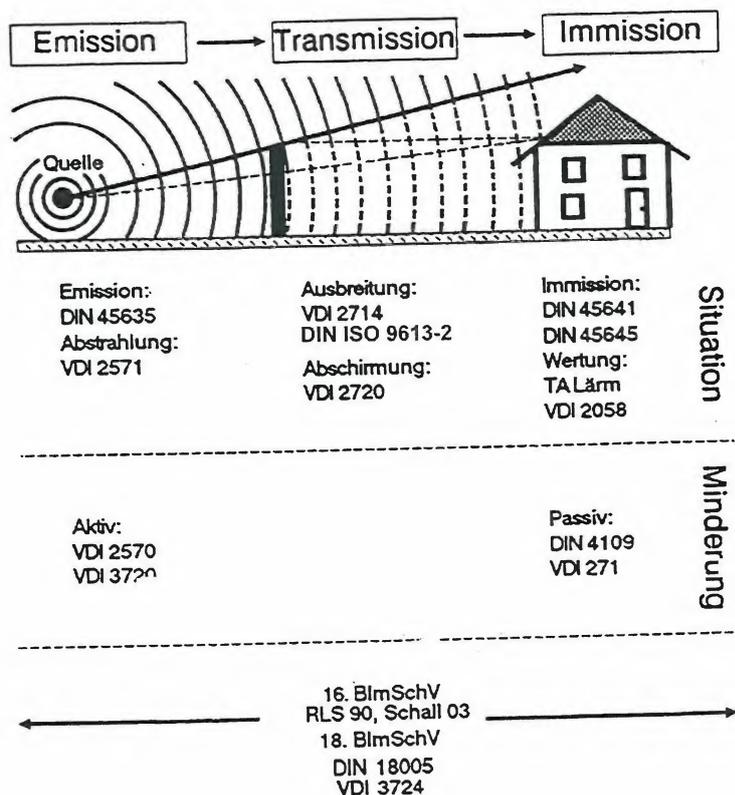
**Abbildung 2 Hörbereich des Menschen**

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 16 000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen ab 0,00002 Pascal (Pa) (=20 dB) wahr, ab 20 Pa (120dB) wird der Schall als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall (Körperschall), der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

#### 2.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen

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

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



### Abbildung 3: Normen und Grundlagen zum Schall

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission – Transmission – Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG, 1974, 1990; /3/). Bauliche Anlagen müssen von den **Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern** auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998; /1/) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Be-

messung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 3 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die **Immissionsschutzbehörde** als Teil des Gewerbeaufsichtsamtes bzw. des Umweltamtes beurteilt die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990; /4/) sind die **Baugebietsarten** festgelegt, denen nach der TA Lärm /1/ eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet ist. So gelten **nachts** folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

- 35 dB (A) für reines Wohn-, Erholungs- bzw. Kurgebiet
- 40 dB (A) für allgemeines Wohngebiet und Kleinsiedlungsgebiet  
(vorwiegend Wohnungen)
- 45 dB (A) für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
- 50 dB (A) für Gewerbegebiet (vorwiegend gewerbliche Anlagen).

### 2.1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den **Schalleistungspegel  $L_w$**  beschrieben. Der *Schalleistungspegel*  $L_{WA}$  ist der maximale Wert in Dezibel / dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionsort, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abb. 2), wird in der Praxis der Schalleistungspegel über einen Filter gemessen, der der Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik „A“ nach DIN IEC 651, Index A) gemessene Schalleistungspegel wird „A-bewerteter Schallpegel“ genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Berechnung der Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 /2/ verwendet wird.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schalleistungspegels von WEA kann der Schrift der Fördergesellschaft Windenergie e. V (FGW) *Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen /5/* entnommen werden.

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

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

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

Der *Beurteilungspegel*  $L_{rA}$  resultiert aus dem Mittelungspegel und den Zuschlägen aus der Ton- und Impulshaltigkeit aller Geräuschquellen. Die an den Immissionsorten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte beziehen sich auf den Beurteilungspegel.

### **2.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung**

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus den Geräuschen aller zu berücksichtigenden Anlagen.

### **2.1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen**

Die Schallabstrahlung einer WEA ist nie konstant, sondern stark von der Leistung und somit von der Windgeschwindigkeit abhängig. So rechnet man grob mit ca. 1 dB(A) Pegelzuwachs pro Zunahme der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ( $v_{10}$ ) um 1 m/s. Der immissionsrelevante Schalleistungspegel wurde früher bei  $v_{10} = 8$  m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im allgemeinen die durch Wind bedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 2,5 dB(A) pro m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WEA d.h. die Geräuschimmission der WEA verliert an Bedeutung.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dies tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher hat sich die Vorgehensweise durchgesetzt (federführend der Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen"), dass bei einem Immissionsrichtwert von 45 dB(A) die Prognose mit dem Schalleistungspegel bei  $v_{10} = 10$  m/s oder, da viele Anlagen schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit ihre Nennleistung erreichen, mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt werden soll. Bei einem Immissionsrichtwert von 35 dB(A) kann unter Umständen die Berechnung dagegen mit dem Schalleistungspegel bei  $v_{10} = 8$  m/s durchgeführt werden, da in diesem Fall die Umgebungs- und Fremdgeräusche die Schallimmission der WEA schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit überdecken.

## 2.2 Immissionsprognose

### 2.2.1 Grundlage

Die Prognosen sind nach TA-Lärm in ihrer jeweils gültigen Fassung bzw. anhand der DIN ISO 9613-2 /2/ zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen.

In der Regel wurde bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel (inzwischen nach der FGW-Richtlinie /5/ auch oktavbandbezogene Werte) ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach der ISO 9613-2 /2/ dann wie folgt:

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A \quad (1)$$

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

$D_C$ : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D:

$$D_C = D_{\square} + 0 \quad (2)$$

Zusätzlich bedingt durch die Reflexion am Boden gilt:

$$D_{\square} = 10 \lg(1 + [d_p^2 + (h_s - h_r)^2] / [d_p^2 + (h_s + h_r)^2]) \quad (3)$$

mit:

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

$h_r$ : Höhe des Immissionsorts über Grund (in der Regel 5m)

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

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2} \quad (4)$$

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionsort, die bei der Schallausbreitung vorherrscht. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$\mathbf{A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}} \quad \mathbf{(5)}$$

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

$$\mathbf{A_{div} = 20 \lg (d / 1 \text{ m}) + 11 \text{ dB}} \quad \mathbf{(6)}$$

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

$A_{atm}$ : Dämpfung durch die Luftabsorption

$$\mathbf{A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000} \quad \mathbf{(7)}$$

$\alpha_{500}$ : Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km)

Dieser Wert für  $\alpha_{500}$  bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10° und relative Luftfeuchte von 70%).

$A_{gr}$ : Bodendämpfung:

$$\mathbf{A_{gr} = 4,8 - (2 h_m / d [17 + 300 / d])} \quad \mathbf{(8)}$$

$$\mathbf{\text{Wenn } A_{gr} < 0 \text{ dann } A_{gr} = 0}$$

$h_m$ : mittlere Höhe (in m) des Schallausbreitungsweges über dem Boden:

Wenn keine Orographie vorhanden ist

$$\mathbf{h_m = (h_s + h_r) / 2} \quad \mathbf{(9a)}$$

Bei vorliegender Orographie wird die Fläche F zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle (Gondel) und Aufpunkt in einer Auflösung von 100 Intervallen berechnet. Die mittlere Höhe berechnet sich dann mit:

$$\mathbf{h_m = F / d} \quad \mathbf{(9b)}$$

$h_s$ : Quellhöhe (Nabenhöhe);  $h_r$ : Aufpunkthöhe 5 m.

$A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz); in der vorliegenden Berechnung wird ohne Schallschutz gerechnet:  $A_{bar} = 0$ .

$A_{misc}$ : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In der vorliegenden Berechnung werden diese Effekte nicht berücksichtigt:  $A_{misc} = 0$ .

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

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

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

$L_{AT}$ : Beurteilungspegel am Immissionsort

$L_{ATi}$ : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle  $i$

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

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

$K_{Ii}$ : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle  $i$

$C_{met}$ : Meteorologische Korrektur. Die Meteorologische Korrektur beschreibt die Dämpfung des Schalls durch meteorologische Einflüsse wie Wind und Temperatur über ein Jahr. Diese zusätzliche Dämpfung wird aber erst in größeren Entfernungen wirksam und ist u.a. von der Nabenhöhe der Anlage abhängig (siehe Formel 11). Bei den Prognosen kann mit dem Parameter  $C_0 = 2$  dB gerechnet werden. Die Meteorologische Korrektur bestimmt sich nach den Gleichungen:

$$\begin{aligned}
 C_{met} &= 0 && \text{für } dp < 10 (h_s + h_r) \\
 C_{met} &= C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/dp] && \text{für } dp > 10
 \end{aligned} \quad (11)$$

### 2.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) $K_T$

Als Quellen für tonhaltige Geräusche sind in erster Linie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollten konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Heben sich aus dem Anlagengeräusch einer oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar hervor, ist nach der TA Lärm für den Zuschlag  $K_T$ , **je nach Auffälligkeit des Tons, ein Wert von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen**. Orientiert an der Tonhaltigkeit im Nahbereich  $K_{TN}$  (gemessen bei der Emissionsmessung) gilt für Entfernungen über 300 m folgender Zuschlag:

$K_T = 0$	für $0 \leq K_{TN} \leq 3$
$K_T = 3$	für $3 \leq K_{TN} \leq 6$
$K_T = 6$	für $K_{TN} > 6$

Die Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlagen werden für die entsprechenden Anlagentypen in der Regel bei Schalldruckpegelmessungen durch autorisierte Institute (in Deutschland u. a. DEWI, Windtest, Germanischer Lloyd) bewertet (s. z.B. Datenblätter zur Landesförderung) und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WEA-Hersteller angegeben.

### 2.2.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) $K_I$

Impulshaltige Geräusche können z.B. durch den Turmdurchgang des Rotorblatts entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach der TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. **Dieser Zuschlag  $K_I$  beträgt** wie bei der Tonhaltigkeit,

**je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A).** In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden; ihr auftreten entspricht somit nicht dem Stand der Technik.

#### **2.2.4 Weitere Betrachtungen**

Tieffrequente Geräusche und Infraschall (Körperschall) sind bei Windenergieanlagen messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar. Nach den Untersuchungen der Infraschallwirkungen auf den Menschen (Ising; /17/) erwies sich unhörbarer (nicht wahrnehmbarer) Infraschall als unschädlich. Weiterhin werden die Windenergieanlagen infraschallentkoppelt fundamentiert, so dass sich der Infraschall nicht über den Boden ausbreiten kann. Der Körperschall ist daher nur in unmittelbarer Nähe um die WEA vorhanden, dabei aber nicht wahrnehmbar.

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

## **3 Standortdaten**

### **3.1 Aufgabenstellung**

Der Auftraggeber plant, am Standort Fleringen zwischen den Orten Schwirzheim im Norden und Fleringen im Südwesten eine Windenergieanlage des Typs Enercon E-66/18.70 mit 86 m Nabhöhe zu errichten. Hierzu sollen die Schallimmissionen der Windenergieanlagen an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

In direktem räumlichen Zusammenhang werden bereits sechs WEA verschiedener Typen betrieben. Diese werden als Vorbelastung berücksichtigt.

### **3.2 Immissionsorte**

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Fleringen wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Immissionsorte auf Basis der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1:5.000 sowie im Rahmen einer Standortbegehung untersucht.

In Tabelle 1 sind die Immissionsorte mit ihren in der Prognose verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich dem Lageplan bzw. der Isophonenkarte im Anhang entnehmen, die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben.

Für die Beurteilung des Lärmpegels an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert (Grenzwert) für die Nachtzeit herangezogen, da die Anlagen in der Nacht und am Tag gleichermaßen in Betrieb sind.

IO	Bezeichnung	Nacht-Imm.- richtwert
A	IP 1	45
B	IP 2	45
C	IP 3	45
D	IP 4	45
E	IP 5	45

**Tabelle 1 [Alle Angaben in dB(A)]**

Die Reihenfolge der Immissionsorte entspricht der geographischen Lage der Immissionsorte von Nord nach Süd

### 3.3 Vorbelastung

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde anhand von Kartenmaterial versucht, potentielle Quellen für Vorbelastungen zu identifizieren. Bei der Ortsbesichtigung wurde an den entsprechenden Strukturen ein subjektiver Eindruck der Geräuschemissionen gewonnen. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potentiellen Vorbelastung geachtet. Hierbei wurden keine relevanten Vorbelastungen ermittelt. Die existierenden Windenergieanlagen werden als Vorbelastung berücksichtigt.

### 3.4 Potentielle Schallreflektionen

Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass sich die Lautstärke an einem Aufpunkt durch eine Reflektion an einer Gebäudefläche maximal verdoppelt (+ 3 dB(A)). Daher sind Reflektionen nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von mehr als 3 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde (hier: 45 dB(A), also Punkte, an denen ein Beurteilungspegel von mehr als 42 dB(A) berechnet wurde).

Am Immissionspunkt IP 5, an dem diese Bedingung zutrifft, liegen die für eine Schallreflektion notwendigen Bedingungen nicht vor.

### 3.5 Schalleistungspegel Windenergieanlagen

Am Standort ist eine Windenergieanlage des Typs Enercon E-66/18.70 geplant. Weiterhin existieren bereits 6 WEA verschiedener Typen, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind. Die Kenndaten der bestehenden und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 2 zu entnehmen.

	Neu geplant	Bestand		Bestand	Bestand
Nummer(n) auf Ausdrucken	WKA 10	WKA 1	WKA 2,3	WKA 7	WKA 8,9
Anzahl	1	1	2	1	2
Hersteller	Enercon	Enercon	Enercon	Enercon	Südwind
Typenbezeichnung	E-66/18.70	E-40/5.40	E-40/6.44	E-66/18.70	S-70
Rotordurchmesser \m	70	40	44	70	70
Nabenhöhe \m	86	65	65	86	85
Nennleistung \kW	1800	500	600	1800	1500
Rotordrehz.bei P <sub>N</sub> \ U/min	22	38	34,5	22	19
Verwendeter L <sub>WA</sub> \dB(A)	103,0	100,8	100,8	103,0	103,6
Serienstreuung \ dB(A)	1,74	2,61	1,67	1,74	1,08
Ton-/Impulszuschl.\dB(A)	0	0	0	0	0

**Tabelle 2**

Die Angaben zum Schalleistungspegel beziehen sich auf eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s bzw. 95% der Nennleistung der Anlage. Die Angaben zur Serienstreuung wurden entsprechend der Richtlinie prEN 50376 /19/ aus den vorliegenden Schallvermessungen berechnet.

Die einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich zu einem resultierenden Schalldruckpegel, der für die in Frage kommenden Immissionsorte (vgl. Kapitel 3.2) zu bewerten ist.

Sowohl für den WEA-Typ Enercon E-66/18.70 als auch für den Typ E-40/6.44 und Südwind S 70 existieren jeweils drei unabhängige schalltechnische Vermessungen nach der *Technischen Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen /5/*.

Für den WEA-Typ Enercon E-40/5.40 existiert eine unabhängige schalltechnische Vermessung nach der *Technischen Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen /5/*.

Die jeweiligen Auszüge aus den Messberichten sind als Kopien in der Anlage dieser Prognose beigefügt. Der Berechnung zugrunde gelegt wurde der jeweils höchste vermessene Schallleistungspegel.

Die kompletten Messberichte können auf Anforderung nachgereicht werden.

## 4 Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Das Ergebnis der Immissionsprognose ist in drei Abschnitte unterteilt:

- 4.1 Immissionsberechnung für die existierenden WEA (Vorbelastung)
- 4.2 Immissionsberechnung für die neu geplanten WEA (Zusatzbelastung)
- 4.3 Immissionsberechnung für die neu geplanten und die existierenden WEA (Gesamtbelastung)

### 4.1 Immissionsberechnung für die existierenden WEA (Vorbelastung)

Die Vorbelastung durch die existierenden Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet:

IO	Bezeichnung	Vorbelastung
A	IP 1	36,6
B	IP 2	36,7
C	IP 3	35,5
D	IP 4	36,5
E	IP 5	43,8

**Tabelle 3 [Alle Angaben in dB(A)]**

Im Anhang liegen für die oben genannten Berechnungsergebnisse Ausdrücke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis).

## 4.2 Immissionsberechnung für geplante WEA (Zusatzbelastung)

Die Zusatzbelastung durch die neu geplante Windenergieanlage an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet:

IO	Bezeichnung	Zusatzbelastung
A	IP 1	31,3
B	IP 2	29,7
C	IP 3	27,2
D	IP 4	27,7
E	IP 5 <i>764 m Entfernung</i>	33,1

*Anlage ist nach TA-Lärm nicht mehr zu betrachten  
→ Bearbeitungsspiegel liegt > 10 dB(A) unterhalb des 1-Richtwertes.*

**Tabelle 4 [Alle Angaben in dB(A)]**

Im Anhang liegen für die oben genannten Berechnungsergebnisse Ausdrucke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis).

## 4.3 Immissionsberechnung für neu geplante und existierende WEA (Gesamtbelastung)

Die Gesamtbelastung durch alle zu berücksichtigenden Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet:

IO	Bezeichnung	Gesamtbelastung
A	IP 1	37,7
B	IP 2	37,5
C	IP 3	36,1
D	IP 4	37,0
E	IP 5	44,2

**Tabelle 5 [Alle Angaben in dB(A)]**



Im Anhang liegen für die oben genannten Berechnungsergebnisse Ausdrucke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse). Weiterhin ist im Anhang eine **Isophonenkarte** für die Berechnung der Gesamtbelastung wiedergegeben.

## 5 Zusammenfassung

Für den Standort Fleringen wurde eine Immissionsprognose entsprechend der TA-Lärm nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 /2/ für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch 1 neu geplante Windenergieanlage des Typs Enercon E-66/18.70 sowie sechs bereits bestehender WEA verschiedener Typen an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurden die nach FGW-Richtlinie /5/ vermessenen Schalleistungspegel der Anlagentypen.

Die Ergebnisse der Schallprognose unter den o.g. Voraussetzungen sind in Tabelle 6 wiedergegeben.

Immissionsort	Zul. Nacht-Immissionsrichtwert	Vorbelastung	Zusatzbelastung	Gesamtbelastung	Abstand IRW-Gesamtbelastung
A  IP 1	45	36,6	31,3	37,7	7,3
B  IP 2	45	36,7	29,7	37,5	7,5
C  IP 3	45	35,5	27,2	36,1	8,9
D  IP 4	45	36,5	27,7	37,0	8,0
E  IP 5	45	43,8	33,1	44,2	0,8

**Tabelle 6 [Alle Angaben in dB(A)]**

**Die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden an allen Immissionsorten eingehalten.**

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 3 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Fleringen sind in Kapitel 4 wiedergegeben. Änderungen an der Position der Anlage, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern eine neue Prognose.

## 6 Qualität der Prognose

Die Prognoseunsicherheit wurde wahrscheinlichkeitstheoretisch ermittelt aus der Serienstreuung für den Anlagentyp nach /19/, der Unsicherheit der Schallvermessung des Anlagentyps und der Standardabweichung, die für die Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 angenommen wird. Die resultierende Unsicherheit wurde im Sinne der Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze bei 90%iger Wahrscheinlichkeit mit einem Faktor von 1,28 multipliziert, wodurch sich nach /20/ und /22/ folgende Unsicherheiten ergaben.:

IP 1: 1,6 dB(A)

IP 3: 1,7 dB(A)

IP 5: 1,8 dB(A)

IP 2: 1,7 dB(A)

IP 4: 1,7 dB(A).

Weitere, die Qualität der Prognose beeinflussende Faktoren sind:

### **Luftabsorption für Oktavbänder / 500Hz-Mittenpegel**

Die Schallprognose nach DIN ISO 9613-2 erlaubt unterschiedliche Berechnungsverfahren bezüglich der Luftabsorption.

Die Luftabsorption kann für die einzelnen *Oktavbänder* eines breitbandigen Geräuschs ermittelt werden oder sie kann für den *500-Hz-Mittenpegel* berechnet werden. Die Berechnung für *Oktavbänder* ergibt exaktere und – im Fall von Windenergieanlagen – in der Regel niedrigere (leisere) Berechnungsergebnisse, daher kann die Berechnung für den *500-Hz-Mittenpegel* als konservative Herangehensweise (worst case) gewertet werden. Für die vorliegende Berechnung wurde diese konservative Herangehensweise gewählt.

### **Verwendung des Alternativen Verfahrens zur Bodendämpfung**

Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren, wobei letztgenanntes als konservative Annahme zu werten ist. In der vorliegenden Prognose wurde das Alternative Verfahren zur Berechnung der Bodendämpfung verwendet.

## 7 Literatur

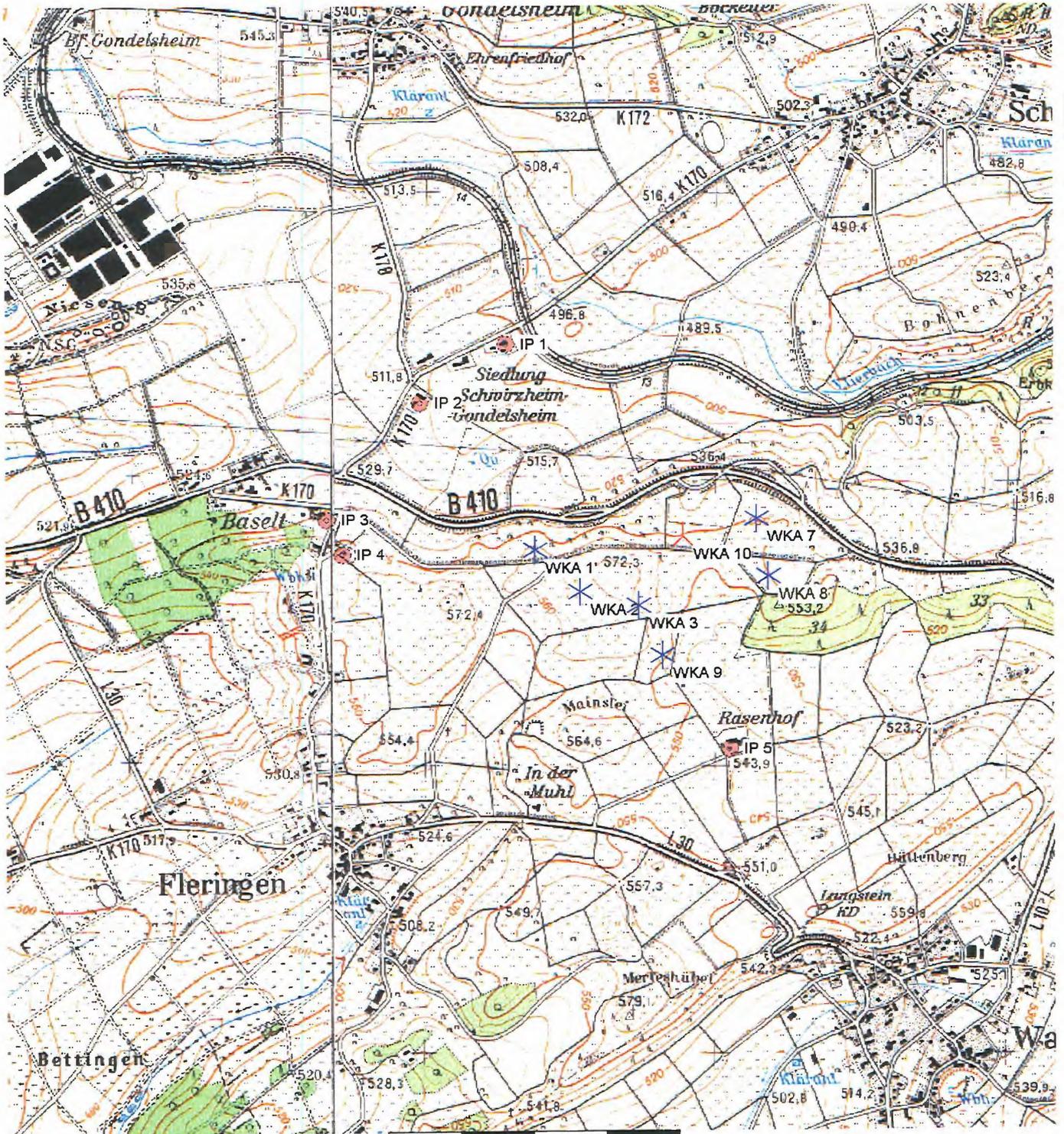
- /1/ TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
- /2/ DIN ISO 9613-2 : Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien
- /3/ BImSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz
- /4/ BauNVO: Baunutzungsverordnung
- /5/ Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen; Fördergesellschaft Windenergie e. V., 1.4.1998
- /6/ DIN 18005: Teil 1, Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren
- /7/ DIN 45681: Ermittlung Tonhaltigkeit, Schmalbandanalyse des unbewerteten Schalldruckpegels
- /8/ DIN 45645: Ermittlung Impulshaltigkeit, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen.
- /9/ Innenministerium Baden-Württemberg, Städtebauliche Lärmfibel - Hinweise für die Bauleitplanung, 1991, 193 Seiten.
- /10/ Workshop Immissionsschutz 24./25. Februar 1999, Tagungsband; Kötter Beratende Ingenieure Selbstverlag, Rheine 1999
- /11/ 'Viel Wind um wenig Lärm' von H. Klug, DEWI; In: Sonnenenergie 4/91
- /12/ Schallmessung an WEA von A. Petersen, Windtest; In: Windkraft Journal 3/93
- /13/ Windtest: Information Schallgutachten
- /14/ 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms, Hoffmann / von Lüpke; Erich Schmidt Verlag, 6. Auflage 1993
- /15/ Lärmbekämpfung '88: Tendenzen - Probleme - Lösungen, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag, 1988
- /16/ Infraschallwirkungen auf den Menschen, H. Ising, B. Markert, F. Shenoda, C. Schwarze, Bundesminister für Forschung und Technologie, VDI Verlag, 1982.
- /17/ Keine Gefahr durch Infraschall, A. Buhmann, In: Neue Energie 1/98
- /18/ prEN 50376: Declaration of Sound power level and tonality values of wind turbines, Juli 2001
- /19/ W. Probst, U. Donnerstag, Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose, Zeitschrift für Lärmbekämpfung
- /20/ Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geräusche von Windenergieanlagen" der Immissionsschutzbehörden und Meßinstitute, Juni 1998
- /21/ Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose; Detlef Piorr in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (Sept. 2001)

## 8 Anhang

- Lageplan
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Gesamtbelastung: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse und Isophonenkarte
- Berechnung der Serienstreuung der WEA-Typen
- Berechnung der Qualität der Prognose für alle Immissionsorte
- Auszüge aus den Messberichten zur Ermittlung des Schalleistungspegels der WEA

**DECIBEL - Fleringen 25K**

Berechnung: Gesamtbelastung    Datei: Fleringen 25K.bmi



Karte: Fleringen 25K , Druckmaßstab 1:20.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.536.423 Nord: 5.564.770

📍 Neue WEA    ⚙️ Existierende WEA    📍 Schallkritisches Gebiet

Projekt:  
Fleringen

Ausdruck/Seite  
21.06.2003 13:31 / 1

Lizenzierter Anwender:  
**CUBE Engineering GmbH**  
Ludwig-Erhard-Str. 10  
DE-34131 Kassel  
+49 561 34338  
[Redacted] Umwelt Husum  
21.06.2003 13:31/2.3.1.127

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

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

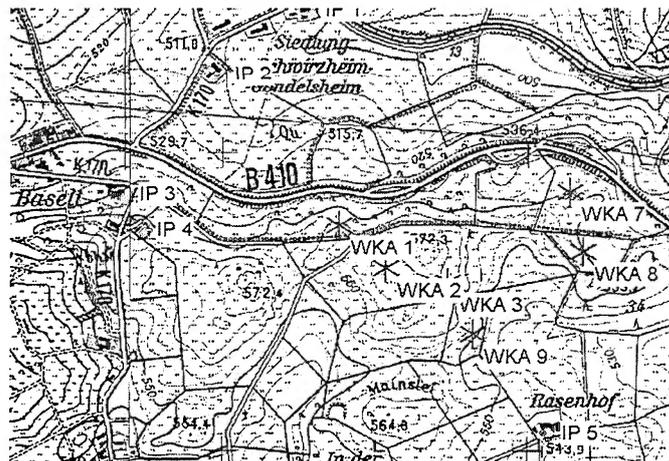
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
Faktor für Meteorologischer Dämpfungskoeffizient, C0: 1,0 dB

Die derzeit gültigen Immissionsrichtwerte richten sich nach der TA-Lärm jeweils für die entsprechenden Nachtwerte:

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

Liegen Einzeltöne (Ton-/Impulshaltigkeit) bei einzelnen WEA vor, wird für die WEA ein Zuschlag je nach Auffälligkeit von 0 dB, 3 dB oder 6 dB angesetzt.



Maßstab 1:25.000  
\* Existierende WEA    Schallkritisches Gebiet

### WEA

GK Zone: 2	Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ			Leistung	Rotord.	Höhe	Kreis- radius	Schallwerte		LWA,Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten
					Aktuell	Hersteller	Typ					Erzeuger	Name			
01	2.536.380	5.564.760	560	WKA 1	Nein	ENERCON	E-40/5.40	500	40,3	65,0	544,0	USER	Benutzerdefiniert	100,8	Nein	Nein
02	2.536.535	5.564.614	567	WKA 2	Ja	ENERCON	E-40/6.44	600	44,0	65,0	660,0	USER	Benutzerdefiniert	100,8	Nein	Nein
03	2.536.737	5.564.567	567	WKA 3	Ja	ENERCON	E-40/6.44	600	44,0	65,0	660,0	USER	Benutzerdefiniert	100,8	Nein	Nein
07	2.537.141	5.564.871	549	WKA 7	Ja	ENERCON	E-66 18.70	1.800	70,0	86,0	1.098,0	USER	Benutzerdefiniert	103,0	Nein	Nein
08	2.537.183	5.564.671	550	WKA 8	Ja	SÜDWIND	S 70	1.500	70,0	85,0	1.071,0	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
09	2.536.821	5.564.394	552	WKA 9	Ja	SÜDWIND	S 70	1.500	70,0	85,0	1.071,0	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Name	GK Zone: 2			Anforderungen Beurteilungspegel Anforderungen erfüllt?		
		Ost	Nord	Z	Schall [dB(A)]	Berechnet [dB(A)]	Schall
Nein	A IP 1	2.536.274	5.565.476	500	45,0	36,6	Ja
	B IP 2	2.535.979	5.565.271	510	45,0	36,7	Ja
	C IP 3	2.535.663	5.564.864	541	45,0	35,5	Ja
	D IP 4	2.535.717	5.564.742	554	45,0	36,5	Ja
	E IP 5	2.537.052	5.564.063	541	45,0	43,8	Ja

#### Abstände (m)

WEA	Schallkritisches Gebiet				
	C	D	E	A	B
01	725	663	968	724	649
02	908	828	755	901	860
03	1115	1035	594	1020	1034
07	1478	1430	813	1057	1229
08	1533	1468	622	1214	1345
09	1250	1158	403	1213	1216

Projekt:  
Fleringen

Ausdruck/Seite  
21.06.2003 13:29 / 1  
Lizenzierter Anwender:  
**CUBE Engineering GmbH**  
Ludwig-Erhard-Str. 10  
DE-34131 Kassel  
+49 561 34338  
Umwelt Husum  
21.06.2003 13:29/2.3.1.127

**DECIBEL - Hauptergebnis**

Berechnung: Zusatzbelastung

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

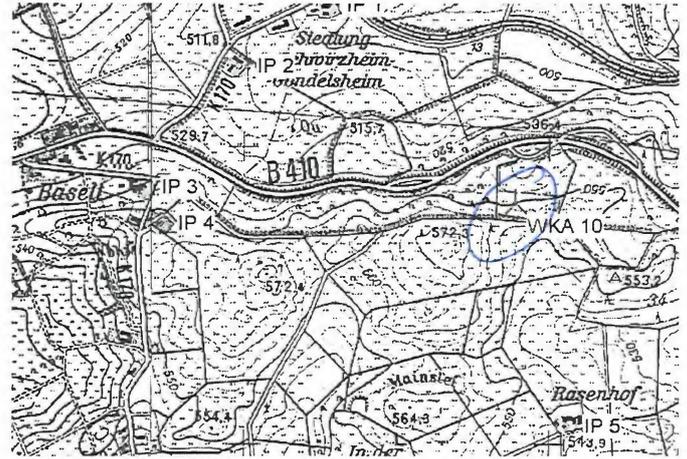
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
Faktor für Meteorologischer Dämpfungskoeffizient, C0: 1,0 dB

Die derzeit gültigen Immissionsrichtwerte richten sich nach der TA-Lärm jeweils für die entsprechenden Nachtwerte:

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

Liegen Einzeltöne (Ton-/Impulshaltigkeit) bei einzelnen WEA vor, wird für die WEA ein Zuschlag je nach Auffälligkeit von 0 dB, 3 dB oder 6 dB angesetzt.



Maßstab 1:25.000  
 1 Neue WEA  
 2 Schallkritisches Gebiet

**WEA**

GK Zone: 2		WEA Typ			Schallwerte										
Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.	Höhe	Kreisradius	Erzeuger	Name	LWA, Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh.
		[m]		Ja			[kW]	[m]	[m]	[m]			[dB(A)]		Daten
10	2.536.889	5.564.810	550 WKA 10	Ja	ENERCON	E-66/18.70	1.800	70,0	86,0	1.098,0	USER	Benutzerdefiniert	103,0	Nein	Nein

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Schallkritisches Gebiet		GK Zone: 2			Anforderungen Beurteilungspegel			Anforderungen erfüllt?
Nein	Name	Ost	Nord	Z	Schall	Berechnet	Schall	
				[m]	[dB(A)]	[dB(A)]		
	A IP 1	2.536.274	5.565.476	500	45,0	31,3	Ja	
	B IP 2	2.535.979	5.565.271	510	45,0	29,7	Ja	
	C IP 3	2.535.663	5.564.864	541	45,0	27,2	Ja	
	D IP 4	2.535.717	5.564.742	554	45,0	27,7	Ja	
	E IP 5	2.537.052	5.564.063	541	45,0	33,1	Ja	

**Abstände (m)**

WEA	
SKG	10
A	907
B	1020
C	1227
D	1174
E	764

Projekt:  
Fleringen

Ausdruck/Seite  
21.06.2003 13:21 / 1  
Lizenzierter Anwender:  
**CUBE Engineering GmbH**  
Ludwig-Erhard-Str. 10  
DE-34131 Kassel  
+49 561 34338  
Umwelt Husum  
21.06.2003 13:21/2.3.1.127

## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

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

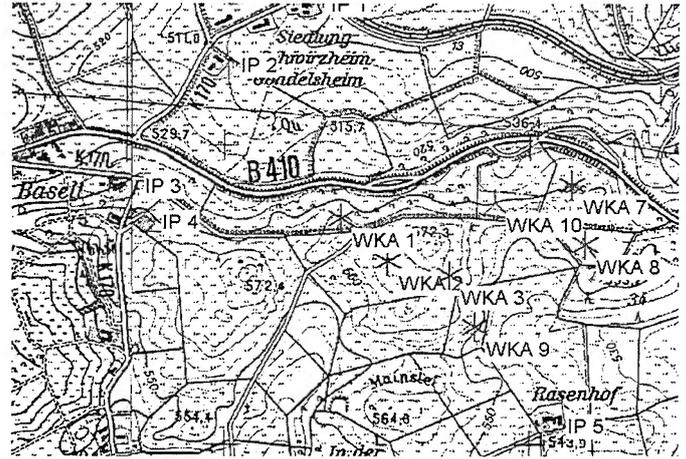
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s  
Faktor für Meteorologischer Dämpfungskoeffizient, C0: 1,0 dB

Die derzeit gültigen Immissionsrichtwerte richten sich nach der TA-Lärm jeweils für die entsprechenden Nachtwerte:

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

Liegen Einzeltöne (Ton-/Impulshaltigkeit) bei einzelnen WEA vor, wird für die WEA ein Zuschlag je nach Auffälligkeit von 0 dB, 3 dB oder 6 dB angesetzt.



Maßstab 1:25.000  
 人 Neue WEA    \* Existierende WEA    ▣ Schallkritisches Gebiet

### WEA

GK Zone: 2	Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ		Leistung	Rotord.	Höhe	Kreis- radius	Schallwerte		LWA, Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten	
					Aktuell	Hersteller					Typ	Erzeuger				Name
01	2.536.380	5.564.760	560	WKA 1	Nein	ENERCON	E-40/5.40	500	40,3	65,0	544,0	USER	Benutzerdefiniert	100,8	Nein	Nein
02	2.536.535	5.564.614	567	WKA 2	Ja	ENERCON	E-40/6.44	600	44,0	65,0	660,0	USER	Benutzerdefiniert	100,8	Nein	Nein
03	2.536.737	5.564.567	567	WKA 3	Ja	ENERCON	E-40/6.44	600	44,0	65,0	660,0	USER	Benutzerdefiniert	100,8	Nein	Nein
07	2.537.141	5.564.871	549	WKA 7	Ja	ENERCON	E-66 18.70	1.800	70,0	86,0	1.098,0	USER	Benutzerdefiniert	103,0	Nein	Nein
08	2.537.183	5.564.671	550	WKA 8	Ja	SÜDWIND	S 70	1.500	70,0	85,0	1.071,0	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
09	2.536.821	5.564.394	552	WKA 9	Ja	SÜDWIND	S 70	1.500	70,0	85,0	1.071,0	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
10	2.536.889	5.564.810	550	WKA 10	Ja	ENERCON	E-66/18.70	1.800	70,0	86,0	1.098,0	USER	Benutzerdefiniert	103,0	Nein	Nein

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Name	GK Zone: 2		Z	Anforderungen		Beurteilungspegel	Anforderungen erfüllt?
		Ost	Nord		Schall	Berechnet		
Nein				[m]	[dB(A)]	[dB(A)]		Schall
	A IP 1	2.536.274	5.565.476	500	45,0	37,7	Ja	
	B IP 2	2.535.979	5.565.271	510	45,0	37,5	Ja	
	C IP 3	2.535.663	5.564.864	541	45,0	36,1	Ja	
	D IP 4	2.535.717	5.564.742	554	45,0	37,0	Ja	
	E IP 5	2.537.052	5.564.063	541	45,0	44,2	Ja	

#### Abstände (m)

WEA	Schallkritisches Gebiet				
	C	D	E	A	B
01	725	663	968	724	649
02	908	828	755	901	860
03	1115	1035	594	1020	1034
07	1478	1430	813	1057	1229
08	1533	1468	622	1214	1345
09	1250	1158	403	1213	1216
10	1227	1174	764	907	1020

Projekt:

Fleringen

Ausdruck/Seite

21.06.2003 13:22 / 1

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Ludwig-Erhard-Str. 10

DE-34131 Kassel

+49 561 34338

Umwelt Husum

Berechnet:

21.06.2003 13:21/2.3.1.127

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse****Berechnung:** Gesamtbelastung**Voraussetzungen**

Beurteilungspegel L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
(wenn mit Bodendämpfung gerechnet wird, dann ist Dc = Omega)

LWA,ref:	Schalleistungspegel WKA
K:	Einzeltöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm:	die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr:	die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar:	die Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc:	die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet:	Meteorologische Korrektur

**Berechnungsergebnisse****Schallkritisches Gebiet: A IP 1****WEA**

Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
	01	724	734	44,9	Ja	31,39	100,8	3,00	68,31	1,39	2,67	0,00	0,00	72,38	0,03
	02	901	910	41,7	Ja	28,46	100,8	3,01	70,18	1,73	3,21	0,00	0,00	75,12	0,22
	03	1.020	1.028	38,4	Ja	26,79	100,8	3,01	71,24	1,95	3,51	0,00	0,00	76,71	0,31
	07	1.057	1.065	54,4	Ja	29,26	103,0	3,01	71,55	2,02	3,03	0,00	0,00	76,61	0,14
	08	1.214	1.221	46,7	Ja	27,81	103,6	3,01	72,74	2,32	3,48	0,00	0,00	78,54	0,26
	09	1.213	1.220	36,1	Ja	27,53	103,6	3,01	72,73	2,32	3,78	0,00	0,00	78,82	0,26
	10	907	916	53,7	Ja	31,26	103,0	3,01	70,24	1,74	2,77	0,00	0,00	74,75	0,00

Summe 37,71

**Schallkritisches Gebiet: B IP 2****WEA**

Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
	01	649	659	45,9	Ja	32,81	100,8	3,00	67,37	1,25	2,37	0,00	0,00	70,99	0,00
	02	860	868	40,2	Ja	29,00	100,8	3,01	69,77	1,65	3,19	0,00	0,00	74,62	0,19
	03	1.034	1.041	36,8	Ja	26,58	100,8	3,01	71,35	1,98	3,58	0,00	0,00	76,90	0,32
	07	1.229	1.235	52,1	Ja	27,23	103,0	3,01	72,83	2,35	3,34	0,00	0,00	78,52	0,26
	08	1.345	1.350	45,4	Ja	26,46	103,6	3,01	73,61	2,57	3,64	0,00	0,00	79,82	0,33
	09	1.216	1.222	34,7	Ja	27,47	103,6	3,01	72,74	2,32	3,82	0,00	0,00	78,88	0,26
	10	1.020	1.027	52,1	Ja	29,67	103,0	3,01	71,23	1,95	3,05	0,00	0,00	76,23	0,11

Summe 37,49

**Schallkritisches Gebiet: C IP 3****WEA**

Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
	01	725	729	41,8	Ja	31,33	100,8	3,00	68,26	1,39	2,80	0,00	0,00	72,45	0,03
	02	908	912	38,2	Ja	28,30	100,8	3,01	70,20	1,73	3,35	0,00	0,00	75,28	0,23
	03	1.115	1.118	35,2	Ja	25,63	100,8	3,01	71,97	2,12	3,71	0,00	0,00	77,81	0,37
	07	1.478	1.481	50,7	Ja	24,78	103,0	3,01	74,41	2,81	3,62	0,00	0,00	80,85	0,38
	08	1.533	1.535	40,1	Ja	24,65	103,6	3,01	74,72	2,92	3,90	0,00	0,00	81,54	0,41
	09	1.250	1.253	36,8	Ja	27,20	103,6	3,01	72,96	2,38	3,79	0,00	0,00	79,13	0,28
	10	1.227	1.231	48,0	Ja	27,15	103,0	3,01	72,80	2,34	3,46	0,00	0,00	78,60	0,26

Summe 36,06

Projekt:

Fleringen

Ausdruck/Seite

21.06.2003 13:22 / 2

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering GmbH

Ludwig-Erhard-Str. 10

DE-34131 Kassel

+49 561 34338

Umwelt Husum

Berechnet:  
21.06.2003 13:21/2.3.1.127**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Gesamtbelastung

**Schallkritisches Gebiet: D IP 4****WEA**

Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
01	663	667	42,8	Ja	32,50	100,8	3,00	67,48	1,27	2,56	0,00	0,00	71,31	0,00
02	828	831	39,0	Ja	29,51	100,8	3,01	69,39	1,58	3,17	0,00	0,00	74,15	0,15
03	1.035	1.038	36,6	Ja	26,61	100,8	3,01	71,32	1,97	3,58	0,00	0,00	76,87	0,32
07	1.430	1.432	49,3	Ja	25,19	103,0	3,01	74,12	2,72	3,62	0,00	0,00	80,46	0,36
08	1.468	1.470	41,2	Ja	25,25	103,6	3,01	74,35	2,79	3,84	0,00	0,00	80,97	0,39
09	1.158	1.160	39,0	Ja	28,25	103,6	3,01	72,29	2,20	3,64	0,00	0,00	78,13	0,22
10	1.174	1.177	46,7	Ja	27,70	103,0	3,01	72,41	2,24	3,43	0,00	0,00	78,08	0,22

Summe 37,03

**Schallkritisches Gebiet: E IP 5****WEA**

Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
01	968	971	29,4	Ja	27,19	100,8	3,01	70,75	1,85	3,75	0,00	0,00	76,34	0,28
02	755	760	34,3	Ja	30,44	100,8	3,01	68,62	1,44	3,23	0,00	0,00	73,29	0,07
03	594	600	39,8	Ja	33,61	100,8	3,00	66,57	1,14	2,48	0,00	0,00	70,19	0,00
07	813	817	46,2	Ja	32,37	103,0	3,00	69,25	1,55	2,84	0,00	0,00	73,64	0,00
08	622	628	47,1	Ja	36,27	103,6	3,00	66,96	1,19	2,18	0,00	0,00	70,33	0,00
09	403	413	45,1	Ja	41,54	103,6	2,99	63,33	0,79	0,93	0,00	0,00	65,04	0,00
10	764	770	46,5	Ja	33,12	103,0	3,00	68,72	1,46	2,70	0,00	0,00	72,89	0,00

Summe 44,18

**DECIBEL - Fleringen 25K**

Berechnung: Gesamtbelastung Datei: Fleringen 25K.bmi



0 250 500 750 1000m

Karte: Fleringen 25K , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.536.900 Nord: 5.564.747

- ▲ Neue WEA     
 ★ Existierende WEA     
 ■ Schallkritisches Gebiet  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt
- 35 dB(A)     
 — 40 dB(A)     
 — 45 dB(A)     
 — 50 dB(A)



<b>WEA-Typ</b>		Enercon E-40/6.44		max. Tonhaltigkeit		max. Impulshaltigkeit	
Datum der letzten Aktualisierung		20.02.2003		bei		bei	
FGW		Bericht-Nr.		m/s		dB	
Vermessung 1		WICO 287SEA01/01	Qualität der Verm.	vermessene Nh			
Vermessung 2		WTKWK 1740/01	1,40 dB(A)	78,00 dB(A)			
Vermessung 3		WICO 207SE899	1,50 dB(A)	65,00 dB(A)			
			1,30 dB(A)	46,00 dB(A)			

WKA-Daten	3	1. Vermessung	2. Vermessung	3. Vermessung
Schalleistungspegel bei v10=10m/s od. 95% Pnenn	Lwa	100,1 dB(A)	100,8 dB(A)	100,7 dB(A)
Tonhaltigkeit	KTN	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit	KIN	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)

Standardwert Serienstreuung  
bei < 3  
Vermessungen 1,2 dB

Schalleistungspegel	Energetischer Mittelwert	L <sub>wa</sub>
		100,5 dB(A)

Zusammenfassung Standardabweichung und Unsicherheit für den 90% oberen Vertrauensbereich	Anzahl Vermessungen	
Berechnet nach CENELEC CLC/BTTF-2-WG4 Angabe laut Messbericht bzw. nimmt Vermessungsinstitut am Ringversuch teil	Standardabweichung aufgrund Serienstreuung	0,38 dB(A)
	Standardabweichung aufgrund Reproduzierbarkeit/ Messgenauigkeit	1,40 dB(A)
	<b>resultierende Standardabweichung Emission (Reproduzierbarkeit und Serienstreuung)</b>	<b>1,67 dB(A)</b>
	Standardabweichung Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2	1,50 dB(A)
	Gesamtstandardabweichung Immission einzelne WEA (Emission und Ausbreitung)	2,25 dB(A)
<b>Unsicherheit Immission einzelner WEA bei 90% oberem Vertrauensbereich</b>		<b>2,88 dB(A)</b>

Berechnet nach CENELEC CLC/BTTF-2-WG4

<b>WEA-Typ</b>	Enercon E-66/18.70		max. Tonhaltigkeit bei	max. Impulshaltigkeit bei
	Datum der letzten Aktualisierung	20.02.2003		
	FGW	Qualität der Verm.	m/s	m/s
Vermessung 1	WT KWK 1618/00	1,50 dB(A)		dB
Vermessung 2	Kötter 25716/1.001	0,50 dB(A)		
Vermessung 3	Kötter 26207-1001	1,50 dB(A)		
		vermessene Nh		
		65,00 dB(A)		
		65,00 dB(A)		
		65,00 dB(A)		

<b>WKA-Daten</b>	3	1. Vermessung	2. Vermessung	3. Vermessung
Schalleistungspegel bei v10=10m/s od. 95% P <sub>henn</sub>	L <sub>wa</sub>	102,7 dB(A)	103,0 dB(A)	103,0 dB(A)
Tonhaltigkeit	KTN	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit	KIN	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)

Standardwert Serienstreuung
bei < 3
Vermessungen
1,2 dB

<b>Schalleistungspegel</b>	Energetischer Mittelwert	L <sub>wa</sub>	102,9 dB(A)
----------------------------	--------------------------	-----------------	-------------

<b>Zusammenfassung Standardabweichung und Unsicherheit für den 90% oberen Vertrauensbereich</b>	Anzahl Vermessungen	3
	Standardabweichung aufgrund Serienstreuung	0,17 dB(A)
	Standardabweichung aufgrund Reproduzierbarkeit/ Messgenauigkeit	1,50 dB(A)
	<b>resultierende Standardabweichung Emission (Reproduzierbarkeit und Serienstreuung)</b>	<b>1,74 dB(A)</b>
	Standardabweichung Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2	1,50 dB(A)
	Gesamtstandardabweichung Immission einzelne WEA (Emission und Ausbreitung)	2,30 dB(A)
	<b>Unsicherheit Immission einzelner WEA bei 90% oberem Vertrauensbereich</b>	<b>2,94 dB(A)</b>
	Berechnet nach CENELEC CLC/BTTF-2-WG4	
	Angabe laut Messbericht bzw. nimmt Vermessungsinstitut am Ringversuch teil	
	Berechnet nach CENELEC CLC/BTTF-2-WG4	

<b>WEA-Typ</b>	Südwind S70	max. Tonhaltigkeit		max. Impulshaltigkeit	
	Datum der letzten Aktualisierung	21.06.2003	bei	bei	
FGW	Bericht-Nr.	vermessene Nh	m/s	dB	dB
Vermessung 1	WTG SE1028B2	Qualität der Verm.			
Vermessung 2	WTKWK 2183/02	0,74 dB(A)			
Vermessung 3	WTG SE02005ZB1	0,50 dB(A)			
		?			

<b>WKA-Daten</b>	3	1. Vermessung	2. Vermessung	3. Vermessung
Schalleistungspegel bei v10=10m/s od. 95% Pnenn	Lwa	102,6 dB(A)	103,6 dB(A)	102,6 dB(A)
Tonhaltigkeit	KTN	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit	KIN	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)

Standardwert Serienstreuung  
bei < 3  
Vermessungen 1,2 dB

0

<b>Schalleistungspegel</b>	Energetischer Mittelwert	L <sub>wa</sub>	103,0 dB(A)
----------------------------	--------------------------	-----------------	-------------

<b>Zusammenfassung Standardabweichung und Unsicherheit für den 90% oberen Vertrauensbereich</b>	Anzahl Vermessungen	3
	Standardabweichung aufgrund Serienstreuung	0,58 dB(A)
	Standardabweichung aufgrund Reproduzierbarkeit/ Messgenauigkeit	0,74 dB(A)
	<b>resultierende Standardabweichung Emission (Reproduzierbarkeit und Serienstreuung)</b>	<b>1,08 dB(A)</b>
	Standardabweichung Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2	1,50 dB(A)
	Gesamtstandardabweichung Immission einzelne WEA (Emission und Ausbreitung)	1,85 dB(A)
	<b>Unsicherheit Immission einzelner WEA bei 90% oberem Vertrauensbereich</b>	<b>2,37 dB(A)</b>

Berechnet nach CENELEC CLC/BTTF-2-WG4  
Angabe laut Messbericht bzw. nimmt  
Vermessungsinstitut am Ringversuch teil

Berechnet nach CENELEC CLC/BTTF-2-WG4



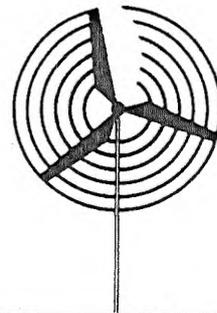
# WINDTEST

Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

Zusammenfassung der  
Messergebnisse zur  
Schallmessung Owschlag  
(Schleswig-Holstein)

Meßdatum: 19.12.2001

1. Nachtrag zu Kurzbericht WT 2093/02





**Südwind S70**

1. Nachtrag zu Kurzbericht WT 2093/02 vom 2002-02-04

<b>Standort bzw. Messort:</b>	Owschlag / Norby
<b>Auftraggeber:</b>	Südwind Energy GmbH Centroallee 265 46047 Oberhausen
<b>Auftragnehmer:</b>	WINDTEST KWK GmbH Sommerdeich 14b 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog
<b>Datum Auftragserteilung:</b>	2001-08-22
<b>Auftragsnummer:</b>	6020 01 01386 06

**Bemerkungen:**

Dieser 1. Nachtrag wird auf Grund einer fehlerhaften Nabhöhe im Bericht WT 2093/02 erstellt.

\* Der 95 %-Wert der Nennleistung beträgt 1425 kW entsprechend 8,8 m/s in 10 m Höhe,

\*\* Die Auswertung erfolgte gemäß Technischer Richtlinie bis 95% der Nennleistung.

**Technische Daten der Windenergieanlage:**

Typ: ..... S 70  
 Hersteller: ..... Südwind  
 Nennleistung: ..... 1500 kW  
 Nabhöhe über Grund: ..... 64,5 m  
 Nabhöhe über Fundamentoberkante: ..... 62,9 m  
 Leistungsregelung: ..... pitch  
 Turmbauart: ..... konischer Rohrmast  
 Rotordurchmesser: ..... 70 m  
 Rotorblattanzahl: ..... 3  
 Rotorblatthersteller: ..... LM  
 Rotorblatttyp: ..... LM 34.0  
 Rotordrehzahl(bereich): ..... 10,6 - 19 min<sup>-1</sup>  
 Getriebehersteller: ..... Flender  
 Getriebetyp: ..... komb. Stirnrad Planetengetriebe  
 Generatortyp: ..... asynchron, doppeltgespeist  
 Leistungskurve: ..... 11/99, WT KWK

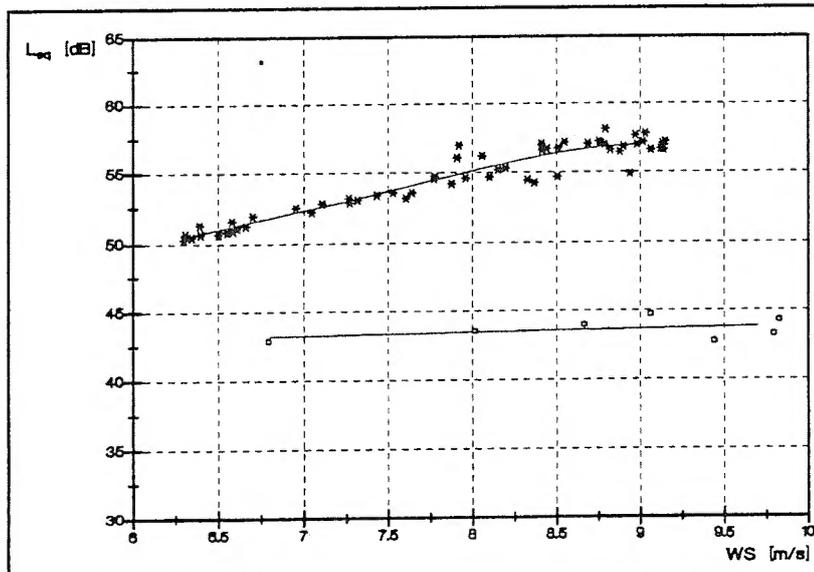
**Messgeometrie:**

Messentfernung R<sub>0</sub>: ..... 102 m  
 Fundamenthöhe h<sub>F</sub>: ..... 1,5 m  
 Mikrofonhöhe h<sub>A</sub>: ..... 0 m  
 Rotationsebene ⇒ Turmmittelpkt. d: ..... 3,15 m

**Messbedingungen:**

Messzeitraum: ..... 2001-12-19 11:00h – 18:00h  
 Windgeschwindigkeit in 10m Höhe,  
 1-min Mittel, WG<sub>10m</sub>: ..... 7,8 – 17,4 m/s  
 Windrichtung WR: ..... W  
 Elektr. Wirkleistung P<sub>w el.</sub> (1-s Wert): ... 560 - 1736 kW  
 Luftdruck p<sub>Luft</sub>: ..... 1020 hPa  
 Lufttemperatur T<sub>Luft</sub>: ..... 5 °C  
 Luftfeuchte: ..... 80 %rel.

**Bestimmung der Schalleistung nach FGW-Richtlinie \*\*::**



WS <sub>95%</sub>	6,0	7,0	8,0	8,8
L <sub>95%</sub> [dB]	49,6	52,3	55,1	56,9
L <sub>10%</sub> [dB]	43,0	43,2	43,4	43,6
L <sub>5%</sub> [dB]	48,5	51,7	54,8	56,7
L <sub>1%</sub> [dB]	95,4	98,6	101,7	103,6

table 1 : results L = f(WS)

reg.factor	reg.factor oper.	reg.factor backgr.
0	-3,3770991E-02	4,1697291E-01
1	2,1321567E+02	2,1866359E-01
2	-1,4510955E+01	0,0000000E+00
3	4,1454580E+00	0,0000000E+00
4	-1,4526174E-01	0,0000000E+00

table 2 : regression parameters

k = 0,72

Source file: WT\_02



**Südwind S70-1500kW WEA 70037**  
 Regression of L<sub>eq</sub> over Wind Speed

Site: Owschlag  
 Measurement: 2001-12-19  
 Standard: FGW/IEC  
 Data base: 1 Hz sampling  
 In charge: Dipl.-Ing. J. Naubert



1. Nachtrag zu Kurzbericht WT 2093/02 vom 2002-02-04

BIN [m/s]	BIN – Grenzen [m/s]	BIN – Mitte	Mittelungs- pegel $L_{Aeq}$ [dB]	Taktmaxima lpegel $L_{AFTm}$ [dB]	Berechneter Impulszuschlag $K_{IN}$ [dB]	Impulszuschlag nach FGW-Richtlinie [dB]
6	5,5 - 6,5	6,2	50,4	51,7	1,3	0
7	6,5 - 7,5	7,0	52,9	54,3	1,4	0
8	7,5 - 8,5	7,9	55,9	57,6	1,8	0
9	8,5 - 9,5	9,1	56,7	58,6	1,7	0
10	9,5 - 10,5		-	-	-	-

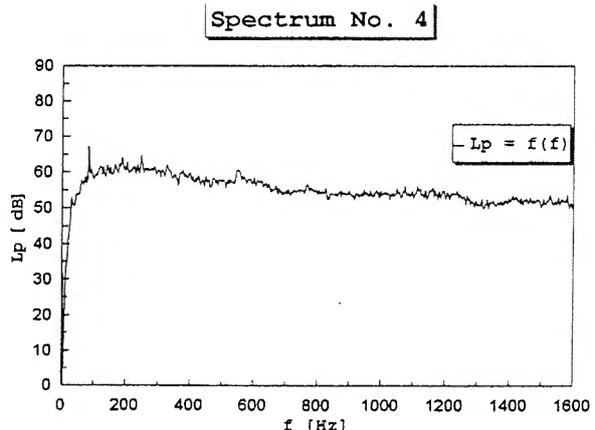
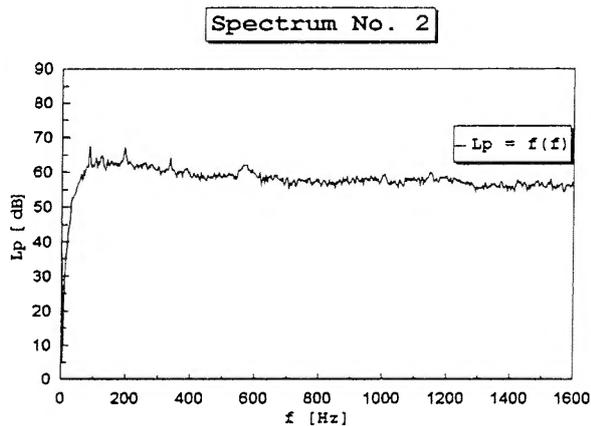
**Oktavanalyse für 8 m/s in 10m Höhe**

31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
46,6	67,4	79,7	89,4	94,9	96,8	96,2	92,2	81,1

**Oktavanalyse für 8,8<sup>m</sup> m/s in 10m Höhe:**

31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
47,7	68,7	81,3	91,1	96,8	98,9	98,0	93,8	82,2

**Bestimmung der Tonhaltigkeit nach FGW-Richtlinie / EDIN 45681 für Referenzbedingungen:**

 Repräsentative FFT - Spektren (links 8 m/s und rechts 8,8<sup>m</sup> m/s in 10 m Höhe):


Ergebnistabelle:

Windgeschwindigkeit [m/s]	6	7	8	8,8 <sup>m</sup>
Tonhaltigkeitszuschlag [dB]	0	0	0	0

**Bemerkungen:**

\*\* Die Windgeschwindigkeit bei 95% der Nennleistung beträgt 8,8 m/s.

Messung und Auswertung erfolgten gemäß FGW-Richtlinie. Abweichend von den Vorgaben wurden die Messergebnisse im Bericht in gekürzter Fassung dargestellt. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf das Ergebnis, da alle relevanten Daten hier dargestellt sind.

Bearbeiter:

  
 Dipl.-Ing. O. Kleesch


Geprüft:

  
 Dipl.-Ing. J. Neubert



Die Schalleistungspegel der ENERCON E-66 mit 1.800kW Nennleistung und 70m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

Anzahl	<u>Vermessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie			<u>ENERCON</u> <u>Garantie</u>
	1. Vermessung	2. Vermessung	3. Vermessung	
WEA	E-66/18.70 mit 65m NH	E-66/18.70 mit 98m NH	E-66/18.70 mit 86m NH	<b>Garantierter Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie</b>
Institut	WINDTEST KWK	KÖTTER Consulting Engineers	KÖTTER Consulting Engineers	
Bericht	WT1618/00 vom 21.12.2000	KÖTTER 25716 -1.001 vom 30.11.2001	KÖTTER 26207 -1.001 vom 28.05.2002	
65m NH	<b>102,7 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	
86m NH	<b>102,7 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0-1 dB
98m NH	<b>102,7 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0-1 dB
114m NH	<b>102,7 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0 dB	<b>103,0 dB(A)</b> 0-1 dB

- Die Schalleistungspegelvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit, wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 13, Stand 01.01.2000, Hamburg, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte), basierend auf der DIN EN61400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschimmissionen) mit Stand Februar 2000 durchgeführt. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen“, Stand Juli 1996). Zur Feststellung der Tonhaltigkeit wurde entsprechend der Technischen Richtlinie nach DIN 45681 (Entwurf, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren.
- Der Schalleistungspegel für 95% der Nennleistung bezieht sich nach FGW-Richtlinie auf die Referenzwindgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe.
- Aus den drei vorliegenden Meßberichten (WT1618/00, KCE 25716-1.001 und KCE 26207-1.001) lassen sich folgende energetische Mittelwerte bilden: Für den Schalleistungspegel ergibt sich ein Wert von  $L_{WA, 95\% \text{ Nennleistung, Mittel}} = 102,9\text{dB(A)}$ . In bezug auf die Standardabweichung wurde ein Wert von  $S_{95\% \text{ Nennleistung, Mittel}} = 0,2\text{db(A)}$  ermittelt.
- Umgerechnete Schalleistungspegelwerte für die genannten Nabenhöhen ergeben sich als Berechnung aus den Vermessungen der E-66/18.70 der jeweils vermessenen Nabenhöhe.
- ENERCON Anlagen gewährleisten bei ordnungsgemäßer Wartung aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.



Die Schalleistungspegel der ENERCON E-40 mit 600kW Nennleistung und 44m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

Nabenhöhe	<u>Gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag Für 8 m/s in 10 m Höhe WIND-consult		<u>ENERCON</u> <u>Garantie</u>	<u>Gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 10 m/s in 10 m Höhe WIND-consult		<u>ENERCON</u> <u>Garantie</u>
46 m	99,8 dB(A)	0 dB	100,0 dB(A) 0-1 dB	100,7 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB
50 m	99,9 dB(A)	0 dB	100,0 dB(A) 0-1 dB	100,7 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB
58 m	100,0 dB(A)	0 dB	100,5 dB(A) 0-1 dB	100,8 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB
65 m	100,1 dB(A)	0 dB	100,5 dB(A) 0-1 dB	100,8 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB
78 m	100,3 dB(A)	0 dB	100,5 dB(A) 0-1 dB	100,8 dB(A)	0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB

1. Diese Angaben beziehen sich auf die Schallemissionsmessungen an einer E-40 mit 600kW Nennleistung und einer Nabenhöhe von 46m durch die Ingenieurgesellschaft WIND-consult GmbH, Bargeshagen, gemäß deren Prüfbericht Nr. WICO 207SE899/01 vom 24.08.2000.
2. Die Schalleistungspegelvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit, wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technischer Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.); der DIN/IEC Richtlinien 88/48/CDV (Windenergieanlagen, Teil 10: Schallmeßverfahren); der IEA Empfehlung 3/1994, DIN 45641 Stand Juni 1990 (Mittelung von Schallpegeln); DIN 45645-1 Stand Juli 1996 (Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen) und Entwurf DIN 45681 Stand Januar 1992 (Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen) durchgeführt und beziehen sich auf eine Referenzwindgeschwindigkeit von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe.
3. Eine Meßgenauigkeit von < 2 dB(A) wird in den vorliegenden Meßberichten bestätigt.
4. Die Werte für 50m, 58m, 65m und 78m Nabenhöhe ergeben sich als Berechnung aus der Vermessung der E-40 mit 600kW Nennleistung und einer Nabenhöhe von 46m.
5. ENERCON Anlagen gewährleisten aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.

<b>ENERCON</b> <small>GmbH</small> <small>Druckhaus 1, Tel. 0241/2021-1</small> <small>Postfach 10, Fax 0241/2021-150</small>		<b>ENERCON</b> <b>Schalleistungspegel E-40</b>	Seite 1 v. 1
--	---	---	-----------------

Die Schalleistungspegel der ENERCON E-40 / 500 kW werden wie folgt angegeben:

Nabenhöhe	<u>gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 8 m/s in 10 m Höhe <b>KÖTTER</b>	ENERCON Garantie	<u>gemessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 10 m/s in 10 m Höhe <b>KÖTTER</b>	ENERCON Garantie
44 m	98,9 dB(A)    0 dB	98,3 dB(A) 0-1 dB	100,2 dB(A)    0 dB	101 dB(A) 0-1 dB
50 m	99,1 dB(A)    0 dB	98,5 dB(A) 0-1 dB	100,4 dB(A)    0 dB	101 dB(A) 0-1 dB
55 m	99,2 dB(A)    0 dB	99,0 dB(A) 0-1 dB	100,5 dB(A)    0 dB	101 dB(A) 0-1 dB
65 m	99,5 dB(A)    0 dB	99,0 dB(A) 0-1 dB	100,8 dB(A)    0 dB	101 dB(A) 0-1 dB

1. Diese Angaben beziehen sich auf die Schalleistungspegelvermessungen der E-40 durch das Ingenieurbüro Kötter Beratende Ingenieure, Rheine entsprechend dem neuesten Meßbericht 23554-2.002 vom 03.03.1998 und gelten für 8 m/s und 10 m/s in 10 m Höhe, wobei eine Meßgenauigkeit von < 2 dB(A) im o.g. Bericht bestätigt wird.
2. Die Schalleistungspegelvermessungen wurden entsprechend dem Entwurf DIN IEC 88/48/CDV ("Klassifikation VDE 0127, Teil 10 - Windenergieanlagen, Teil 10: Schallmeßverfahren - Ausgabe März 1996"), der IEA-Empfehlung ("Recommended Practices For Wind Turbine Testing, 4. Acoustics: Measurements of Noise Emission From Wind Turbines" 3. Ausgabe 1994), sowie dem DIN Entwurf 45681 ("Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen" Ausgabe Januar 1992) durchgeführt.
3. Aufgrund einer geänderten Betriebsweise, sowie im Hinblick auf die angegebene Meßgenauigkeit garantiert die Firma ENERCON geringere Schalleistungspegelwerte, als die vom Ingenieurbüro Kötter zertifizierten.

ENERCON Anlagen gewährleisten mit ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallgrenzwerte während der gesamten Lebensdauer der Anlagen eingehalten werden.

4. Die konstruktive Bauweise der ENERCON Anlagen (keine schnelldrehenden Teile - somit kein mechanischer Verschleiß) gewährleistet, daß eine Erhöhung des Maschinengeräusches während der gesamten Anlagenlebensdauer ausgeschlossen werden kann.