



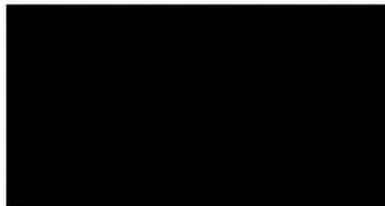
# Schallgutachten

057-14-0506-03.02

**Prognose der Schallimmissionen  
durch fünf Windenergieanlagen  
am Standort**

**Schenkelberg**

**Auftraggeber:**



**Erstellt am:** 11.08.2014

**Erstellt von:** SOLvent GmbH  
Lünener Str. 211  
D-59174 Kamen

**Tel. 02307 / 24 00 63 Fax 24 00 66**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ERGEBNISÜBERSICHT</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ERLÄUTERUNG DER VORGEHENSWEISE</b> .....	<b>7</b>
3.1	BETRACHTUNGEN ZUM SCHALLFELD .....	7
3.1.1	<i>Schallaus Schlag und Schallschnelle</i> .....	7
3.1.2	<i>Schalldruck</i> .....	9
3.1.3	<i>Schallpegel</i> .....	10
3.1.4	<i>Addition von Schallpegeln</i> .....	11
3.2	DAS MENSCHLICHE HÖREMPFINDEN.....	12
3.2.1	<i>Mittelungspegel</i> .....	12
3.2.2	<i>Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz</i> .....	12
3.2.3	<i>Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2</i> .....	15
3.3	SCHALLEMISSIONEN VON WINDENERGIEANLAGEN UNTER BAUORDNUNGSRECHTLICHEN GESICHTSPUNKTEN .....	16
<b>4</b>	<b>SCHALLGUTACHTEN</b> .....	<b>17</b>
4.1	PROGNOSEVERFAHREN .....	17
4.2	ORTSBESICHTIGUNG .....	18
4.3	DATEN DER BEURTEILTEN WINDENERGIEANLAGEN .....	18
4.4	DATEN DER MITBERÜCKSICHTIGTEN WINDENERGIEANLAGEN.....	19
4.5	EINWIRKUNGSBEREICH.....	22
4.6	DATEN DER BEURTEILTEN IMMISSIONSORTE .....	24
4.7	ZUSATZBELASTUNG.....	27
4.8	VORBELASTUNG.....	28
4.9	GESAMTBELASTUNG .....	29
4.10	QUALITÄT DER PROGNOSE .....	31
4.10.1	<i>Prognoseverfahren</i> .....	31
4.10.2	<i>Vermessungsberichte</i> .....	32
4.10.3	<i>Auswirkung der Produktionsstreuung</i> .....	34
4.10.4	<i>Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse</i> .....	35
<b>5</b>	<b>ABSCHLUSSERKLÄRUNG</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>38</b>

# 1 Aufgabenstellung

Vom Auftraggeber dieser Ausarbeitung ist beabsichtigt, fünf Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-92 2,3 MW mit einer Nabenhöhe von 138,4 m am Standort

## **Schenkelberg**

zu errichten.

Aufgabe dieses Gutachtens ist die Beurteilung der zu erwartenden Schallimmission auf die benachbarte Wohnbebauung unter Berücksichtigung der geplanten fünf Windenergieanlagen und 21 weiteren, zum Teil bereits bestehenden, zum Teil genehmigten, Windenergieanlagen der folgenden Typen:

- 12 x ENERCON E-70 E4 mit 113,5 m Nabenhöhe (bestehende Anlagen)
- 1 x ENERCON E-82 mit 138,4 m Nabenhöhe (bestehende Anlage)
- 2 x WIND WERKE VT 110 mit 137,6 m Nabenhöhe (genehmigte Anlagen)
- 6 x WIND WERKE VT 110 mit 142,6 m Nabenhöhe (genehmigte Anlagen)

## 2 Ergebnisübersicht

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der fünf geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-92 2,3 MW mit einer Nabenhöhe von 138,4 m am Standort

### Schenkelberg

werden die Schallimmissionen auf die nächstgelegene Wohnbebauung untersucht. Zu betrachten sind dabei gemäß TA-Lärm die innerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlage gelegenen Wohngebäude. Die betrachteten Immissionsorte sind auf den Karten im Anhang gekennzeichnet und werden im Folgenden aufgeführt:

- IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18
- IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1
- IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2
- IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28
- IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10
- IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54
- IP 07 Mündersbach, Forststraße 17
- IP 08 Mündersbach, Großer Garten
- IP 09 Mündersbach, Erholungsheim

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt es sich um Wohngebäude auf dem Gebiet der Verbandsgemeinden Hachenburg und Selters, beide Westerwaldkreis, im Bundesland Rheinland-Pfalz.

Die betrachteten Immissionsorte werden schalltechnisch als Dorf- und Mischgebiete bzw. als Wohngebäude im Außenbereich (Nachrichtwert 45 dB(A)) sowie als Allgemeine Wohngebiete (Nachrichtwert 40 dB(A)) beurteilt.

Anhand der Prognose der Schallimmissionen wird die Einhaltung der in der Nacht geltenden Richtwerte nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) überprüft, die deutlich niedriger liegen als die am Tag geltenden Richtwerte.

Eine gesonderte Überprüfung der Tagrichtwerte ist deshalb nicht notwendig, da die von Windenergieanlagen ausgehenden Geräusche tags und nachts gleich laut sind.

Werden an dem betrachteten Standort fünf Windenergieanlagen des Typs

**ENERCON E-92 2,3 MW**

mit einer Nabenhöhe von 138,4 m errichtet, und setzt man für diesen Windenergieanlagentyp im **Normalbetrieb mit 2,3 MW Nennleistung** den vermessenen Schallleistungspegel von **107,9 dB(A)** an (darin enthalten ein Sicherheitszuschlag von 2,5 dB(A) (siehe Abschnitt 4.10.4)), so wird an den betrachteten Immissionsorten folgende Gesamtbelastung prognostiziert:

Schall-Immissionsort	Schall- immissions- wert incl. Sicherheits- zuschlag [dB(A)]	Beurteilung speigel [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18	37,6	38	40
IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1	42,0	42	45
IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2	37,4	37	45
IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28	33,8	34	40
IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10	32,2	32	45
IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54	34,4	34	40
IP 07 Mündersbach, Forststraße 17	41,1	41	40
IP 08 Mündersbach, Großer Garten	41,0	41	40
IP 09 Mündersbach, Erholungsheim	44,0	44	45

Bei der Berechnung der Immissionswerte wurde die Vorbelastung durch folgende 21 weitere Anlagen berücksichtigt:

- 12 x ENERCON E-70 E4 mit 113,5 m Nabenhöhe (bestehende Anlagen)
- 1 x ENERCON E-82 mit 138,4 m Nabenhöhe (bestehende Anlage)
- 2 x WIND WERKE VT 110 mit 137,6 m Nabenhöhe (genehmigte Anlagen)
- 6 x WIND WERKE VT 110 mit 142,6 m Nabenhöhe (genehmigte Anlagen)

An den Aufpunkten *IP 07* und *IP 08* wird der maßgebliche Richtwert von 40 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose leicht überschritten.

Der laut TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) maßgebliche Nachrichtwert von 40 dB(A) wird in der Zusatzbelastung nicht überschritten. In der Vorbelastung kommt es den Aufpunkten *IP 07* und *IP 08* ebenfalls zu leichten Überschreitungen.

Für Immissionsorte, an denen der Richtwert unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie der Prognoseunsicherheit überschritten wird, gilt, dass nach der TA-Lärm (Stand 26.08.1998) die Genehmigung der beurteilten Anlage bei geringfügiger Überschreitung des maßgeblichen Richtwertes nicht versagt

werden kann, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung, auf Grund der Vorbelastung, nicht mehr als 1 dB(A) beträgt. Dies ist dadurch sichergestellt, dass der relevante Richtwert nur unter der Berücksichtigung der Unsicherheiten der Prognose um maximal 1 dB(A) überschritten wird.

Der jeweils maßgebliche Richtwert von 45 dB(A) bzw. 40 dB(A) wird, auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose, an keinem der übrigen betrachteten Aufpunkte überschritten.

## 3 Erläuterung der Vorgehensweise

Neben den bekannten Schadstoffbelastungen der Luft, des Bodens und des Wassers sind wir zunehmend einer erheblichen Gefährdung durch Lärm ausgesetzt. Etwa 10 % der Bundesbürger sind häufig einem Lärmpegel von über 70 dB ausgesetzt, der nachweisbar das Risiko für Herzinfarkt erhöht. Die Lärmschwerhörigkeit ist zur häufigsten anerkannten Berufskrankheit geworden.

Jeder Schall, den wir als störend und unangenehm empfinden, wird als Lärm bezeichnet. Die Lautstärke ist der bedeutendste, aber nicht der einzige Einflussfaktor auf diese Empfindung. Auch die Einwirkungsdauer, die Frequenzzusammensetzung, die Tageszeit und die subjektive Einstellung der Person können maßgeblichen Einfluss auf die Schallempfindungen haben. Das Knattern eines Motorrads oder eines Presslufthammers stört uns, weil es große Schallpegel und damit hohe Lautstärken bewirkt. Das hohe Quietschen einer ungeölten Tür empfinden wir auch dann als unangenehm, wenn es verhältnismäßig leise ist. Auch das schwache, kaum hörbare Ticken einer Uhr oder das Tropfen eines Wasserhahns kann als lästig empfunden werden, wenn wir in aller Stille ein Buch lesen möchten. Laute Unterhaltungsmusik, die den Nachbarn stört, wird vom „Urheber“ als angenehm empfunden.

Vor diesem Hintergrund ist es von besonderer Wichtigkeit, dass eine an sich so umweltfreundliche Technologie, wie sie die Windkraft darstellt, nicht durch zu hohe Schallemissionen von Windenergieanlagen zu sogenannter „akustischer Umweltverschmutzung“ führt und dadurch insbesondere bei Anwohnern in Misskredit gerät. Hierzu wurden von den Herstellern in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, mit dem Erfolg, dass bei gleichzeitiger Vervierfachung der Anlagenleistungen die Schallemissionen etwa halbiert werden konnten.

Darüber hinaus ist eine Analyse der Schallausbreitung von Windenergieanlagen erforderlich, um die Höhe der Schallimmissionen an bestimmten Geländepunkten in verschiedenen Entfernungen von der Anlage zu ermitteln. Hierzu dient das vorliegende Gutachten.

### 3.1 Betrachtungen zum Schallfeld

Für das Verständnis der verhältnismäßig komplexen Thematik der individuellen akustischen Wahrnehmung einer Schallquelle ist eine Kenntnis der physikalischen Grundlagen der Akustik unumgänglich. Die Wahrnehmung des menschlichen Ohrs und deren Intensität, insbesondere aber die Frage, ob eine Schallwahrnehmung als störend empfunden wird ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, die im Folgenden erläutert werden.

#### 3.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle

Wird ein Raumgebiet durch eine Schallwelle erfasst, so schwingen die Teilchen des Übertragungsmediums um ihre Ruhelage, sie schlagen aus. Bei der Ausbreitung einer Schallwelle ändert sich zeitlich und räumlich periodisch der

Abstand der Teilchen zur Ruhelage (Schallausschlag), ihre Momentangeschwindigkeit sowie Druck und Dichte des Mediums. Die Momentangeschwindigkeit der Teilchen, die Schallschnelle  $v$ , gibt an, wie schnell sich die Teilchen um ihre Ruhelage bewegen. Sie ist nicht direkt messbar, da sich die akustischen Schwingungen mit den Wärmebewegungen überlagern.

Der Bereich der Schallschnelle ist außerordentlich groß. Während an der Reizschwelle bei einem Normton von 1.000 Hz Maximalwerte von  $v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s}$  erreicht werden können, sind an der Schmerzschwelle Momentangeschwindigkeiten bis zu  $0,25 \frac{m}{s}$  nicht selten. Die Größenordnung der Ausschlagamplitude der Teilchen liegt zwischen 20 pm an der Reizschwelle und etwa 1 nm an der Schmerzschwelle. Sofern die Teilchenschwingungen harmonisch sind, gilt für die zeitliche und räumliche Änderung ihrer *Auslenkung*  $y$  (*Schallausschlag*):

$$y = y_0 \cdot \sin(\omega(t - \frac{x}{c}))$$

Dabei bedeuten:

$y$  = Schallausschlag

$y_0$  = Ausschlagamplitude

$\omega$  =  $2\pi f$

$c$  = Schallgeschwindigkeit

Für die zeitliche Änderung der Schallschnelle  $v$  mit  $v = dy/dt$  gilt

$$v = y_0 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot (t - \frac{x}{c})) = v_0 \cdot \cos(\omega \cdot (t - \frac{x}{c}))$$

Dabei bedeuten:

$y_0$  = Ausschlagamplitude

$v_0$  = Schallschnellamplitude

Die *Schallschnellamplitude*  $v_0$  ist abhängig von der Ausschlagamplitude  $y_0$  und der Schallfrequenz. Es gilt:

$$v_0 = y_0 \cdot \omega$$

Da die Schallschnelle eine Wechselgröße ist, wird sie als Effektiv- oder Scheitelwert angegeben. Bei *harmonischen* Schwingungen gilt für den *Effektivwert*  $v_{eff}$ :

$$v_{eff} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

### 3.1.2 Schalldruck

Schallwellen breiten sich durch wechselnde Verdichtungen und Verdünnungen aus. Der Druck im Schallfeld schwankt dabei um den Wert des Ruhedruckes. Der Bereich des Schalldruckes ist ebenfalls außerordentlich groß.

An der Reizschwelle beträgt er lediglich 20  $\mu\text{Pa}$ , bei Zimmerlautstärke sind es bereits 20.000  $\mu\text{Pa}$ , und an der Schmerzschwelle werden sogar 60.000.000  $\mu\text{Pa}$  gemessen. Für den *Schalldruck*  $p$  gilt:

$$p = p_0 \cdot \sin(\omega(t - \frac{x}{c}))$$

Dabei bedeutet:

$p_0$  = Schalldruckamplitude

Schalldruck und Schallschnelle sind bei fortschreitenden Wellen phasengleich und verhalten sich proportional zueinander. Mit abnehmendem Schalldruck verringert sich in gleichem Maße die Schallschnelle. Da der Schalldruck eine Wechselgröße ist, wird er ebenfalls als Effektiv- oder Scheitelwert angegeben. Für den *Scheitelwert*  $p_0$  gilt:

$$p_0 = y_0 \cdot \omega \cdot \rho \cdot c = v_0 \cdot \rho \cdot c$$

Dabei bedeuten:

$p_0$  = Schalldruckamplitude

$y_0$  = Ausschlagamplitude

$\rho$  = Dichte des Mediums

$c$  = Schallgeschwindigkeit des Mediums

$v_0$  = Schallschnelleamplitude

Sofern die Druckschwankungen harmonisch sind, gilt für den *Effektivwert*  $p_{eff}$ :

$$p_{eff} = \frac{p_0}{\sqrt{2}}$$

### 3.1.3 Schallpegel

Da der Schalldruck durch einen außerordentlich großen Messbereich gekennzeichnet ist, gibt man ihn als Verhältnisgröße, als *Pegel* an. Der Schallpegel ist das Verhältnis aus gemessenem Schalldruck  $p$  zum Minimaldruck  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$  an der Reizschwelle. Der Quotient beider Größen wird auf eine logarithmische Skala abgebildet und zur besseren Handhabbarkeit mit einem Faktor versehen. Die so erhaltenen dimensionslosen Zahlenwerte werden mit dem Einheitsnamen *Bel*<sup>1</sup> belegt. Die Angabe erfolgt in Dezibel (dB). Der Schallpegel  $L$  ist demnach ein Maß für die (relativen) Druckschwankungen. Für seine quantitative Beschreibung wird die folgende Definitionsgleichung herangezogen:

$$L = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Dabei bedeuten:

$p$  = gemessener Schalldruck (Effektivwert)

$p_0$  = Bezugsdruck an der Reizschwelle ( $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ )

$I$  = gemessene Schallintensität

$I_0$  = Bezugsintensität an der Reizschwelle ( $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ )

Die obigen Gleichungen tragen in ihrer logarithmischen Form dem *Weber-Fechnerschen* Gesetz Rechnung. Es beinhaltet die Aussage, dass die *Empfindungsstärke*  $E$  proportional zum Logarithmus der *Intensität*  $I$  ansteigt. Die Anwendung der Gleichungen ergibt an der Reizschwelle bei einem *Schalldruck*  $p = 20 \mu\text{Pa}$  bzw. einer *Schallintensität*  $I = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  einen *Schallpegel* von  $L = 0 \text{ dB}$ . Bei zehnfacher Schallintensität von  $I_0$  beträgt der Schallpegel  $10 \text{ dB}$ . An der Schmerzschwelle wird bei einem Schalldruck von  $60 \text{ Pa}$  ein Pegel von  $130 \text{ dB}$  gemessen. Die Schallintensität beträgt dabei  $I_{\text{max}} \approx 10 \text{ W/m}^2$ .

Schallpegelwerte werden vielfach den Lautstärkeangaben gleichgesetzt. Das ist nur bedingt möglich, da unser Gehör nicht alle Frequenzen gleich stark empfindet. Die subjektiv empfundene Lautstärke ist abhängig von Amplitude und Frequenz der akustischen Schwingung. Nur für einen Normton  $f_N = 1.000 \text{ Hz}$  sind die Lautstärkeangaben (in Phon) mit den Dezibelwerten identisch. Für alle übrigen Frequenzen lässt sich der Zusammenhang zwischen Lautstärke und Schallpegel nach *Robinson* und *Dadson* (Abbildung 3-1) ermitteln.

<sup>1</sup> benannt nach dem amerikanischen Erfinder des Telefons A. G. Bell

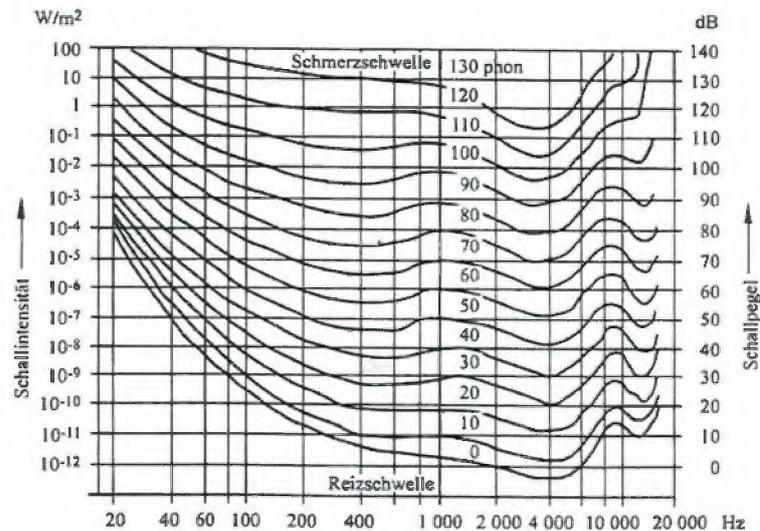


Abbildung 3-1, Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson

### 3.1.4 Addition von Schallpegeln

Hat man zu Hause „versehentlich“ die Stereoanlage bis an ihre Leistungsgrenze belastet, und die übrige Familie setzt sich durch Abschalten einer Lautsprecherbox zur Wehr, sinkt zwar der Schallpegel, aber Zimmerlautstärke wird dadurch keineswegs erreicht. Man muss sich nach wie vor die Ohren zuhalten.

Die Tatsache, dass sich die Lautstärke nicht proportional zur Anzahl der Schallquellen verhält, entspricht unseren Erfahrungen und lässt sich mit Hilfe des *Weber-Fechnerschen* Gesetzes begründen. Werden mehrere Schallpegel summiert, erhält man den resultierenden Gesamtpegel durch *energetische Addition*. Für den Gesamtpegel  $L_{ges}$  gilt:

$$L_{ges} = 10 \cdot \log\left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i}\right)$$

Für  $n$  gleichstarke Schallquellen vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$L_{ges} = L_1 + 10 \cdot \log(n)$$

Dabei bedeuten

$L_1$  = Schallpegel einer Schallquelle

$n$  = Anzahl der Schallquellen

eine Lautstärkeverdopplung wird somit nicht durch zwei gleichstarke Schallquellen erreicht, sondern erst bei zehnfacher Vergrößerung ihrer Anzahl. Statt der mathematischen Darstellung werden häufig die folgenden Merkgeln verwendet:

1. Die *Halbierung* oder *Verdoppelung* der Anzahl der Schallquellen vermindert oder erhöht den Pegel lediglich um 3 dB.
2. Einen um 10 dB verminderten Pegel empfinden wir als *halb so laut*.



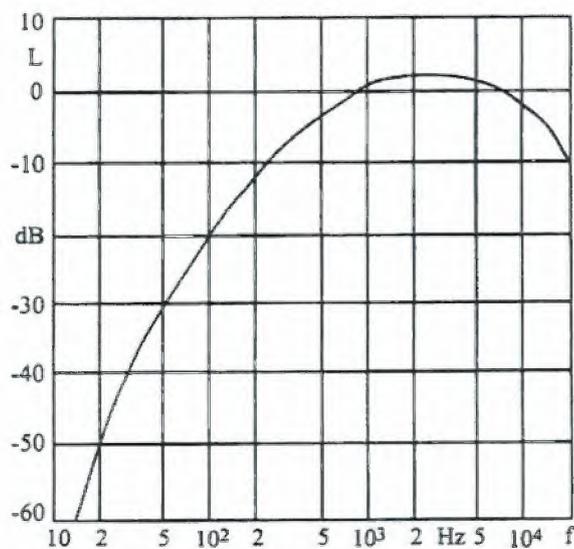


Abbildung 3-3, Dämpfungskurve des A-Filters

In der Praxis ist es üblich, Geräuschesituationen auf der Grundlage der A-Bewertung zu charakterisieren. Dieser Bewertungsmaßstab ist der Besonderheit unseres Gehörs angepasst, das für Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz besonders empfindlich ist. Der Einfluss der Frequenz auf unsere Lautstärkeempfindung ist an der Hörflächenkurve (Abbildung 3-4) ablesbar.

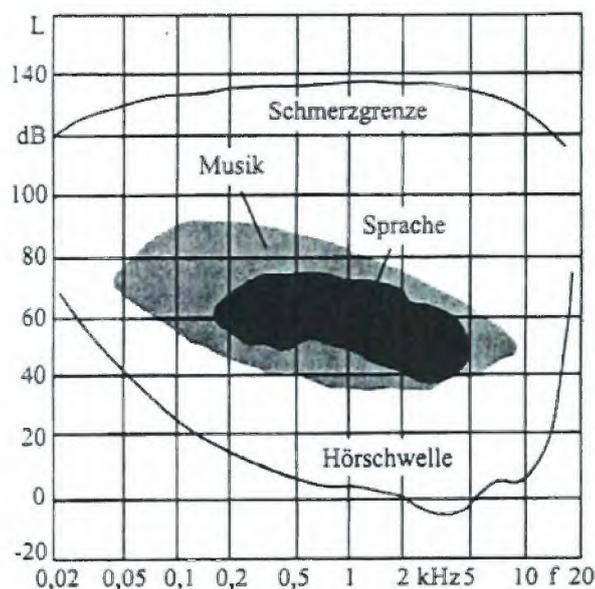


Abbildung 3-4, Hörfläche

Das A-Filter sorgt dafür, dass die mittleren Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz ungehindert passieren können und die höheren und tieferen Anteile unterdrückt werden (Abbildung 3-3). Damit bei Schallpegelangaben erkennbar ist, dass sie gehörrichtig vorgenommen worden sind, wird vielfach der dazugehörige Bewertungsmaßstab angegeben, z.B. 60 dB(A).

Schallquellen	Schalldruck in $\mu\text{Pa}$	Schallpegel in $\text{dB(A)}$	Schallintensität in $\text{W/m}^2$
Reizschwelle	20	0	$10^{-12} = 1 I_0$
Flüstern	200	20	$10^{-10} = 10^2 I_0$
Zimmerlautstärke	20.000	60	$10^{-6} = 10^6 I_0$
Verkehrslärm (stark)	200.000	80	$10^{-4} = 10^8 I_0$
Presslufthammer	600.000	90	$10^{-3} = 10^9 I_0$
Schmerzschwelle	60.000.000	130	$10^1 = 10^{13} I_0$

Tabelle 1, Beispiele für Schalldrücke, Schallpegel und Schallintensitäten

Schallpegelwerte werden mit Hilfe von Schallpegelmessern, die aus Mikrophon, Frequenzfilter, Verstärker und Anzeige bestehen (Abbildung 3-5), ermittelt. Das Mikrophon transformiert die Druckschwankungen in Spannungsschwankungen. Der nachgeschaltete Verstärker erhöht die Spannungswerte, so dass sie analog oder digital angezeigt werden können. Das Filter, zumeist ein A-Filter, realisiert die Frequenzbewertung.

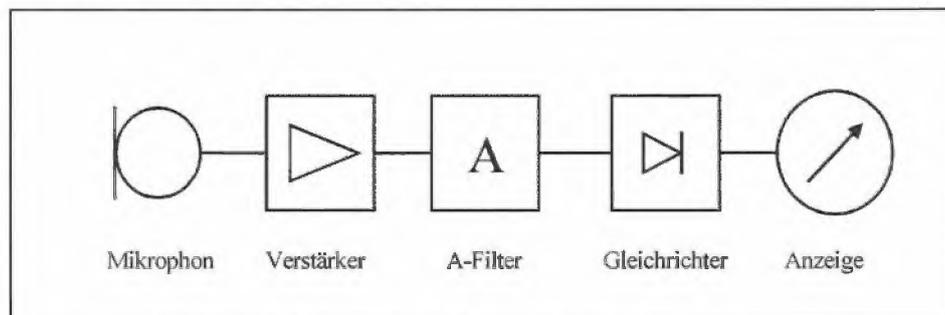


Abbildung 3-5, Blockschaltbild eines Schallpegelmessers

### 3.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2

In diesem Gutachten wird das *Alternative Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel* nach Abschnitt 7.3.2 des Entwurfs der DIN ISO 9613-2 (im Folgenden abgekürzt mit: DIN ISO 9613-2) angewendet.

Die Formel zur Schalldruckpegelberechnung einer Windenergieanlage lautet:

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

**L<sub>WA</sub>:** Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet..

**D<sub>C</sub>:** Richtungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D<sub>Ω</sub>:  $D_C = D_{\Omega} + 0$   
 Zusätzlich bedingt durch Reflexion am Boden gilt:  
 $D_{\Omega} = 10 \lg(1 + (d_p^2 + (h_s - h_r)^2) / (d_p^2 + (h_s + h_r)^2))$

Mit:

h<sub>s</sub>: Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h<sub>r</sub>: Höhe des Immissionspunktes über Grund

d<sub>p</sub>: Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger projiziert

**A:** Dämpfung zwischen der Punktquelle (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<sub>div</sub>: Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

A<sub>atm</sub>: Dämpfung durch die Luftabsorption:  $A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000$   
 α<sub>500</sub>: Absorptionskoeffizient der Luft (= 1,9 dB/km)

A<sub>gr</sub>: Bodendämpfung:  $A_{gr} = (4,8 - (2h_m) / d) [17 + 300 / d]$   
 Wenn A<sub>gr</sub> < 0 dann ist A<sub>gr</sub> = 0

A<sub>bar</sub>: Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz). Hier mit dem Wert 0 belegt.

A<sub>misc</sub>: Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). Hier mit dem Wert 0 belegt.

Der Schalleistungspegel von Windenergieanlagen liegt heute im Bereich zwischen 98 dB und 104 dB. Hierbei handelt es sich um einen theoretischen Wert, der sich ergäbe, wenn alle Schallquellen einer Windenergieanlage auf einen Punkt konzentriert würden.

Eine Erläuterung der genauen Vorgehensweise bei der Berechnung des Schallpegels nach der DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.9.269 Modul *Decibel*) befindet sich im angefügten Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang.

### 3.3 Schallemissionen von Windenergieanlagen unter bauordnungsrechtlichen Gesichtspunkten<sup>2</sup>

[...] In dem grundrechtrelevanten Bereich des Schutzes vor Lärmemissionen darf nur der Gesetzgeber absolute Grenzwerte festlegen. Die Rechtsqualität demokratisch legitimierter Parlamentsgesetze weisen die technischen Vorschriften augenfällig nicht auf. Somit kommt es auf die Konkretisierung der auch im Baurecht maßgebenden Erheblichkeitsschwelle des § 3 Abs. 1 BImSchG an. Erhebliche Belästigungen oder erhebliche Nachteile liegen danach vor, wenn die Lärmimmissionen einem vernünftigen Dritten anstelle des Lärmbetroffenen nicht zugemutet werden können. Die Bestimmung der Zumutbarkeit beruht dabei auf einer Bewertung der Lärmimmissionen und ihrer Auswirkungen, in die normative als auch faktische Faktoren einzustellen sind.

Bei der Bestimmung von Lärmgrenzwerten für Windenergieanlagen muss dabei eine simple Erkenntnis beachtet werden: Lärmimmissionen solcher Anlagen treten nie in einer unbelasteten (ruhigen) Situation auf, vielmehr lärmt die Anlage nur, wenn der Wind weht - und dieser produziert ebenfalls Geräuschimmissionen. Die Drehgeschwindigkeit des Rotors hängt von der Stärke des Windes ab und somit stehen Geräuschvorbelastung durch den Wind und Lärm der Windenergieanlage in untrennbarem Zusammenhang. Zudem ist festzustellen, dass das Windgeräusch den Lärm des Rotors überdecken kann. Die Lärmimmission durch die aerodynamische Umströmung des Rotors liegt im Grenzbereich von 1.000 Hz und sind als „Zisch“laute dem Windgeräusch ähnlich. [...] Nur soweit mechanische Geräusche des Triebstranges entstehen, können in der natürlichen Umgebung fremde und damit als belästigend empfundene Immissionen auftreten. Damit wird deutlich, dass der sog. Verdeckungseffekt von einer Vielzahl auch konstruktiver Bedingungen abhängt. ein allgemeiner Rechtssatz, dass Lärmimmissionen von Windenergieanlagen wegen des möglichen Verdeckungseffekts grundsätzlich keine den Nachbarn beeinträchtigenden Wirkungen zeitigen können, lässt sich nicht aufstellen.

Soweit eine Verdeckung der Lärmimmissionen durch das Windgeräusch eintritt, ist dies bei der Beurteilung der Zumutbarkeitsgrenze zu berücksichtigen. Hier gilt, dass nicht unzumutbar sein kann, was neben dem natürlichen Geräusch kaum erfahrbar ist.

Im Ergebnis kann im Hinblick auf eine Beeinträchtigung der Nachbarn durch Lärmimmissionen eine Versagung der Baugenehmigung kaum erfolgen. Durch technische Maßnahmen an der Windenergieanlage lassen sich zumeist erhebliche Lärmbeeinträchtigungen vermeiden. Die Verpflichtung, diese durchzuführen, kann dem Betreiber der Windenergieanlage durch Auflagen und sonstige Nebenbestimmungen (§ 36 Abs. 2 VwVfG) auferlegt werden.[...]

<sup>2</sup> aus Rechtliche Voraussetzungen und Grenzen der Erteilung von Baugenehmigungen für Windenergieanlagen, Prof. Dr. Albert von Mutius, Ordinarius für öffentliches Recht und Verwaltungslehre sowie Leiter des Lorenz-von-Stein-Instituts für Verwaltungswissenschaften der Universität Kiel

## 4 Schallgutachten

Der Standort

### Schenkelberg

liegt auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Selters, in den Ortsgemeinden Herschbach und Schenkelberg im Westerwaldkreis (Rheinland-Pfalz) auf einer Höhe von ca. 430 m bis ca. 450 m über NN.

Die beurteilten Anlagen sollen ca. 2,2 km nordnordwestlich der Ortslage Schenkelberg, ca. 2,6 km nordöstlich der Ortslage Herschbach, beide Verbandsgemeinde Selters, und ca. 2,4 km östlich der Ortslage Mündersbach, ca. 3,3 km südsüdöstlich der Ortslage Höchstenbach und ca. 2,0 km westsüdwestlich der Ortslage Steinebach an der Wied, Verbandsgemeinde Hachenburg, errichtet werden. Das Hauptsiedlungsgebiet der Stadt Hachenburg liegt ca. 6,0 km nordnordöstlich der geplanten Anlagen.

Der betrachtete Standort schließt sich südlich unmittelbar an den Windpark auf dem 478 m über NN hohen *Hartenfelser Kopf* an. Er befindet sich im *Höchstenbacher Wald* im *Dreifelder Weiherland*, *Oberwesterwald*, an der Grenze zum *Unteren Westerwald*.

Die unmittelbare Umgebung des Standorts wird überwiegend forstwirtschaftlich genutzt. Im weiteren Umfeld gibt es außerdem Äcker und Grünland.

Bei der Prognose der Schallimmissionen der beurteilten Windenergieanlagen wird die nächstgelegene Wohnbebauung betrachtet. Es handelt sich dabei um Wohngebäude auf dem Gebiet der Verbandsgemeinden Hachenburg und Selters, beide Westerwaldkreis, im Bundesland Rheinland-Pfalz.

Anhand der Prognose der Schallimmissionen wird die Einhaltung der in der Nacht geltenden Richtwerte nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) überprüft, die deutlich niedriger liegen als die am Tag geltenden Richtwerte. Da die von Windenergieanlagen ausgehenden Geräusche tags und nachts gleich laut sind, erübrigt sich somit die Frage, ob auch die Tagrichtwerte eingehalten werden.

### 4.1 Prognoseverfahren

Die im vorliegenden Gutachten dargestellte Schallimmissionsprognose für fünf geplante Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-92 mit einer Nabenhöhe von 138,4 m wurde mit Hilfe der Software WindPRO des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.9.269, Modul *Decibel*) durchgeführt. Diese Software stellt die Implementierung des detaillierten Prognoseverfahrens gemäß TA-Lärm vom 26.08.1998 (A.2.3.1) auf Basis der DIN ISO 9613-2 dar. Die genaue Beschreibung der implementierten Ausbreitungsrechnung ist dem Auszug aus der Programmdokumentation der Software WindPRO im Anhang zu entnehmen (Berechnung auf Basis von A-bewerteten Schalleistungspegeln und Berechnung auf Basis des Oktavspektrums). Im vorliegenden Fall wurde die Prognoseberechnung nach dem *Alternativen Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel* gemäß Abschnitt 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 auf Basis eines A-bewerteten Schalleistungspegels (keine oktavbezogenen Werte) durchgeführt.

## 4.2 Ortsbesichtigung

Der Standort wurde am 16.04.2012 um ca. 14:20 Uhr bei bewölktem, teils sonnigem Himmel mit guten Sichtverhältnissen vom Gutachter besucht. Diese Inaugenscheinnahme des Standortes und des umgebenden Terrains ist mit Fotos dokumentiert worden.

## 4.3 Daten der beurteilten Windenergieanlagen

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der fünf geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-92 2,3 MW mit einer Nabenhöhe von 138,4 m wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotor Ø [m]	UTM-Koordinaten*		Höhe über NN [m]	Verwendeter Schallleistungspegel [dB(A)]
				Ost	Nord		
E-92_01	ENERCON E-92 2,3 MW	138,4	92,0	32.412.611	5.606.251	436,7	107,9
E-92_02	ENERCON E-92 2,3 MW	138,4	92,0	32.412.904	5.606.525	451,0	107,9
E-92_03	ENERCON E-92 2,3 MW	138,4	92,0	32.413.268	5.606.750	448,8	107,9
E-92_04	ENERCON E-92 2,3 MW	138,4	92,0	32.413.510	5.606.593	430,1	107,9
E-92_05	ENERCON E-92 2,3 MW	138,4	92,0	32.413.658	5.606.317	438,0	107,9

\* Koordinatensystem in diesem Gutachten:  
UTM WGS84/ETRS 89 mit Zonenangabe im Ostwert

Schallleistungspegel **im Normalbetrieb mit 2,3 MW Nennleistung** (Betriebsmodus I) gemäß MÜLLER-BBM, Prüfbericht Nr. M111 164/01 vom 28.10.2013. Gemäß dieser Vermessung weist die Anlage einen maximalen Schallleistungspegel von 105,4 dB(A) auf. Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 2,5 dB(A) ergibt sich der in den Berechnungen verwendete Wert **107,9 dB(A)**. Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.

## 4.4 Daten der mitberücksichtigten Windenergieanlagen

Bei der Beurteilung der Immissionswerte werden die Schallimmissionen von 15 weiteren Anlagen in der Standortumgebung mit berücksichtigt.

Die Standortumgebung wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Es sind keine weiteren Vorbelastungen durch andere Schallquellen gegeben.

Für die mitberücksichtigten Windenergieanlagen werden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotor Ø [m]	UTM-Koordinaten*		Höhe über NN [m]	Verwendeter Schallleistungspegel [dB(A)]
				Ost	Nord		
WEA 01	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.242	5.607.040	460,0	103,0
WEA 02	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.212	5.606.803	472,8	103,0
WEA 03	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.406	5.606.401	466,3	103,0
WEA 04	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.375	5.607.488	442,8	103,0
WEA 05	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.590	5.607.279	470,0	103,0
WEA 06	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.667	5.607.051	482,7	103,0
WEA 07	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.784	5.606.821	483,8	103,0
WEA 08	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.415	5.607.940	435,4	103,0
WEA 09	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.766	5.607.824	474,0	103,0
WEA 10	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.412.944	5.607.680	475,0	103,0
WEA 11	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.413.106	5.607.454	461,3	103,0
WEA 12	ENERCON E-70 E4	113,5	71,0	32.413.184	5.607.231	458,6	103,0
WEA 13	ENERCON E-82	138,4	82,0	32.412.117	5.607.925	426,4	105,9
WEA 14	WIND WERKE VT 110	137,6	110,0	32.411.939	5.607.543	420,0	110,7
WEA 15	WIND WERKE VT 110	137,6	110,0	32.411.760	5.607.171	429,3	110,7
WEA 16	WIND WERKE VT 110	142,6	110,0	32.411.481	5.607.622	388,1	106,1
WEA 17	WIND WERKE VT 110	142,6	110,0	32.411.683	5.607.927	394,7	109,1

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotor Ø [m]	UTM-Koordinaten*		Höhe über NN [m]	Verwendeter Schallleistungspegel [dB(A)]
				Ost	Nord		
WEA 18	WIND WERKE VT 110	142,6	110,0	32.411.896	5.608.238	410,0	110,7
WEA 19	WIND WERKE VT 110	142,6	110,0	32.411.148	5.608.520	405,0	108,7
WEA 20	WIND WERKE VT 110	142,6	110,0	32.411.591	5.608.504	467,9	107,6
WEA 21	WIND WERKE VT 110	142,6	110,0	32.411.752	5.608.210	456,4	110,7

\* Koordinatensystem in diesem Gutachten:  
UTM WGS84/ETRS 89 mit Zonenangabe im Ostwert

Schallleistungspegel für die Anlagen des Typs ENERCON E-70 E4 gemäß Genehmigung der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord vom 29.06.2005.

Schallleistungspegel für die Anlage des Typs ENERCON E-82 gemäß Kötter Consulting Engineers KG, Prüfbericht Nr. 207542-02.02 vom 18.09.2008 als Zusammenfassung dreier Einzelberichte. Dieser Bericht gibt einen Schallleistungspegel von 103,8 dB(A) an. Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 2,1 dB(A) ergibt sich der in den Berechnungen verwendete Wert 105,9 dB(A).

Für sämtliche Messungen sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.

Schallleistungspegel für die Anlagen WEA 14 und WEA 15 des Typs WIND WERKE VT 110 gemäß Angaben zur Vorbelastung der Kreisverwaltung des Westerwaldkreises, Referat Umwelt und Naturschutz, (per e-mail am 07.09.2012 übermittelt von Herrn Glasner). Danach weisen diese Anlagen einen Schallleistungspegel von 106,1 dB(A) auf. Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von pauschal 4,6 dB(A) für unvermessene Anlagen, ergibt sich der in den Berechnungen verwendete Wert von 110,7 dB(A).

Schallleistungspegel für die Anlagen WEA 16 bis WEA 21 des Typs WIND WERKE VT 110 gemäß Angaben zur Vorbelastung der Kreisverwaltung des Westerwaldkreises, Referat Umwelt und Naturschutz, (per e-mail am 04.08.2014 übermittelt von Herrn Glasner). Danach weisen diese Anlagen die folgenden Schallleistungspegel im Nachtbetrieb auf:

- WEA 16: 101,5 dB(A)
- WEA 17: 104,5 dB(A)
- WEA 18: 106,1 dB(A)
- WEA 19: 104,1 dB(A)
- WEA 20: 103,0 dB(A)
- WEA 21: 106,1 dB(A)

Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von pauschal 4,6 dB(A) für unvermessene Anlagen, ergeben sich die in den Berechnungen verwendete Werte von:

- WEA 16: 106,1 dB(A)
- WEA 17: 109,1 dB(A)
- WEA 18: 110,7 dB(A)
- WEA 19: 108,7 dB(A)
- WEA 20: 107,6 dB(A)
- WEA 21: 110,7 dB(A)

## 4.5 Einwirkungsbereich

Für die Auswahl der zu betrachtenden Immissionsorte ist der Einwirkungsbereich der geplanten Anlage maßgeblich. D.h. es ist die Wohnbebauung zu beurteilen, die im Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen liegt.

Gemäß der anzuwendenden TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) Absatz 2.2 ist der Einwirkungsbereich einer Anlage durch die Fläche bestimmt, in der die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für die Fläche maßgeblichen Immissionsrichtwert liegt.

Für Dorf- und Mischgebiete sowie für Wohngebäude im Außenbereich gilt der Richtwert von 45 dB(A) und für Allgemeine Wohngebiete ein Wert von 40 dB(A) in der Nacht. Eine entsprechende Wohnbebauung befindet sich dann im Einwirkungsbereich einer Anlage, wenn die Anlage am Aufpunkt eine Schallimmission von mindestens 35 dB(A) bzw. 30,0 dB(A) verursacht.

Um festzustellen, welche Immissionsorte im Einwirkungsbereich der beurteilten Windenergieanlagen liegen, wurde zunächst die Ausbreitung der Schallimmissionen der beurteilten Anlagen allein, d.h. ohne Berücksichtigung von Vorbelastungen untersucht.

Die Zusatzbelastungsberechnung (s. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) zeigt, dass nicht alle der nächstgelegenen Wohnhäuser im Einwirkungsbereich beurteilten Anlagen befindet. Der Vollständigkeit halber werden dennoch sämtliche in der Zusatzbelastungsberechnung betrachteten Immissionsorte auch in den weiteren Berechnungen berücksichtigt.

Alle anderen Wohngebäude in der Umgebung sind weiter von dem beurteilten Anlagenstandort entfernt.

Die detaillierten Ergebnisse der Zusatzbelastungsberechnung finden sich im Anhang. Eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien folgt auf der nächsten Seite.

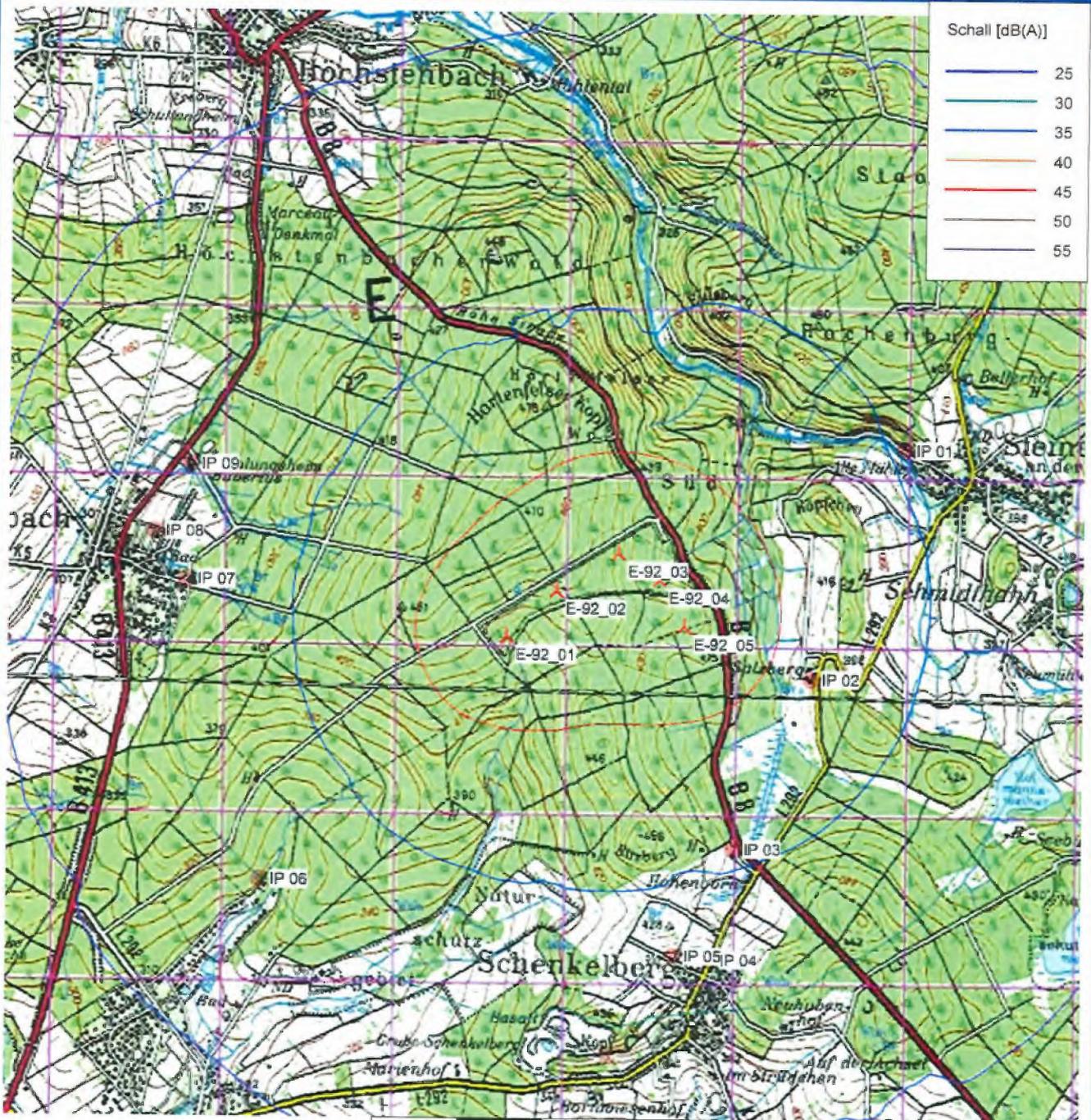
Projekt: Schenkelberg  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 11.08.2014 13:25 / 1  
 Lizenzierter Anwender:  
 SOLvent GmbH  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:18/2.9.269



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

Berechnung: Zusatzbelastung 5 x E-92 138,4m



▲ Neue WEA  
● Schall-Immissionsort  
 Karte: Schenkelberg 50000 , Maßstab 1:35.000, Mitte: ETRS 89 Zone: 32 Ost: 32.412.835 Nord: 5.606.684  
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

## 4.6 Daten der beurteilten Immissionsorte

Im Folgenden werden die beurteilten Immissionsorte näher beschrieben.

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt es sich um Wohngebäude auf dem Gebiet der Verbandsgemeinden Hachenburg und Selters, beide Westerwaldkreis, im Bundesland Rheinland-Pfalz.

Die betrachteten Immissionsorte werden schalltechnisch als Dorf- und Mischgebiete bzw. als Wohngebäude im Außenbereich sowie als Allgemeine Wohngebiete beurteilt. Dies bedeutet, dass an diesen Aufpunkten nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) ein Schallimmissionswert von 45 dB(A) bzw. von 40 dB(A) in der Nacht nicht überschritten werden darf.

An den im Gutachten betrachteten Immissionsorten treten keine zusätzlichen Schallreflexionen z.B. an benachbarten Gebäuden auf.

### Betrachtete Schall-Immissionsorte:

- **IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18**

Der Immissionspunkt *IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18* liegt im Nordosten der beurteilten Windenergieanlagen auf einer Höhe von ca. 380 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um das im Allgemeinen Wohngebiet gelegene, nordwestlichste Wohngebäude der Ortslage Steinebach an der Wied.

- **IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1**

Der Immissionspunkt *IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1* liegt im Osten der beurteilten Windenergieanlagen auf einer Höhe von ca. 410 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um ein Wohngebäude im Außenbereich.

- **IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2**

Der Immissionspunkt *IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2* liegt im Südosten der beurteilten Windenergieanlagen auf einer Höhe von ca. 420 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um ein Wohngebäude im Außenbereich.

- **IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28**

Der Immissionspunkt *IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28* liegt im Süden der beurteilten Windenergieanlagen auf einer Höhe von ca. 420 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um das nördlichste Wohngebäude im Allgemeinen Wohngebiet der Ortslage Schenkelberg.

- **IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10**

Der Immissionspunkt *IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10* liegt im Süden der beurteilten Windenergieanlage auf einer Höhe von ca. 420 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um das nördlichste Wohngebäude in dem schalltechnisch als Dorf- und Mischgebiet beurteilten Bereich der Ortslage Schenkelberg.

- **IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54**

Der Immissionspunkt *IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54* liegt im Südwesten der beurteilten Windenergieanlagen auf einer Höhe von ca. 335 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um das nordöstlichste Gebäude des Wochenendhausgebiets *Im Vogelsang* am Rand der Ortslage Herschbach. Dieser Immissionsort wird schalltechnisch als Allgemeines Wohngebiet beurteilt.

- **IP 07 Mündersbach, Forststraße 17**

Der Immissionspunkt *IP 07 Mündersbach, Forststraße 17* liegt im Westen der beurteilten Windenergieanlagen auf einer Höhe von ca. 350 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um das im Allgemeinen Wohngebiet gelegene, östlichste Wohngebäude der Ortslage Mündersbach.

- **IP 08 Mündersbach, Großer Garten**

Der Immissionspunkt *IP 08 Mündersbach, Großer Garten* liegt im Westen der beurteilten Windenergieanlage auf einer Höhe von ca. 335 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um das nordöstlichste Wohngebäude der Ortslage Mündersbach. Dieser Immissionsort wird schalltechnisch als Allgemeines Wohngebiet beurteilt.

- **IP 09 Mündersbach, Erholungsheim**

Der Immissionspunkt *IP 09 Mündersbach, Erholungsheim* liegt im Westnordwesten der beurteilten Windenergieanlage auf einer Höhe von ca. 335 m über NN. Bei diesem Immissionsort handelt es sich um ein Erholungsheim nördlich der Ortslage Mündersbach. Dieser Immissionsort wird schalltechnisch als Dorf- und Mischgebiet beurteilt.

In der folgenden Tabelle finden sich die UTM-Koordinaten der betrachteten Aufpunkte sowie die Entfernung zur nächsten beurteilten WEA in m:

Immissionsort	UTM-Koordinaten*		Höhe über NN (m)	Entfernung zur nächsten beurteilten WEA (m)
	Ost	Nord		
IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18	32.414.937	5.607.376	380,8	1.628 (E-92_04)
IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1	32.414.401	5.606.008	411,5	805 (E-92_05)
IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2	32.413.951	5.604.996	421,5	1.353 (E-92_05)
IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28	32.413.818	5.604.338	420,0	1.985 (E-92_05)
IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10	32.413.608	5.604.362	420,1	1.956 (E-92_05)

Immissionsort	UTM-Koordinaten*		Höhe über NN (m)	Entfernung zur nächsten beurteilten WEA (m)
	Ost	Nord		
IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54	32.411.174	5.604.792	332,7	2.048 (E-92_01)
IP 07 Mündersbach, Forststraße 17	32.410.737	5.606.574	351,5	1.902 (E-92_01)
IP 08 Mündersbach, Großer Garten	32.410.551	5.606.858	335,2	2.148 (E-92_01)
IP 09 Mündersbach, Erholungsheim	32.410.753	5.607.257	335,3	2.113 (E-92_01)

\* Koordinatensystem in diesem Gutachten:  
UTM WGS84/ETRS 89 mit Zonenangabe im Ostwert

## 4.7 Zusatzbelastung

An den beurteilten Immissionspunkten erzeugen die fünf geplanten Anlagen des Typs ENERCON E-92 2,3 MW mit 138,4 m Nabenhöhe folgende Schallimmissionen:

Schall-Immissionsort	Schall- immissions- wert incl. Sicherheits- zuschlag [dB(A)]	Beurteilung spiegel [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18	34,5	35	40
IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1	41,2	41	45
IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2	36,0	36	45
IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28	31,8	32	40
IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10	32,2	32	45
IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54	29,9	30	40
IP 07 Mündersbach, Forststraße 17	30,5	31	40
IP 08 Mündersbach, Großer Garten	29,4	29	40
IP 09 Mündersbach, Erholungsheim	29,8	30	45

Der jeweils maßgebliche Richtwert von 45 dB(A) bzw. 40 dB(A) wird unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose an keinem der Aufpunkte überschritten.

Der detaillierte Berechnungsbericht der Zusatzbelastungs-Berechnung und eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien findet sich im Anhang.

## 4.8 Vorbelastung

Die Umgebung des Standortes der geplanten Windenergieanlagen wird überwiegend forstwirtschaftlich genutzt. Im weiteren Umfeld gibt es außerdem Äcker und Grünland.

In der Umgebung der geplanten Windenergieanlagen werden folgende 21 weitere Windenergieanlagen als Vorbelastung berücksichtigt:

- 12 x ENERCON E-70 E4 mit 113,5 m Nabenhöhe (bestehende Anlagen)
- 1 x ENERCON E-82 mit 138,4 m Nabenhöhe (bestehende Anlage)
- 2 x WIND WERKE VT 110 mit 137,6 m Nabenhöhe (genehmigte Anlagen)
- 6 x WIND WERKE VT 110 mit 142,6 m Nabenhöhe (genehmigte Anlagen)

In der folgenden Tabelle werden die Schallpegel an den betrachteten Aufpunkten aufgeführt, die allein durch die 21 weiteren Anlagen (Vorbelastung) verursacht werden, d.h. ohne Berücksichtigung der geplanten Anlagen:

Schall-Immissionsort	Schall- immissions- wert incl. Sicherheits- zuschlag [dB(A)]	Beurteilung spe- gel [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18	34,6	35	40
IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1	34,3	34	45
IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2	32,0	32	45
IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28	29,4	29	40
IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10	30,0	30	45
IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54	32,4	32	40
IP 07 Mündersbach, Forststraße 17	40,7	41	40
IP 08 Mündersbach, Großer Garten	40,7	41	40
IP 09 Mündersbach, Erholungsheim	43,8	44	45

An den Aufpunkten *IP 07* und *IP 08* wird der maßgebliche Richtwert von 40,0 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose leicht überschritten.

Der jeweils maßgebliche Richtwert von 45,0 dB(A) bzw. 40 dB(A) wird, auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose, an keinem der übrigen betrachteten Aufpunkte überschritten.

Der detaillierte Berechnungsbericht der Vorbelastungs-Berechnung und eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien findet sich im Anhang.

## 4.9 Gesamtbelastung

An den betrachteten Immissionsorten wird die Schallbelastung durch die beurteilten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-92 mit 138,4 m Nabenhöhe **im Normalbetrieb mit 2,3 MW Nennleistung** und einem Schalleistungspegel von **107,9 dB(A)** (darin enthalten ein Sicherheitszuschlag von 2,5 dB(A) (siehe Abschnitt 4.10.4)) unter Berücksichtigung der Vorbelastung durch 21 weitere Anlagen bestimmt.

Unter den genannten Voraussetzungen werden, gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 und mit Hilfe der Software WindPRO (Version 2.9.269) des dänischen Softwareherstellers EMD, folgende Schalldruckpegel prognostiziert:

Schall-Immissionsort	Schall- immissions- wert incl. Sicherheits- zuschlag [dB(A)]	Beurteilung spiegel [dB(A)]	Richtwert [dB(A)]
IP 01 Steinebach, Wiedstraße 18	37,6	38	40
IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1	42,0	42	45
IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2	37,4	37	45
IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28	33,8	34	40
IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10	32,2	32	45
IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54	34,4	34	40
IP 07 Mündersbach, Forststraße 17	41,1	41	40
IP 08 Mündersbach, Großer Garten	41,0	41	40
IP 09 Mündersbach, Erholungsheim	44,0	44	45

An den Aufpunkten *IP 07* und *IP 08* wird der maßgebliche Richtwert von 40 dB(A) unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose leicht überschritten.

Der laut TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) maßgebliche Nachtrichtwert von 40 dB(A) wird in der Zusatzbelastung nicht überschritten. In der Vorbelastung kommt es den Aufpunkten *IP 07* und *IP 08* ebenfalls zu leichten Überschreitungen.

Für Immissionsorte, an denen der Richtwert unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie der Prognoseunsicherheit überschritten wird, gilt, dass nach der TA-Lärm (Stand 26.08.1998) die Genehmigung der beurteilten Anlage bei geringfügiger Überschreitung des maßgeblichen Richtwertes nicht versagt werden kann, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung, auf

Grund der Vorbelastung, nicht mehr als 1 dB(A) beträgt. Dies ist dadurch sichergestellt, dass der relevante Richtwert nur unter der Berücksichtigung der Unsicherheiten der Prognose um maximal 1 dB(A) überschritten wird.

Der jeweils maßgebliche Richtwert von 45 dB(A) bzw. 40 dB(A) wird, auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Prognose, an keinem der übrigen betrachteten Aufpunkte überschritten.

Der genaue Berechnungsbericht der Gesamtbelastung und eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien findet sich im Anhang.

## 4.10 Qualität der Prognose

### 4.10.1 Prognoseverfahren

Die Prognose wurde gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WindPRO (Version 2.9.269) erstellt. Diese Berechnung basiert auf vermessenen oder berechneten Schalleistungspegeln, die der FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) entsprechen.

Bezüglich der Genauigkeit des Prognoseverfahrens gibt die DIN-ISO 9613-2 einen Wert von +/- 3 dB als Maß für die geschätzte Genauigkeit an. Unter der Annahme, dass dieses Maß für die geschätzte Genauigkeit etwa einem Bereich von +/- 2 Standardabweichungen entspricht, ergibt sich eine geschätzte Standardabweichung des Prognosemodells von  $\sigma_{\text{Progn}} = 1,5 \text{ dB(A)}$ .

Die Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Schalldruckpegels einer Windenergieanlage (siehe auch Kapitel 2.2.3 in diesem Bericht) gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 enthält in ihrer allgemeinen Form Bestandteile, die als Dämpfungsmaße bezeichnet werden. Diese Dämpfungsmaße beschreiben die Reduzierung der Schallemissionen zwischen dem Emissionsort und dem Immissionsort. Diese Dämpfung ergibt sich aufgrund der geometrischen Ausbreitung, der Luftabsorption und der Bodendämpfung. Diese Dämpfungsmaße ( $A_{\text{div}}$ ,  $A_{\text{atm}}$ , und  $A_{\text{gr}}$ ) wurden, wie in Kapitel 2.2.3 dieser Ausarbeitung beschrieben, in der hier durchgeführten Prognose berücksichtigt.

Darüber hinaus gibt es eine Dämpfung durch den Bewuchs (Bewuchsdämpfung) und die Bebauung (Bebauungsdämpfung), die sich zwischen dem bewerteten Aufpunkt und der Schallquelle am Boden befinden sowie eine Dämpfung aufgrund von Abschirmung. Bei der hier durchgeführten Prognose sind diese Dämpfungsmaße ( $A_{\text{bar}}$  und  $A_{\text{misc}}$ ) unberücksichtigt geblieben (s. Kapitel 2.2.3 dieser Ausarbeitung sowie Auszug aus der Programmdokumentation der Software WindPRO, S. 304 ff.). D.h. es wird angenommen, dass keine Dämpfung durch Bewuchs, Bebauung oder Abschirmung vorhanden ist.

Aufgrund dieser Nicht-Berücksichtigung der genannten Dämpfungsmaße ist davon auszugehen, dass die in diesem Gutachten prognostizierten Werte höher liegen als die an den Aufpunkten tatsächlich auftretenden Immissionen.

Der Haupteinflussfaktor bei der Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Schalldruckpegels einer Windenergieanlage an einem Immissionsort ist der verwendete Schalleistungspegel der Windenergieanlage. Dieser Wert wird durch Vermessung einer bestehenden Windenergieanlage bestimmt. Während der Messung muss eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 Metern Höhe über Grund herrschen.

## 4.10.2 Vermessungsberichte

Für den geplanten Windenergieanlagentyp **ENERCON E-92 im Normalbetrieb** (Betriebsmodus I) mit **2,3 MW Nennleistung** liegen die Ergebnisse einer Vermessung gemäß FGW-Richtlinien (Technische Richtlinien, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- MÜLLER-BBM, Prüfbericht Nr. M111 164/01 vom 28.10.2013. Gemäß dieser Vermessung weist die Anlage einen maximalen Schallleistungspegel von 105,4 dB(A) auf.

Für die bestehenden Windenergieanlagen des Typs **ENERCON E-70 E4** ist gemäß Genehmigung der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord vom 29.06.2005 folgender Wert zulässig:

- Schallleistungspegel von **103 dB(A)**

Für den Windenergieanlagentyp **ENERCON E-82** liegt das Ergebnis dreier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor:

- Kötter Consulting Engineers KG, Prüfbericht Nr. 207542-02.02 vom 18.09.2008 als Zusammenfassung dreier Einzelberichte. Dieser Bericht gibt für die Nabenhöhe 138 m einen Schallleistungspegel von 103,8 dB(A) an (basierend auf folgenden Ergebnissen der drei Vermessungen: 103,4 dB(A); 103,8 dB(A) und 104,1 dB(A)).

Bei sämtlichen genannten Messungen ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.

Sämtliche genannten Messungen wurden unter typischen Bedingungen, entsprechend dem Messverfahren der DIN-EN61400-11 und unter Berücksichtigung der Randbedingungen der FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) durchgeführt. Das Messverfahren ist somit durch eine Standardabweichung von  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$  gekennzeichnet<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> s. Piorr, Detlef; Hillen, Richard; Jansen, Markus: Akustische Ringversuche zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen. Tagungsband der DAGA 2001. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., Berlin

Für den Anlagentyp **WIND WERKE VT 110** liegen keine Vermessungsberichte vor. Daher wird, wie im Bereich der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord bei unvermessenen Anlagen üblich, für diesen Anlagentyp die **Gesamtunsicherheit der Prognose pauschal mit 4,6 dB(A)** angenommen.

Für die genehmigten Windenergieanlagen WEA 14 und WEA 15 des Typs **WIND WERKE VT 110** liegen die Angaben zur Vorbelastung der Kreisverwaltung des Westerwaldkreises, Referat Umwelt und Naturschutz vor (per e-mail am 07.09.2012 übermittelt von Herrn Glasner). Danach weisen diese Anlagen einen Schalleistungspegel von 106,1 dB(A) auf.

Für die genehmigten Windenergieanlagen WEA 16 bis WEA 21 des Typs **WIND WERKE VT 110** liegen die Angaben zur Vorbelastung der Kreisverwaltung des Westerwaldkreises, Referat Umwelt und Naturschutz vor (per e-mail am 04.08.2014 übermittelt von Herrn Glasner). Danach weisen diese Anlagen die folgenden Schalleistungspegel im Nachtbetrieb auf:

- WEA 16: 101,5 dB(A)
- WEA 17: 104,5 dB(A)
- WEA 18: 106,1 dB(A)
- WEA 19: 104,1 dB(A)
- WEA 20: 103,0 dB(A)
- WEA 21: 106,1 dB(A)

### 4.10.3 Auswirkung der Produktionsstreuung

Für den Anlagentyp **WIND WERKE VT 110** wird auf eine Betrachtung einzelner Unsicherheitskomponenten verzichtet, da für diesen unvermessenen Anlagentyp die **Gesamtunsicherheit der Prognose pauschal mit 4,6 dB(A)** angenommen wird.

Für den Anlagentyp **ENERCON E-92 2,3 MW** liegt nur ein Vermessungsbericht vor. Für einfach vermessene Anlagen wird die *Unsicherheit der Produktionsstreuung* gemäß der Empfehlung „Schallimmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen – Empfehlung des Arbeitskreises Geräusche von Windenergieanlagen, Oktober 1999“ mit 2 dB angegeben. Unter dieser Voraussetzung und unter Annahme eines Konfidenzniveaus von 95% ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt, zu  $\sigma_P = 1,2$  dB.

Wie in Kapitel 4.10.2 ausgeführt, liegen für den Anlagentyp **ENERCON E-82** drei Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie, Teil 1 zur Bestimmung der Schallemissionswerte von Windenergieanlagen, Rev. 15, Stand 01.01.2004, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Kiel) vor.

Zur Bestimmung des Sicherheitszuschlages für die Serienstreuung einer dreifach vermessenen Windenergieanlage wird der Arbeitsentwurf der EN 50376 *Declaration of sound power level and tonality values of wind turbines* herangezogen.

Gemäß dieser Norm berechnet sich die Standardabweichung  $\sigma_P = s$  wie folgt:

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

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

Unter Verwendung der in Kapitel 4.10.2 genannten, drei einzelnen Vermessungswerte ergibt sich somit für den Anlagentyp **ENERCON E-82** folgende *Unsicherheit der Produktionsstreuung*:  $\sigma_P = 0,4$  dB.

#### 4.10.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse

Für den noch unvermessenen Anlagentyp **WIND WERKE VT 110** wird die **Gesamtunsicherheit der Prognose pauschal mit 4,6 dB(A)** angenommen.

Für die anderen Anlagentypen folgt die Berechnung der Gesamtunsicherheit aus den in den Abschnitten 4.10.1, 4.10.2 und 4.10.3 dargestellten Unsicherheitskomponenten:

Die Unsicherheit der gesamten Prognose wird unter den genannten Voraussetzungen durch folgende Standardabweichung beschrieben:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_{\text{R}}^2 + \sigma_{\text{P}}^2 + \sigma_{\text{Progn}}^2}$$

Die obere Vertrauensbereichsgrenze der Prognosewerte kann durch folgende Gleichung bestimmt werden:

$$L_0 = L_m + z * \sigma_{\text{ges}}$$

$L_m$  : prognostizierter Immissionswert

$z$  : Standardnormalvariable

Wird bei dieser Berechnung von normalverteilten Prognosefehlern und einem Konfidenzniveau von 90% ausgegangen, ist für die Standardnormalvariable  $z$  der Wert 1,28 anzusetzen.

Der Sicherheitszuschlag auf den Schalleistungspegel ist dann

$$e = z * \sigma_{\text{ges}} = 1,28 * \sigma_{\text{ges}}$$

Für den tatsächlichen Immissionswert  $L$  gilt demnach mit einer Wahrscheinlichkeit von 90%:

$$L = L_m \pm e.$$

Es ergeben sich die folgenden Gesamtunsicherheiten der Prognose:

Anlagentyp	$\sigma_{\text{R}}$	$\sigma_{\text{P}}$	$\sigma_{\text{Progn}}$	$\sigma_{\text{ges}}$	Sicherheitszuschlag $e = 1,28 * \sigma_{\text{ges}}$
ENERCON E-92 2,3 MW Planung	0,5 dB	1,2 dB	1,5 dB	2,0 dB	2,5 dB
ENERCON E-70 E4 Bestand	-	-	-	-	-
ENERCON E-82 Bestand	0,5 dB	0,4 dB	1,5 dB	1,6 dB	2,1 dB
WIND WERKE VT 110 weitere Planung	-	-	-	-	4,6 dB pauschal

Für die im Gutachten berücksichtigten Anlagentypen ergeben sich unter Berücksichtigung der jeweiligen Gesamtunsicherheiten die folgenden Schalleistungspegel:

Anlagentyp	Schalleistungspegel gemäß Vermessungsbericht / Herstellerangaben	Verwendeter Schalleistungspegel incl. Sicherheitszuschlag e
ENERCON E-92 2,3 MW	105,4 dB(A)	107,9 dB(A)
ENERCON E-70 E4 Bestand	103,0 dB(A) *	103,0 dB(A) *
ENERCON E-82 Bestand	103,8 dB(A)	105,9 dB(A)
WIND WERKE VT 110 (WEA 14, WEA 15, WEA 18, WEA 21)	106,1 dB(A)	110,7 dB(A)
WIND WERKE VT 110 (WEA 16)	101,5 dB(A)	106,1 dB(A)
WIND WERKE VT 110 (WEA 17)	104,5 dB(A)	109,1 dB(A)
WIND WERKE VT 110 (WEA 19)	104,1 dB(A)	108,7 dB(A)
WIND WERKE VT 110 (WEA 20)	103,0 dB(A)	107,6 dB(A)

\* Schalleistungspegel gemäß Genehmigung der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord vom 29.06.2005

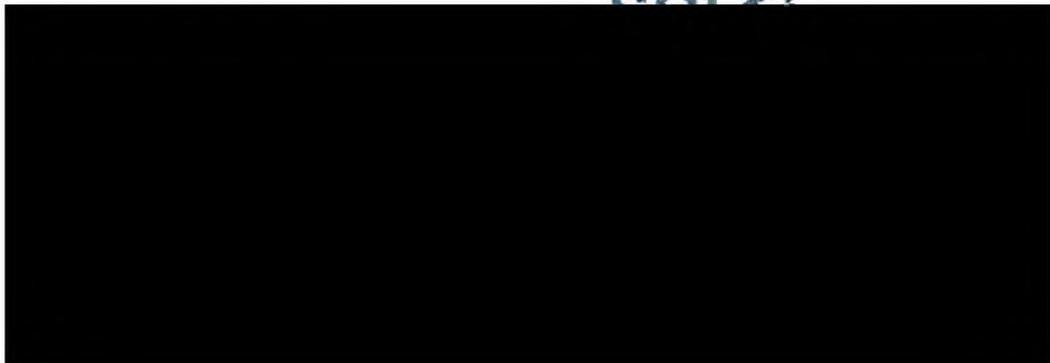
## 5 Abschlusserklärung

Es wird versichert, dass die vorliegenden Ermittlungen unparteiisch, gemäß dem Stand der Technik und nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt wurden. Die Datenerfassung, die zu diesem Gutachten geführt hat, wurde mit größtmöglicher Sorgfalt vorgenommen, alle Berechnungen mehrfach kontrolliert.

Die Berechnungen wurden gemäß der deutschen Norm DIN-ISO 9613-2 und der TA-Lärm vom 26.08.1998 mit der Software WindPRO (Version 2.9.269, Modul *Decibel*) durchgeführt.

Zwischen dem Auftraggeber und der Firma SOLvent GmbH bestehen weder personelle noch kapitalmäßige noch verwandtschaftliche Verflechtungen.

Kamen, 11. August 2014



## 6 Anhang

Es folgen:

- Die detaillierten Berechnungsberichte sowie zugehörige Karten mit ISO-Schalllinien für die Schallimmissionsprognose.
- Kopien der Unterlagen, die zur Bestimmung des Schallleistungspegels der geplanten Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-92 2,3 MW verwendet worden sind.
- Kopien der Unterlagen, die zur Bestimmung der Schallleistungspegel der weiteren Windenergieanlagen verwendet worden sind.
  - Angaben zur Vorbelastung seitens der Kreisverwaltung des Westerwaldkreises - Referat Umwelt und Naturschutz
  - Für den dreifach vermessenen Anlagentyp ENERCON E-82: Schallvermessungsbericht als Zusammenfassung von drei Einzelmessungen
- Auszug aus der Programmdokumentation der Software WindPRO

Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:21 / 1  
 Lizenzierter Anwender: **SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:18/2.9.269



## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung 5 x E-92 138,4m

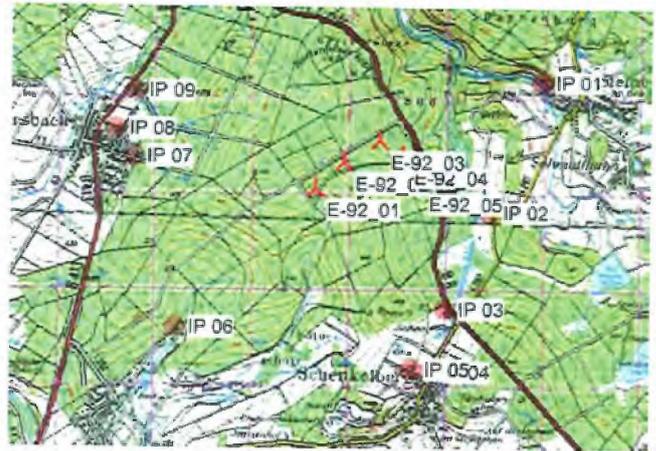
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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: 0,0 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 1:75.000  
 ▲ Neue WEA  
 ● Schall-Immissionsort

### WEA

ETRS 89 Zone: 32	Ost Nord		Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
	Ost	Nord			Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
E-92_01	32.412.611	5.606.251	436,7	E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER	107,9 dB(A) (Modus I 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_02	32.412.904	5.606.525	451,0	E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER	107,9 dB(A) (Modus I 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_03	32.413.268	5.606.750	448,8	E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER	107,9 dB(A) (Modus I 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_04	32.413.510	5.606.593	430,1	E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER	107,9 dB(A) (Modus I 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_05	32.413.658	5.606.317	438,0	E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER	107,9 dB(A) (Modus I 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	ETRS 89 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z [m]				
IP 01	Steinebach, Wiedstraße 18	32.414.937	5.607.376	380,8	5,0	40,0	34,5	Ja
IP 02	Steinebach, Hof Salzberg 1	32.414.401	5.606.008	411,5	5,0	45,0	41,2	Ja
IP 03	Schenkelberg, Hohenborn 2	32.413.951	5.604.996	421,5	5,0	45,0	36,0	Ja
IP 04	Schenkelberg, Heidestraße 28	32.413.818	5.604.338	420,0	5,0	40,0	31,8	Ja
IP 05	Schenkelberg, Heidebitz 10	32.413.608	5.604.362	420,1	5,0	45,0	32,2	Ja
IP 06	Herschbach, Im Vogelsang 54	32.411.174	5.604.792	332,7	5,0	40,0	29,9	Ja
IP 07	Mündersbach, Forststraße 17	32.410.737	5.606.574	351,5	5,0	40,0	30,5	Ja
IP 08	Mündersbach, Großer Garten	32.410.551	5.606.858	335,2	5,0	40,0	29,4	Ja
IP 09	Mündersbach, Erholungsheim	32.410.753	5.607.257	335,3	5,0	45,0	29,8	Ja

#### Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA				
	E-92_05	E-92_01	E-92_02	E-92_03	E-92_04
IP 01	1661	2584	2204	1783	1628
IP 02	805	1806	1584	1354	1066
IP 03	1353	1836	1853	1882	1657
IP 04	1985	2262	2370	2474	2276
IP 05	1956	2136	2275	2412	2233
IP 06	2915	2048	2449	2867	2950
IP 07	2932	1902	2168	2537	2773
IP 08	3154	2148	2376	2719	2971
IP 09	3053	2113	2272	2566	2836

Projekt: **Schenkelberg**  
Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:21 / 2  
Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
Lünener Straße 211  
DE-59174 Kamen  
+49 2307 240063  
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
Berechnet:  
06.08.2014 15:18/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Zusatzbelastung 5 x E-92 138,4mSchallberechnungs-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: 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 01 Steinebach, Wiedstraße 18

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]
E-92_01	2.584	2.591	63,3	Ja	22,76	107,9	3,01	79,27	4,92	3,96	0,00	0,00	88,15	0,00
E-92_02	2.204	2.213	74,7	Ja	25,16	107,9	3,01	77,90	4,21	3,64	0,00	0,00	85,75	0,00
E-92_03	1.783	1.794	82,6	Ja	28,21	107,9	3,01	76,08	3,41	3,22	0,00	0,00	82,70	0,00
E-92_04	1.628	1.638	74,7	Ja	29,28	107,9	3,01	75,29	3,11	3,23	0,00	0,00	81,63	0,00
E-92_05	1.661	1.671	75,4	Ja	29,02	107,9	3,01	75,46	3,18	3,25	0,00	0,00	81,89	0,00
Summe	34,51													

#### Schall-Immissionsort: IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1

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]
E-92_01	1.806	1.813	63,8	Ja	27,70	107,9	3,01	76,17	3,45	3,59	0,00	0,00	83,21	0,00
E-92_02	1.584	1.593	68,7	Ja	29,52	107,9	3,01	75,04	3,03	3,32	0,00	0,00	81,39	0,00
E-92_03	1.354	1.365	77,7	Ja	31,77	107,9	3,01	73,70	2,59	2,84	0,00	0,00	79,14	0,00
E-92_04	1.066	1.077	73,1	Ja	34,76	107,9	3,01	71,64	2,05	2,45	0,00	0,00	76,14	0,00
E-92_05	805	820	78,0	Ja	38,56	107,9	3,00	69,28	1,56	1,50	0,00	0,00	72,34	0,00
Summe	41,19													

#### Schall-Immissionsort: IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2

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]
E-92_01	1.836	1.842	65,4	Ja	27,52	107,9	3,01	76,31	3,50	3,58	0,00	0,00	83,39	0,00
E-92_02	1.853	1.860	69,4	Ja	27,46	107,9	3,01	76,39	3,53	3,52	0,00	0,00	83,44	0,00
E-92_03	1.882	1.889	74,9	Ja	27,36	107,9	3,01	76,52	3,59	3,44	0,00	0,00	83,55	0,00
E-92_04	1.657	1.663	71,3	Ja	29,01	107,9	3,01	75,42	3,16	3,33	0,00	0,00	81,90	0,00
E-92_05	1.353	1.361	77,5	Ja	31,80	107,9	3,01	73,68	2,59	2,84	0,00	0,00	79,10	0,00
Summe	36,00													

#### Schall-Immissionsort: IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28

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]
E-92_01	2.262	2.267	66,5	Ja	24,70	107,9	3,01	78,11	4,31	3,80	0,00	0,00	86,21	0,00
E-92_02	2.370	2.376	64,8	Ja	24,01	107,9	3,01	78,52	4,51	3,87	0,00	0,00	86,90	0,00
E-92_03	2.474	2.479	69,7	Ja	23,48	107,9	3,01	78,89	4,71	3,84	0,00	0,00	87,43	0,00
E-92_04	2.276	2.280	66,6	Ja	24,62	107,9	3,01	78,16	4,33	3,80	0,00	0,00	86,29	0,00
E-92_05	1.985	1.991	73,8	Ja	26,61	107,9	3,01	76,98	3,78	3,53	0,00	0,00	84,29	0,00
Summe	34,81													

Projekt: **Schenkelberg**  
Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite  
06.08.2014 15:21 / 3  
Lizenzierter Anwender  
**SOLvent GmbH**  
Lünener Straße 211  
DE-59174 Kamen  
+49 2307 240063  
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
Berechnet:  
06.08.2014 15:18/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Zusatzbelastung 5 x E-92 138,4mSchallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

### Schall-Immissionsort: IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10

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]
E-92_01	2.136	2.141	69,6	Ja	25,54	107,9	3,01	77,61	4,07	3,69	0,00	0,00	85,37	0,00
E-92_02	2.275	2.281	64,4	Ja	24,58	107,9	3,01	78,16	4,33	3,83	0,00	0,00	86,33	0,00
E-92_03	2.412	2.417	65,7	Ja	23,78	107,9	3,01	78,67	4,59	3,87	0,00	0,00	87,13	0,00
E-92_04	2.233	2.238	61,6	Ja	24,81	107,9	3,01	78,00	4,25	3,86	0,00	0,00	86,10	0,00
E-92_05	1.956	1.961	68,2	Ja	26,72	107,9	3,01	76,85	3,73	3,61	0,00	0,00	84,19	0,00
Summe	32,19													

### Schall-Immissionsort: IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54

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]
E-92_01	2.048	2.062	63,4	Ja	25,96	107,9	3,01	77,28	3,92	3,75	0,00	0,00	84,95	0,00
E-92_02	2.449	2.462	62,8	Ja	23,48	107,9	3,01	78,82	4,68	3,93	0,00	0,00	87,43	0,00
E-92_03	2.867	2.878	56,0	Ja	21,13	107,9	3,01	80,18	5,47	4,13	0,00	0,00	89,78	0,00
E-92_04	2.950	2.959	49,0	Ja	20,63	107,9	3,01	80,42	5,62	4,23	0,00	0,00	90,28	0,00
E-92_05	2.915	2.924	56,5	Ja	20,89	107,9	3,01	80,32	5,56	4,14	0,00	0,00	90,02	0,00
Summe	29,94													

### Schall-Immissionsort: IP 07 Mündersbach, Forststraße 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]
E-92_01	1.902	1.914	31,8	Ja	26,40	107,9	3,01	76,64	3,64	4,23	0,00	0,00	84,51	0,00
E-92_02	2.168	2.180	38,3	Ja	24,80	107,9	3,01	77,77	4,14	4,20	0,00	0,00	86,11	0,00
E-92_03	2.537	2.548	32,9	Nein	22,15	107,9	3,01	79,12	4,84	4,80	0,00	0,00	88,76	0,00
E-92_04	2.773	2.781	24,8	Nein	20,94	107,9	3,01	79,88	5,28	4,80	0,00	0,00	89,97	0,00
E-92_05	2.932	2.940	28,5	Nein	20,15	107,9	3,01	80,37	5,59	4,80	0,00	0,00	90,76	0,00
Summe	30,53													

### Schall-Immissionsort: IP 08 Mündersbach, Großer Garten

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]
E-92_01	2.148	2.160	36,5	Ja	24,89	107,9	3,01	77,69	4,10	4,22	0,00	0,00	86,02	0,00
E-92_02	2.376	2.389	41,9	Ja	23,60	107,9	3,01	78,57	4,54	4,20	0,00	0,00	87,30	0,00
E-92_03	2.719	2.730	35,1	Ja	21,64	107,9	3,01	79,72	5,19	4,36	0,00	0,00	89,27	0,00
E-92_04	2.971	2.980	25,5	Nein	19,97	107,9	3,01	80,48	5,66	4,80	0,00	0,00	90,94	0,00
E-92_05	3.154	3.163	29,3	Nein	19,10	107,9	3,01	81,00	6,01	4,80	0,00	0,00	91,81	0,00
Summe	29,37													

### Schall-Immissionsort: IP 09 Mündersbach, Erholungsheim

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]
E-92_01	2.113	2.126	38,3	Ja	25,14	107,9	3,01	77,55	4,04	4,18	0,00	0,00	85,77	0,00
E-92_02	2.272	2.286	37,4	Ja	24,15	107,9	3,01	78,18	4,34	4,24	0,00	0,00	86,76	0,00
E-92_03	2.566	2.578	31,6	Nein	21,99	107,9	3,01	79,22	4,90	4,80	0,00	0,00	88,92	0,00
E-92_04	2.836	2.845	21,8	Nein	20,62	107,9	3,01	80,08	5,41	4,80	0,00	0,00	90,29	0,00
E-92_05	3.053	3.062	25,1	Nein	19,57	107,9	3,01	80,72	5,82	4,80	0,00	0,00	91,34	0,00
Summe	29,78													

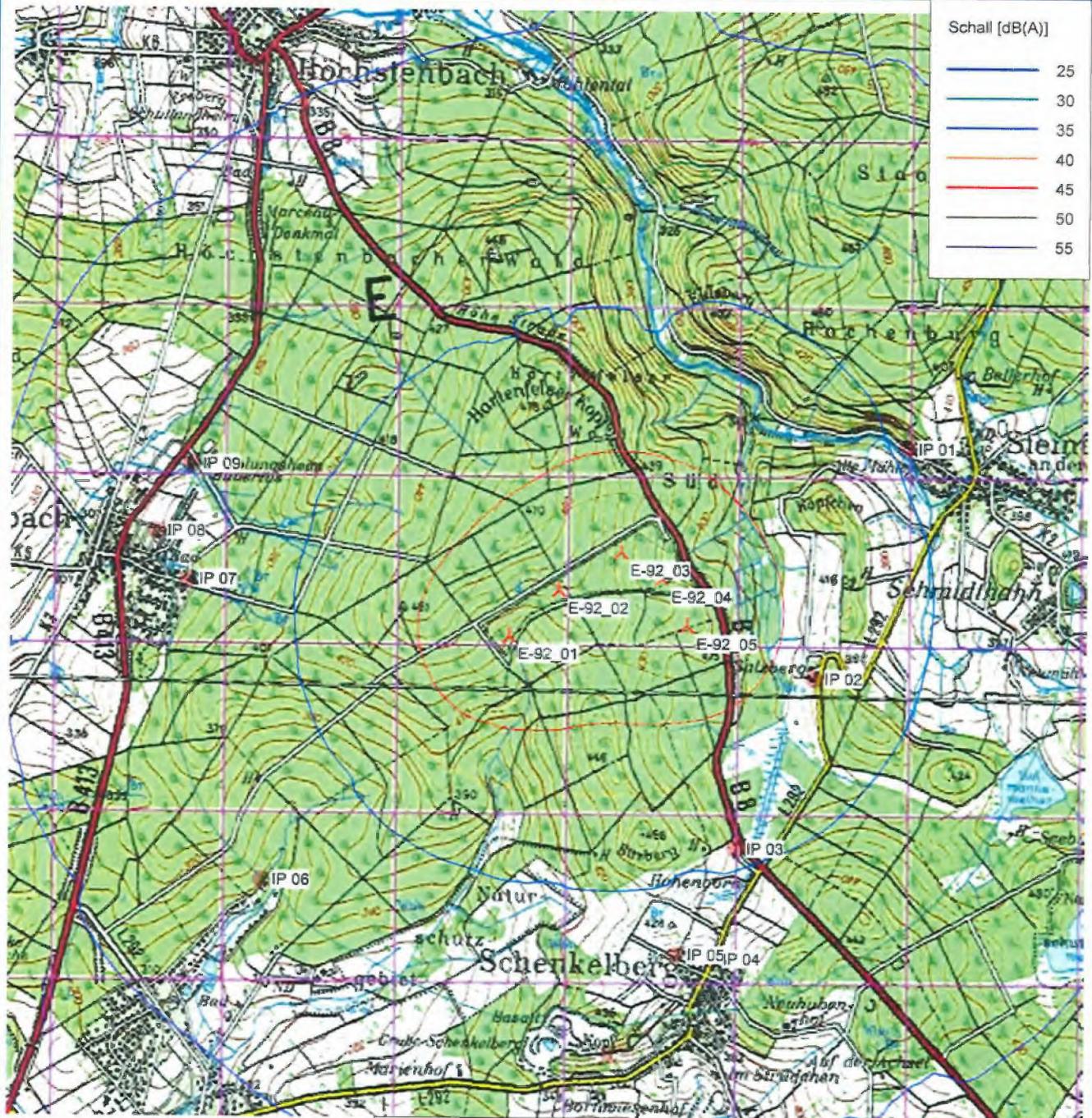
Projekt: Schenkelberg  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Setzt: 06.08.2014 15:21 / 4  
 Lizenzierter Anwender: SOLvent GmbH  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:18/2.9.269



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

Berechnung: Zusatzbelastung 5 x E-92 138,4m Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s



0 500 1000 1500 2000 m

▲ Neue WEA  
■ Schall-Immissionsort  
 Karte: Schenkelberg 50000, Maßstab 1:35.000, Mitte: ETRS 89 Zone: 32 Ost: 32.412.835 Nord: 5.606.684  
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

Projekt: Schenkelberg  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:24 / 1  
 Lizenzierter Anwender: SOLvent GmbH  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:10/2.9.269



## 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"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 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 1:100.000

\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

### WEA

ETRS 89 Zone: 32		Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
Ost	Nord			Aktuell	Hersteller					Quelle	Name			
WEA 01	32.412.242	5.607.040	460,0 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 02	32.412.212	5.606.803	473,2 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 03	32.412.406	5.606.401	466,3 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 04	32.412.375	5.607.488	442,8 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 05	32.412.590	5.607.279	470,0 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 06	32.412.667	5.607.051	482,9 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 07	32.412.784	5.606.821	483,6 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 08	32.412.415	5.607.940	435,4 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 09	32.412.766	5.607.824	474,3 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 10	32.412.944	5.607.680	475,0 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 11	32.413.106	5.607.454	461,3 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 12	32.413.184	5.607.231	458,6 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER	103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfelsler Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 13	32.412.117	5.607.925	426,4 E-82 2.0MW NH 138,...	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	138,4	USER	Köter 207542-02 02 Flach 103,8+2,1dB(A)	(95%)	105,9	0 dB
WEA 14	32.411.939	5.607.543	420,2 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	137,6	USER	110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB
WEA 15	32.411.760	5.607.171	429,3 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	137,6	USER	110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB
WEA 16	32.411.481	5.607.622	398,1 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	142,6	USER	105,1 dB(A) (101,5dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	106,1	0 dB
WEA 17	32.411.683	5.607.927	394,7 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	142,6	USER	109,1 dB(A) (104,5dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	109,1	0 dB
WEA 18	32.411.896	5.608.238	410,0 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	142,6	USER	110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB
WEA 19	32.412.148	5.608.520	405,0 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	142,6	USER	108,7 dB(A) (104,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	108,7	0 dB
WEA 20	32.412.591	5.608.504	467,9 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	142,6	USER	107,6 dB(A) (103,0dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	107,6	0 dB
WEA 21	32.412.752	5.608.210	456,4 VT 110 3,2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3-200	3.200	110,0	142,6	USER	110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	ETRS 89 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Schall [dB(A)]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z [m]					
IP 01	Steinebach, Wiedstraße 18	32.414.937	5.607.376	380,8	5,0	40,0	34,6	Ja	
IP 02	Steinebach, Hof Salzberg 1	32.414.401	5.606.008	411,5	5,0	45,0	34,3	Ja	
IP 03	Schenkelberg, Hohenborn 2	32.413.951	5.604.996	421,5	5,0	45,0	32,0	Ja	
IP 04	Schenkelberg, Heidestraße 28	32.413.818	5.604.338	420,0	5,0	40,0	29,4	Ja	
IP 05	Schenkelberg, Heidebitz 10	32.413.608	5.604.362	420,1	5,0	45,0	30,0	Ja	
IP 06	Herschbach, Im Vogelsang 54	32.411.174	5.604.792	332,7	5,0	40,0	32,4	Ja	
IP 07	Mündersbach, Forststraße 17	32.410.737	5.606.574	351,5	5,0	40,0	40,7	Nein	
IP 08	Mündersbach, Großer Garten	32.410.551	5.606.858	335,2	5,0	40,0	40,7	Nein	
IP 09	Mündersbach, Erholungsheim	32.410.753	5.607.257	335,3	5,0	45,0	43,8	Ja	

#### Abstände (m)

WEA	IP 03	IP 06	IP 02	IP 04	IP 07	IP 08	IP 09	IP 01	IP 05
WEA 01	2664	2489	2393	3128	1576	1701	1505	2716	3006
WEA 02	2508	2263	2329	2942	1493	1662	1528	2785	2812
WEA 03	2088	2027	2033	2500	1678	1910	1862	2712	2367
WEA 04	2949	2951	2509	3465	1876	1930	1638	2564	3360
WEA 05	2658	2862	2213	3187	1983	2082	1837	2349	3090

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt

Schenkelberg

Beschreibung

057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite

06.08.2014 15:24 / 2

Lizenzierter Anwender:

SOLvent GmbH

Lünener Straße 211

DE-59174 Kamen

+49 2307 240063

Johannes Waterkamp / jw@solvent.de

Berechnet:

06.08.2014 15:10/2.9.269



## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

WEA	IP 03	IP 06	IP 02	IP 04	IP 07	IP 08	IP 09	IP 01	IP 05
WEA 06	2423	2708	2024	2947	1988	2125	1925	2293	2849
WEA 07	2166	2590	1810	2690	2062	2233	2077	2223	2593
WEA 08	3321	3384	2771	3866	2164	2155	1797	2584	3772
WEA 09	3066	3425	2444	3641	2383	2416	2091	2217	3563
WEA 10	2867	3387	2218	3454	2469	2530	2231	2016	3384
WEA 11	2599	3289	1941	3196	2527	2624	2361	1833	3133
WEA 12	2363	3161	1725	2962	2534	2659	2431	1759	2900
WEA 13	3456	3272	2982	3970	1931	1895	1519	2873	3862
WEA 14	3246	2855	2901	3715	1544	1548	1220	3003	3592
WEA 15	3087	2450	2886	3502	1184	1249	1011	3184	3362
WEA 16	3605	2847	3336	4031	1285	1204	814	3465	3893
WEA 17	3706	3176	3327	4176	1651	1557	1146	3300	4052
WEA 18	3838	3521	3354	4348	2028	1927	1506	3161	4237
WEA 19	3958	3853	3374	4503	2404	2305	1882	3015	4407
WEA 20	3762	3973	3083	4343	2676	2621	2221	2603	4265
WEA 21	3430	3765	2751	4016	2596	2583	2215	2339	3942

Projekt: **Schenkelberg**  
Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:24 / 3  
Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
Lünener Straße 211  
DE-59174 Kamen  
+49 2307 240063  
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
Berechnet:  
06.08.2014 15:10/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** VorbelastungSchallberechnungs-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 01 Steinebach, Wiedstraße 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]
WEA 01	2.716	2.722	51,2	Ja	16,98	103,0	3,01	79,70	5,17	4,16	0,00	0,00	89,03	0,00
WEA 02	2.785	2.792	53,3	Ja	16,64	103,0	3,01	79,92	5,30	4,15	0,00	0,00	89,37	0,00
WEA 03	2.712	2.719	61,1	Ja	17,12	103,0	3,01	79,69	5,17	4,03	0,00	0,00	88,89	0,00
WEA 04	2.564	2.570	54,3	Ja	17,85	103,0	3,01	79,20	4,88	4,08	0,00	0,00	88,16	0,00
WEA 05	2.349	2.357	66,6	Ja	19,25	103,0	3,01	78,45	4,48	3,83	0,00	0,00	86,76	0,00
WEA 06	2.293	2.303	69,7	Ja	19,63	103,0	3,01	78,24	4,38	3,76	0,00	0,00	86,38	0,00
WEA 07	2.223	2.233	71,8	Ja	20,09	103,0	3,01	77,98	4,24	3,70	0,00	0,00	85,92	0,00
WEA 08	2.584	2.589	57,4	Ja	17,79	103,0	3,01	79,26	4,92	4,04	0,00	0,00	88,22	0,00
WEA 09	2.217	2.226	84,0	Ja	20,32	103,0	3,01	77,95	4,23	3,51	0,00	0,00	85,69	0,00
WEA 10	2.016	2.026	89,9	Ja	21,75	103,0	3,01	77,13	3,85	3,28	0,00	0,00	84,26	0,00
WEA 11	1.833	1.842	83,7	Ja	22,96	103,0	3,01	76,31	3,50	3,24	0,00	0,00	83,05	0,00
WEA 12	1.759	1.769	76,7	Ja	23,38	103,0	3,01	75,95	3,36	3,31	0,00	0,00	82,63	0,00
WEA 13	2.873	2.878	62,4	Ja	19,20	105,9	3,01	80,18	5,47	4,06	0,00	0,00	89,71	0,00
WEA 14	3.003	3.008	54,4	Ja	23,25	110,7	3,01	80,56	5,71	4,18	0,00	0,00	90,46	0,00
WEA 15	3.184	3.189	48,9	Ja	22,30	110,7	3,01	81,07	6,06	4,28	0,00	0,00	91,41	0,00
WEA 16	3.465	3.468	43,4	Nein	15,92	106,1	3,01	81,80	6,59	4,80	0,00	0,00	93,19	0,00
WEA 17	3.300	3.304	49,2	Ja	20,16	109,1	3,01	81,38	6,28	4,29	0,00	0,00	91,95	0,00
WEA 18	3.161	3.165	59,6	Ja	22,53	110,7	3,01	81,01	6,01	4,16	0,00	0,00	91,18	0,00
WEA 19	3.014	3.019	65,8	Ja	21,32	108,7	3,01	80,60	5,74	4,05	0,00	0,00	90,39	0,00
WEA 20	2.603	2.613	103,2	Ja	22,86	107,6	3,01	79,34	4,96	3,45	0,00	0,00	87,75	0,00
WEA 21	2.339	2.348	100,8	Ja	27,50	110,7	3,01	78,42	4,46	3,33	0,00	0,00	86,21	0,00
Summe	34,62													

#### Schall-Immissionsort: IP 02 Steinebach, Hof Salzburg 1

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]
WEA 01	2.393	2.398	49,1	Ja	18,76	103,0	3,01	78,60	4,56	4,10	0,00	0,00	87,25	0,00
WEA 02	2.329	2.335	55,4	Ja	19,22	103,0	3,01	78,37	4,44	3,99	0,00	0,00	86,79	0,00
WEA 03	2.033	2.040	61,2	Ja	21,17	103,0	3,01	77,19	3,88	3,77	0,00	0,00	84,84	0,00
WEA 04	2.509	2.513	42,1	Ja	18,01	103,0	3,01	79,00	4,77	4,23	0,00	0,00	88,00	0,00
WEA 05	2.212	2.219	57,6	Ja	19,96	103,0	3,01	77,92	4,22	3,91	0,00	0,00	86,05	0,00
WEA 06	2.023	2.031	65,9	Ja	21,31	103,0	3,01	77,16	3,86	3,69	0,00	0,00	84,70	0,00
WEA 07	1.810	1.819	70,5	Ja	22,89	103,0	3,01	76,20	3,46	3,47	0,00	0,00	83,12	0,00
WEA 08	2.771	2.774	41,0	Ja	16,58	103,0	3,01	79,86	5,27	4,29	0,00	0,00	89,43	0,00
WEA 09	2.444	2.450	66,0	Ja	18,70	103,0	3,01	78,78	4,65	3,88	0,00	0,00	87,31	0,00
WEA 10	2.218	2.224	71,2	Ja	20,14	103,0	3,01	77,94	4,23	3,70	0,00	0,00	85,87	0,00
WEA 11	1.941	1.948	68,5	Ja	21,93	103,0	3,01	76,79	3,70	3,59	0,00	0,00	84,08	0,00
WEA 12	1.725	1.732	68,9	Ja	23,51	103,0	3,01	75,77	3,29	3,43	0,00	0,00	82,50	0,00
WEA 13	2.982	2.986	49,5	Ja	18,50	105,9	3,01	80,50	5,67	4,23	0,00	0,00	90,41	0,00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: **Schenkelberg**  
Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:24 / 4  
Lizenzierter Anwender: **SOLvent GmbH**  
Lünener Straße 211  
DE-59174 Kamen  
+49 2307 240063  
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
Berechnet: 06.08.2014 15:10/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

...(Fortsetzung von letzter 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]
WEA 14	2.901	2.905	44,5	Ja	23,65	110,7	3,01	80,26	5,52	4,28	0,00	0,00	90,06	0,00
WEA 15	2.886	2.890	45,5	Ja	23,74	110,7	3,01	80,22	5,49	4,26	0,00	0,00	92,61	0,00
WEA 16	3.336	3.338	33,8	Nein	16,50	106,1	3,01	81,47	6,34	4,80	0,00	0,00	92,61	0,00
WEA 17	3.327	3.329	39,0	Nein	19,54	109,1	3,01	81,45	6,33	4,80	0,00	0,00	92,57	0,00
WEA 18	3.354	3.357	44,8	Ja	21,47	110,7	3,01	81,52	6,38	4,34	0,00	0,00	92,24	0,00
WEA 19	3.374	3.377	45,4	Ja	19,38	108,7	3,01	81,57	6,42	4,34	0,00	0,00	92,33	0,00
WEA 20	3.083	3.089	79,0	Ja	20,02	107,6	3,01	80,80	5,87	3,93	0,00	0,00	90,59	0,00
WEA 21	2.751	2.757	75,7	Ja	24,80	110,7	3,01	79,81	5,24	3,86	0,00	0,00	88,91	0,00
Summe	34,29													

### Schall-Immissionsort: IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2

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]
WEA 01	2.664	2.668	52,3	Ja	17,29	103,0	3,01	79,52	5,07	4,13	0,00	0,00	88,72	0,00
WEA 02	2.508	2.513	61,9	Ja	18,27	103,0	3,01	79,00	4,77	3,96	0,00	0,00	87,73	0,00
WEA 03	2.088	2.094	65,6	Ja	20,89	103,0	3,01	77,42	3,98	3,73	0,00	0,00	85,12	0,00
WEA 04	2.948	2.951	41,5	Ja	15,68	103,0	3,01	80,40	5,61	4,32	0,00	0,00	90,33	0,00
WEA 05	2.658	2.662	56,4	Ja	17,37	103,0	3,01	79,51	5,06	4,08	0,00	0,00	88,64	0,00
WEA 06	2.423	2.429	65,1	Ja	18,80	103,0	3,01	78,71	4,62	3,88	0,00	0,00	87,21	0,00
WEA 07	2.166	2.173	69,6	Ja	20,44	103,0	3,01	77,74	4,13	3,70	0,00	0,00	85,57	0,00
WEA 08	3.321	3.323	37,8	Ja	13,86	103,0	3,01	81,43	6,31	4,41	0,00	0,00	92,15	0,00
WEA 09	3.066	3.070	59,8	Ja	15,30	103,0	3,01	80,74	5,83	4,13	0,00	0,00	90,71	0,00
WEA 10	2.867	2.871	64,4	Ja	16,36	103,0	3,01	80,16	5,46	4,03	0,00	0,00	89,65	0,00
WEA 11	2.599	2.603	62,8	Ja	17,78	103,0	3,01	79,31	4,95	3,97	0,00	0,00	88,23	0,00
WEA 12	2.363	2.367	63,9	Ja	19,15	103,0	3,01	78,49	4,50	3,88	0,00	0,00	86,86	0,00
WEA 13	3.456	3.459	48,9	Ja	16,24	105,9	3,01	81,78	6,57	4,32	0,00	0,00	92,67	0,00
WEA 14	3.246	3.248	45,5	Ja	21,98	110,7	3,01	81,23	6,17	4,32	0,00	0,00	91,73	0,00
WEA 15	3.087	3.090	51,6	Ja	22,81	110,7	3,01	80,80	5,87	4,23	0,00	0,00	90,90	0,00
WEA 16	3.605	3.607	37,6	Nein	15,32	106,1	3,01	82,14	6,85	4,80	0,00	0,00	93,79	0,00
WEA 17	3.706	3.708	39,3	Ja	18,25	109,1	3,01	82,38	7,04	4,44	0,00	0,00	93,86	0,00
WEA 18	3.838	3.840	45,7	Ja	19,33	110,7	3,01	82,69	7,30	4,39	0,00	0,00	94,38	0,00
WEA 19	3.958	3.960	41,4	Ja	16,79	108,7	3,01	82,95	7,52	4,44	0,00	0,00	94,92	0,00
WEA 20	3.762	3.767	70,1	Ja	16,77	107,6	3,01	82,52	7,16	4,16	0,00	0,00	93,84	0,00
WEA 21	3.430	3.435	66,7	Ja	21,33	110,7	3,01	81,72	6,53	4,14	0,00	0,00	92,38	0,00
Summe	31,97													

### Schall-Immissionsort: IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28

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]
WEA 01	3.128	3.132	55,4	Ja	14,95	103,0	3,01	80,92	5,95	4,19	0,00	0,00	91,06	0,00
WEA 02	2.942	2.946	65,2	Ja	15,98	103,0	3,01	80,39	5,60	4,04	0,00	0,00	90,03	0,00
WEA 03	2.500	2.505	68,0	Ja	18,41	103,0	3,01	78,97	4,76	3,87	0,00	0,00	87,60	0,00
WEA 04	3.465	3.467	40,4	Ja	13,22	103,0	3,01	81,80	6,59	4,40	0,00	0,00	92,79	0,00
WEA 05	3.187	3.191	53,4	Ja	14,64	103,0	3,01	81,08	6,06	4,23	0,00	0,00	91,37	0,00
WEA 06	2.947	2.952	62,0	Ja	15,92	103,0	3,01	80,40	5,61	4,08	0,00	0,00	90,09	0,00
WEA 07	2.690	2.695	65,7	Ja	17,31	103,0	3,01	79,61	5,12	3,97	0,00	0,00	88,70	0,00
WEA 08	3.866	3.868	34,6	Nein	11,11	103,0	3,01	82,75	7,35	4,80	0,00	0,00	94,90	0,00
WEA 09	3.641	3.645	55,6	Ja	12,57	103,0	3,01	82,23	6,93	4,28	0,00	0,00	93,44	0,00
WEA 10	3.454	3.458	60,2	Ja	13,46	103,0	3,01	81,78	6,57	4,21	0,00	0,00	92,55	0,00
WEA 11	3.196	3.200	58,1	Ja	14,65	103,0	3,01	81,10	6,08	4,18	0,00	0,00	91,36	0,00
WEA 12	2.962	2.965	59,1	Ja	15,82	103,0	3,01	80,44	5,63	4,12	0,00	0,00	90,19	0,00
WEA 13	3.970	3.972	48,3	Nein	13,58	105,9	3,01	82,98	7,55	4,80	0,00	0,00	95,33	0,00
WEA 14	3.715	3.718	48,3	Nein	19,44	110,7	3,01	82,41	7,06	4,80	0,00	0,00	94,27	0,00
WEA 15	3.502	3.504	54,6	Ja	20,89	110,7	3,01	81,89	6,66	4,27	0,00	0,00	92,82	0,00
WEA 16	4.031	4.032	40,6	Nein	13,54	106,1	3,01	83,11	7,66	4,80	0,00	0,00	95,57	0,00
WEA 17	4.176	4.177	41,6	Nein	15,95	109,1	3,01	83,42	7,94	4,80	0,00	0,00	96,16	0,00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Schenkelberg  
Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite:  
06.08.2014 15:24 / 5

Lizenzierter Anwender:  
SOLvent GmbH  
Lünener Straße 211  
DE-59174 Kamen  
+49 2307 240063



Berechnet:  
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
06.08.2014 15:10/2.9.269

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

...(Fortsetzung von letzter 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]
WEA 18	4.348	4.350	45,9	Nein	16,88	110,7	3,01	83,77	8,26	4,80	0,00	0,00	96,83	0,00
WEA 19	4.503	4.505	38,5	Nein	14,28	108,7	3,01	84,07	8,56	4,80	0,00	0,00	97,43	0,00
WEA 20	4.343	4.347	65,7	Ja	14,30	107,6	3,01	83,76	8,26	4,28	0,00	0,00	96,31	0,00
WEA 21	4.016	4.020	62,2	Ja	18,72	110,7	3,01	83,08	7,64	4,27	0,00	0,00	94,99	0,00
Summe	29,43													

### Schall-Immissionsort: IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 10

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]
WEA 01	3.006	3.010	58,1	Ja	15,58	103,0	3,01	80,57	5,72	4,14	0,00	0,00	90,43	0,00
WEA 02	2.812	2.817	67,5	Ja	16,68	103,0	3,01	79,99	5,35	3,98	0,00	0,00	89,33	0,00
WEA 03	2.367	2.372	70,7	Ja	19,22	103,0	3,01	78,50	4,51	3,78	0,00	0,00	86,79	0,00
WEA 04	3.360	3.363	42,1	Ja	13,71	103,0	3,01	81,53	6,39	4,37	0,00	0,00	92,30	0,00
WEA 05	3.089	3.094	53,8	Ja	15,12	103,0	3,01	80,81	5,88	4,21	0,00	0,00	90,89	0,00
WEA 06	2.849	2.854	62,5	Ja	16,43	103,0	3,01	80,11	5,42	4,05	0,00	0,00	89,58	0,00
WEA 07	2.593	2.599	65,7	Ja	17,84	103,0	3,01	79,30	4,94	3,94	0,00	0,00	88,17	0,00
WEA 08	3.772	3.774	34,6	Nein	11,50	103,0	3,01	82,54	7,17	4,80	0,00	0,00	94,51	0,00
WEA 09	3.563	3.567	51,8	Ja	12,88	103,0	3,01	82,05	6,78	4,30	0,00	0,00	93,13	0,00
WEA 10	3.384	3.388	55,9	Ja	13,74	103,0	3,01	81,60	6,44	4,24	0,00	0,00	92,27	0,00
WEA 11	3.132	3.136	53,9	Ja	14,91	103,0	3,01	80,93	5,96	4,21	0,00	0,00	91,10	0,00
WEA 12	2.900	2.904	55,0	Ja	16,08	103,0	3,01	80,26	5,52	4,15	0,00	0,00	89,93	0,00
WEA 13	3.862	3.865	50,9	Ja	14,47	105,9	3,01	82,74	7,34	4,35	0,00	0,00	94,44	0,00
WEA 14	3.592	3.595	50,9	Ja	20,45	110,7	3,01	82,11	6,83	4,32	0,00	0,00	93,26	0,00
WEA 15	3.362	3.365	56,5	Ja	21,55	110,7	3,01	81,54	6,39	4,23	0,00	0,00	92,16	0,00
WEA 16	3.892	3.894	42,6	Ja	14,48	106,1	3,01	82,81	7,40	4,43	0,00	0,00	94,63	0,00
WEA 17	4.051	4.053	44,0	Nein	16,45	109,1	3,01	83,16	7,70	4,80	0,00	0,00	95,66	0,00
WEA 18	4.237	4.239	48,9	Nein	17,31	110,7	3,01	83,55	8,05	4,80	0,00	0,00	96,40	0,00
WEA 19	4.407	4.409	39,5	Nein	14,65	108,7	3,01	83,89	8,38	4,80	0,00	0,00	97,06	0,00
WEA 20	4.265	4.269	62,1	Ja	14,59	107,6	3,01	83,61	8,11	4,30	0,00	0,00	96,02	0,00
WEA 21	3.942	3.946	58,0	Ja	18,99	110,7	3,01	82,92	7,50	4,30	0,00	0,00	94,72	0,00
Summe	30,00													

### Schall-Immissionsort: IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54

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]
WEA 01	2.489	2.500	43,7	Ja	18,10	103,0	3,01	78,96	4,75	4,20	0,00	0,00	87,91	0,00
WEA 02	2.263	2.277	54,0	Ja	19,55	103,0	3,01	78,15	4,33	3,99	0,00	0,00	86,46	0,00
WEA 03	2.026	2.041	59,6	Ja	21,14	103,0	3,01	77,20	3,88	3,80	0,00	0,00	84,87	0,00
WEA 04	2.951	2.959	30,6	Nein	15,16	103,0	3,01	80,42	5,62	4,80	0,00	0,00	90,85	0,00
WEA 05	2.862	2.872	38,3	Ja	16,04	103,0	3,01	80,16	5,46	4,34	0,00	0,00	89,97	0,00
WEA 06	2.708	2.720	46,6	Ja	16,94	103,0	3,01	79,69	5,17	4,21	0,00	0,00	89,07	0,00
WEA 07	2.590	2.603	53,1	Ja	17,65	103,0	3,01	79,31	4,95	4,10	0,00	0,00	88,36	0,00
WEA 08	3.384	3.390	27,8	Nein	13,16	103,0	3,01	81,60	6,44	4,80	0,00	0,00	92,85	0,00
WEA 09	3.424	3.434	34,2	Nein	12,97	103,0	3,01	81,72	6,52	4,80	0,00	0,00	93,04	0,00
WEA 10	3.387	3.396	31,6	Nein	13,14	103,0	3,01	81,62	6,45	4,80	0,00	0,00	92,87	0,00
WEA 11	3.289	3.298	26,7	Nein	13,58	103,0	3,01	81,36	6,27	4,80	0,00	0,00	92,43	0,00
WEA 12	3.160	3.169	31,2	Nein	14,17	103,0	3,01	81,02	6,02	4,80	0,00	0,00	91,84	0,00
WEA 13	3.272	3.280	44,7	Nein	16,56	105,9	3,01	81,32	6,23	4,80	0,00	0,00	92,35	0,00
WEA 14	2.855	2.864	45,6	Ja	23,87	110,7	3,01	80,14	5,44	4,26	0,00	0,00	89,84	0,00
WEA 15	2.450	2.461	57,3	Ja	26,21	110,7	3,01	78,82	4,68	4,00	0,00	0,00	87,50	0,00
WEA 16	2.847	2.853	48,0	Ja	19,36	106,1	3,01	80,11	5,42	4,22	0,00	0,00	89,75	0,00
WEA 17	3.176	3.182	46,4	Ja	20,71	109,1	3,01	81,05	6,05	4,30	0,00	0,00	91,40	0,00
WEA 18	3.521	3.527	47,7	Nein	20,26	110,7	3,01	81,95	6,70	4,80	0,00	0,00	93,45	0,00
WEA 19	3.853	3.859	37,5	Nein	16,85	108,7	3,01	82,73	7,33	4,80	0,00	0,00	94,86	0,00
WEA 20	3.973	3.983	54,5	Nein	15,24	107,6	3,01	83,00	7,57	4,80	0,00	0,00	95,37	0,00
WEA 21	3.765	3.774	42,9	Nein	19,20	110,7	3,01	82,54	7,17	4,80	0,00	0,00	94,51	0,00
Summe	32,45													

Projekt: **Schenkelberg**  
Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite  
06.08.2014 15:24 / 6  
Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
Lünener Straße 211  
DE-59174 Kamen  
+49 2307 240063  
Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
Berechnet:  
06.08.2014 15:10/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

### Schall-Immissionsort: IP 07 Mündersbach, Forststraße 17

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]
WEA 01	1.575	1.590	54,6	Ja	24,34	103,0	3,01	75,03	3,02	3,62	0,00	0,00	81,67	0,00
WEA 02	1.493	1.510	56,8	Ja	25,05	103,0	3,01	74,58	2,87	3,51	0,00	0,00	80,96	0,00
WEA 03	1.678	1.693	38,3	Ja	23,20	103,0	3,01	75,57	3,22	4,02	0,00	0,00	82,81	0,00
WEA 04	1.876	1.886	48,8	Ja	22,00	103,0	3,01	76,51	3,58	3,91	0,00	0,00	84,01	0,00
WEA 05	1.983	1.995	52,0	Ja	21,31	103,0	3,01	77,00	3,79	3,91	0,00	0,00	84,70	0,00
WEA 06	1.988	2.002	50,7	Ja	21,24	103,0	3,01	77,03	3,80	3,93	0,00	0,00	84,77	0,00
WEA 07	2.062	2.076	42,6	Ja	20,63	103,0	3,01	77,34	3,94	4,10	0,00	0,00	85,38	0,00
WEA 08	2.164	2.172	51,7	Ja	20,16	103,0	3,01	77,74	4,13	3,98	0,00	0,00	85,85	0,00
WEA 09	2.383	2.394	55,4	Ja	18,87	103,0	3,01	78,58	4,55	4,01	0,00	0,00	87,14	0,00
WEA 10	2.469	2.479	48,5	Ja	18,28	103,0	3,01	78,89	4,71	4,13	0,00	0,00	87,73	0,00
WEA 11	2.527	2.536	34,6	Ja	17,77	103,0	3,01	79,08	4,82	4,33	0,00	0,00	88,24	0,00
WEA 12	2.534	2.543	29,2	Nein	17,27	103,0	3,01	79,11	4,83	4,80	0,00	0,00	88,74	0,00
WEA 13	1.931	1.942	68,2	Ja	24,86	105,9	3,01	76,77	3,69	3,60	0,00	0,00	84,05	0,00
WEA 14	1.544	1.557	64,7	Ja	32,53	110,7	3,01	74,85	2,96	3,37	0,00	0,00	81,17	0,00
WEA 15	1.184	1.203	72,0	Ja	36,08	110,7	3,01	72,60	2,29	2,73	0,00	0,00	77,62	0,00
WEA 16	1.285	1.297	75,1	Ja	30,58	106,1	3,01	73,26	2,46	2,80	0,00	0,00	78,53	0,00
WEA 17	1.651	1.661	73,4	Ja	30,27	109,1	3,01	75,41	3,16	3,28	0,00	0,00	81,84	0,00
WEA 18	2.028	2.037	76,0	Ja	29,14	110,7	3,01	77,18	3,87	3,52	0,00	0,00	84,57	0,00
WEA 19	2.404	2.411	67,3	Ja	24,64	108,7	3,01	78,64	4,58	3,84	0,00	0,00	87,07	0,00
WEA 20	2.676	2.688	79,2	Ja	22,12	107,6	3,01	79,59	5,11	3,79	0,00	0,00	88,49	0,00
WEA 21	2.595	2.607	69,1	Ja	25,54	110,7	3,01	79,32	4,95	3,89	0,00	0,00	88,17	0,00
Summe	40,68													

### Schall-Immissionsort: IP 08 Mündersbach, Großer Garten

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]
WEA 01	1.701	1.717	59,8	Ja	23,45	103,0	3,01	75,69	3,26	3,60	0,00	0,00	82,56	0,00
WEA 02	1.662	1.680	62,7	Ja	23,79	103,0	3,01	75,51	3,19	3,52	0,00	0,00	82,22	0,00
WEA 03	1.910	1.925	43,9	Ja	21,64	103,0	3,01	76,69	3,66	4,02	0,00	0,00	84,37	0,00
WEA 04	1.930	1.942	53,0	Ja	21,69	103,0	3,01	76,76	3,69	3,86	0,00	0,00	84,32	0,00
WEA 05	2.082	2.096	53,9	Ja	20,68	103,0	3,01	77,43	3,98	3,92	0,00	0,00	85,33	0,00
WEA 06	2.125	2.140	56,1	Ja	20,43	103,0	3,01	77,61	4,07	3,90	0,00	0,00	85,58	0,00
WEA 07	2.233	2.248	48,1	Ja	19,63	103,0	3,01	78,04	4,27	4,07	0,00	0,00	86,37	0,00
WEA 08	2.155	2.165	56,6	Ja	20,28	103,0	3,01	77,71	4,11	3,90	0,00	0,00	85,73	0,00
WEA 09	2.416	2.429	60,9	Ja	18,74	103,0	3,01	78,71	4,62	3,94	0,00	0,00	87,27	0,00
WEA 10	2.530	2.542	52,1	Ja	17,98	103,0	3,01	79,10	4,83	4,10	0,00	0,00	88,03	0,00
WEA 11	2.624	2.634	36,2	Ja	17,26	103,0	3,01	79,41	5,00	4,33	0,00	0,00	88,75	0,00
WEA 12	2.659	2.669	32,5	Ja	17,03	103,0	3,01	79,53	5,07	4,38	0,00	0,00	88,98	0,00
WEA 13	1.895	1.908	72,7	Ja	25,18	105,9	3,01	76,61	3,63	3,49	0,00	0,00	83,73	0,00
WEA 14	1.548	1.563	71,5	Ja	32,63	110,7	3,01	74,88	2,97	3,23	0,00	0,00	81,08	0,00
WEA 15	1.249	1.269	74,6	Ja	35,45	110,7	3,01	73,07	2,41	2,77	0,00	0,00	78,26	0,00
WEA 16	1.204	1.219	77,4	Ja	31,47	106,1	3,01	72,72	2,32	2,61	0,00	0,00	77,64	0,00
WEA 17	1.557	1.569	76,2	Ja	31,08	109,1	3,01	74,91	2,98	3,13	0,00	0,00	81,03	0,00
WEA 18	1.927	1.939	79,2	Ja	29,88	110,7	3,01	76,75	3,68	3,40	0,00	0,00	83,83	0,00
WEA 19	2.305	2.314	70,6	Ja	25,27	108,7	3,01	78,29	4,40	3,75	0,00	0,00	86,44	0,00
WEA 20	2.621	2.635	82,2	Ja	22,45	107,6	3,01	79,42	5,01	3,73	0,00	0,00	88,16	0,00
WEA 21	2.583	2.596	72,7	Ja	25,65	110,7	3,01	79,29	4,93	3,84	0,00	0,00	88,06	0,00
Summe	40,65													

### Schall-Immissionsort: IP 09 Mündersbach, Erholungsheim

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]
WEA 01	1.505	1.523	54,3	Ja	24,89	103,0	3,01	74,65	2,89	3,57	0,00	0,00	81,12	0,00
WEA 02	1.528	1.548	57,4	Ja	24,75	103,0	3,01	74,79	2,94	3,52	0,00	0,00	81,26	0,00
WEA 03	1.862	1.877	44,4	Ja	21,99	103,0	3,01	76,47	3,57	3,99	0,00	0,00	84,02	0,00
WEA 04	1.638	1.653	53,7	Ja	23,82	103,0	3,01	75,36	3,14	3,68	0,00	0,00	82,19	0,00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:24 / 7  
 Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet:  
 06.08.2014 15:10/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: VorbelastungSchallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...(Fortsetzung von letzter 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]
WEA 05	1.837	1.853	54,6	Ja	22,34	103,0	3,01	76,36	3,52	3,79	0,00	0,00	83,67	0,00
WEA 06	1.925	1.942	51,3	Ja	21,66	103,0	3,01	76,77	3,69	3,89	0,00	0,00	84,35	0,00
WEA 07	2.077	2.093	44,2	Ja	20,54	103,0	3,01	77,42	3,98	4,08	0,00	0,00	85,47	0,00
WEA 08	1.797	1.809	54,3	Ja	22,65	103,0	3,01	76,15	3,44	3,77	0,00	0,00	83,35	0,00
WEA 09	2.091	2.106	59,3	Ja	20,70	103,0	3,01	77,47	4,00	3,83	0,00	0,00	85,30	0,00
WEA 10	2.231	2.245	52,3	Ja	19,72	103,0	3,01	78,03	4,27	4,00	0,00	0,00	86,29	0,00
WEA 11	2.361	2.373	37,8	Ja	18,74	103,0	3,01	78,51	4,51	4,25	0,00	0,00	87,27	0,00
WEA 12	2.431	2.442	31,6	Ja	18,26	103,0	3,01	78,76	4,64	4,36	0,00	0,00	87,75	0,00
WEA 13	1.519	1.535	70,7	Ja	28,05	105,9	3,01	74,72	2,92	3,22	0,00	0,00	80,86	0,00
WEA 14	1.220	1.239	69,5	Ja	35,62	110,7	3,01	72,86	2,35	2,87	0,00	0,00	78,08	0,00
WEA 15	1.011	1.036	74,8	Ja	38,13	110,7	3,00	71,31	1,97	2,30	0,00	0,00	75,58	0,00
WEA 16	814	836	76,7	Ja	36,45	106,1	3,00	69,45	1,59	1,62	0,00	0,00	72,65	0,00
WEA 17	1.146	1.163	73,8	Ja	34,98	109,1	3,01	72,31	2,21	2,61	0,00	0,00	77,13	0,00
WEA 18	1.506	1.521	76,2	Ja	33,10	110,7	3,01	74,64	2,89	3,08	0,00	0,00	80,61	0,00
WEA 19	1.882	1.893	67,6	Ja	27,99	108,7	3,01	76,54	3,60	3,57	0,00	0,00	83,72	0,00
WEA 20	2.221	2.238	79,3	Ja	24,78	107,6	3,01	78,00	4,25	3,58	0,00	0,00	85,83	0,00
WEA 21	2.215	2.230	69,1	Ja	27,77	110,7	3,01	77,96	4,24	3,74	0,00	0,00	85,94	0,00
Summe	43,78													

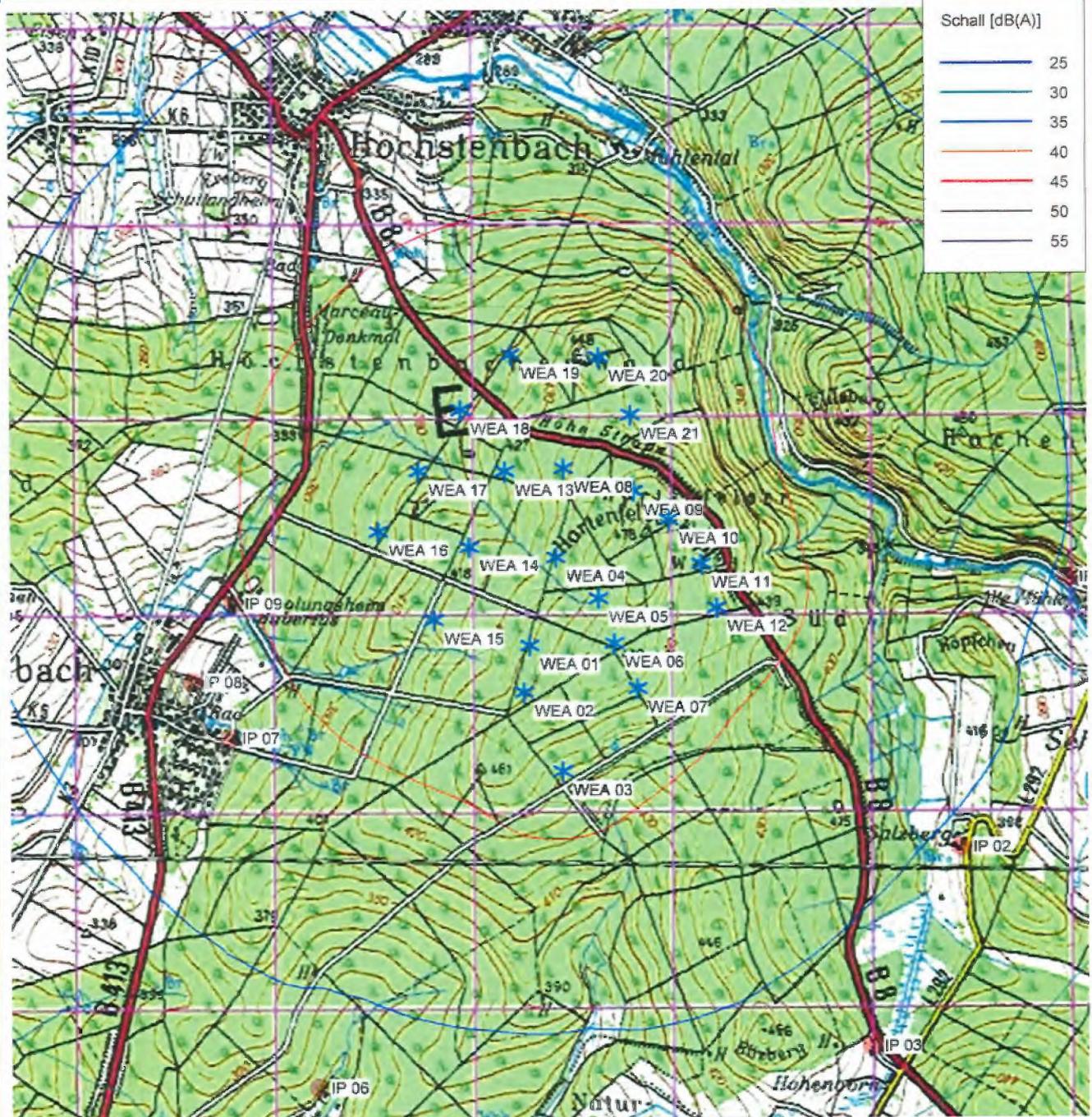
Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:24 / 8  
 Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:10/2.9.269



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

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



Karte: Schenkelberg 50000, Maßstab 1:30.000, Mitte: ETRS 89 Zone: 32 Ost: 32.412.332 Nord: 5.607.460

- \* Existierende WEA
  - Schall-Immissionsort
- Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland. Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite  
 06.08.2014 15:27 / 1

Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet:  
 06.08.2014 15:27/2.9.269



## 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"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 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 1:100.000

▲ Neue WEA    ★ Existierende WEA    🏠 Schall-Immissionsort

## WEA

ETRS 89 Zone: 32		Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
Ost	Nord			Aktuell	Hersteller	Typ							
E-92_01	32.412.611	5.606.251	436,7 E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER 107,9 dB(A) (Modus 1 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_02	32.412.904	5.606.525	451,0 E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER 107,9 dB(A) (Modus 1 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_03	32.413.268	5.606.750	448,8 E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER 107,9 dB(A) (Modus 1 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_04	32.413.510	5.606.593	430,1 E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER 107,9 dB(A) (Modus 1 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
E-92_05	32.413.658	5.606.317	438,0 E-92 NH 138,4m	Ja	ENERCON	E-92-2.300	2.300	92,0	138,4	USER 107,9 dB(A) (Modus 1 105,4+2,5)	(95%)	107,9	0 dB
WEA 01	32.412.242	5.607.040	460,0 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 02	32.412.212	5.606.803	473,2 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 03	32.412.406	5.606.401	466,3 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 04	32.412.375	5.607.488	442,8 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 05	32.412.590	5.607.279	470,0 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 06	32.412.667	5.607.051	482,9 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 07	32.412.784	5.606.821	483,6 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 08	32.412.115	5.607.940	435,4 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 09	32.412.766	5.607.824	474,3 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 10	32.412.944	5.607.680	475,0 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 11	32.413.108	5.607.454	461,3 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 12	32.413.184	5.607.231	459,6 E-70 E4 2.0MW NH ...	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	113,5	USER 103 dB(A) genehmigter Wert Hartenfeiser Kopf	(95%)	103,0	0 dB
WEA 13	32.412.117	5.607.925	426,4 E-82 2.0MW NH 138,...	Nein	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	138,4	USER Kötter 207542-02.02 3fach 103,8+2.1dB(A)	(95%)	105,9	0 dB
WEA 14	32.411.939	5.607.543	420,2 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	137,6	USER 110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB
WEA 15	32.411.769	5.607.171	429,3 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	137,6	USER 110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB
WEA 16	32.411.481	5.607.522	398,1 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	142,6	USER 106,1 dB(A) (101,5dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	106,1	0 dB
WEA 17	32.411.693	5.607.927	394,7 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	142,6	USER 109,1 dB(A) (104,5dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	109,1	0 dB
WEA 18	32.411.896	5.608.238	410,0 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	142,6	USER 110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB
WEA 19	32.412.148	5.608.520	405,0 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	142,6	USER 106,7 dB(A) (104,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	106,7	0 dB
WEA 20	32.412.591	5.608.504	467,9 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	142,6	USER 107,6 dB(A) (103,0dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	107,6	0 dB
WEA 21	32.412.752	5.608.210	456,4 VT 110 3.2 MW NH 1...	Nein	Wind Werke	VT 110-3.200	3.200	110,0	142,6	USER 110,7 dB(A) (106,1dB(A) + 4,6 dB(A))	10,0	110,7	0 dB

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	ETRS 89 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z [m]				
IP 01	Steinebach, Wiedstraße 18	32.414.937	5.607.376	380,8	5,0	40,0	37,6	Ja
IP 02	Steinebach, Hof Salzberg 1	32.414.401	5.606.008	411,5	5,0	45,0	42,0	Ja
IP 03	Schenkelberg, Hohenborn 2	32.413.951	5.604.996	421,5	5,0	45,0	37,4	Ja
IP 04	Schenkelberg, Heidestraße 28	32.413.818	5.604.338	420,0	5,0	40,0	33,8	Ja
IP 05	Schenkelberg, Heidebitz 10	32.413.608	5.604.362	420,1	5,0	45,0	34,2	Ja
IP 06	Herschbach, Im Vogelsang 54	32.411.174	5.604.792	332,7	5,0	40,0	34,4	Ja
IP 07	Mündersbach, Forststraße 17	32.410.737	5.606.574	351,5	5,0	40,0	41,1	Nein
IP 08	Mündersbach, Großer Garten	32.410.551	5.606.858	335,2	5,0	40,0	41,0	Nein
IP 09	Mündersbach, Erholungsheim	32.410.753	5.607.257	335,3	5,0	45,0	44,0	Ja

Projekt

Schenkelberg

Beschreibung:

057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite

06.08.2014 15:27 / 2

Lizenzierter Anwender:

SOLvent GmbH

Lünener Straße 211

DE-59174 Kamen

+49 2307 240063

Johannes Waterkamp / jw@solvent.de

Berechnet:

06.08.2014 15:27/2 9.269



## DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

### Abstände (m)

WEA	IP 03	IP 06	IP 02	IP 04	IP 07	IP 08	IP 09	IP 01	IP 05
E-92_01	1836	2048	1806	2262	1902	2148	2113	2584	2136
E-92_02	1853	2449	1584	2370	2168	2376	2272	2204	2275
E-92_03	1882	2867	1354	2474	2537	2719	2566	1783	2412
E-92_04	1657	2950	1066	2276	2773	2971	2836	1628	2233
E-92_05	1353	2915	805	1985	2932	3154	3053	1661	1956
WEA 01	2664	2489	2393	3128	1576	1701	1505	2716	3006
WEA 02	2508	2263	2329	2942	1493	1662	1528	2785	2812
WEA 03	2088	2027	2033	2500	1678	1910	1862	2712	2367
WEA 04	2949	2951	2509	3465	1876	1930	1638	2564	3360
WEA 05	2658	2862	2213	3187	1983	2082	1837	2349	3090
WEA 06	2423	2708	2024	2947	1988	2125	1925	2293	2849
WEA 07	2166	2590	1810	2690	2062	2233	2077	2223	2593
WEA 08	3321	3384	2771	3866	2164	2155	1797	2584	3772
WEA 09	3066	3425	2444	3641	2383	2416	2091	2217	3563
WEA 10	2867	3387	2218	3454	2469	2530	2231	2016	3384
WEA 11	2599	3289	1941	3196	2527	2624	2361	1833	3133
WEA 12	2363	3161	1725	2962	2534	2659	2431	1759	2900
WEA 13	3456	3272	2982	3970	1931	1895	1519	2873	3862
WEA 14	3246	2855	2901	3715	1544	1548	1220	3003	3592
WEA 15	3087	2450	2886	3502	1184	1249	1011	3184	3362
WEA 16	3605	2847	3336	4031	1285	1204	814	3465	3893
WEA 17	3706	3176	3327	4176	1651	1557	1146	3300	4052
WEA 18	3838	3521	3354	4348	2028	1927	1506	3161	4237
WEA 19	3958	3853	3374	4503	2404	2305	1882	3015	4407
WEA 20	3762	3973	3083	4343	2676	2621	2221	2603	4265
WEA 21	3430	3765	2751	4016	2596	2583	2215	2339	3942

Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:27 / 3  
 Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:27/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung 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 01 Steinebach, Wiedstraße 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]
E-92_01	2.584	2.591	63,3	Ja	22,76	107,9	3,01	79,27	4,92	3,96	0,00	0,00	88,15	0,00
E-92_02	2.204	2.213	74,7	Ja	25,16	107,9	3,01	77,90	4,21	3,64	0,00	0,00	85,75	0,00
E-92_03	1.783	1.794	82,6	Ja	28,21	107,9	3,01	76,08	3,41	3,22	0,00	0,00	82,70	0,00
E-92_04	1.628	1.638	74,7	Ja	29,28	107,9	3,01	75,29	3,11	3,23	0,00	0,00	81,63	0,00
E-92_05	1.661	1.671	75,4	Ja	29,02	107,9	3,01	75,46	3,18	3,25	0,00	0,00	81,89	0,00
WEA 01	2.716	2.722	51,2	Ja	16,98	103,0	3,01	79,70	5,17	4,16	0,00	0,00	89,03	0,00
WEA 02	2.785	2.792	53,3	Ja	16,64	103,0	3,01	79,92	5,30	4,15	0,00	0,00	89,37	0,00
WEA 03	2.712	2.719	61,1	Ja	17,12	103,0	3,01	79,69	5,17	4,03	0,00	0,00	88,89	0,00
WEA 04	2.564	2.570	54,3	Ja	17,85	103,0	3,01	79,20	4,88	4,08	0,00	0,00	88,16	0,00
WEA 05	2.349	2.357	66,6	Ja	19,25	103,0	3,01	78,45	4,48	3,83	0,00	0,00	86,76	0,00
WEA 06	2.293	2.303	69,7	Ja	19,63	103,0	3,01	78,24	4,38	3,76	0,00	0,00	86,38	0,00
WEA 07	2.223	2.233	71,8	Ja	20,09	103,0	3,01	77,98	4,24	3,70	0,00	0,00	85,92	0,00
WEA 08	2.584	2.589	57,4	Ja	17,79	103,0	3,01	79,26	4,92	4,04	0,00	0,00	88,22	0,00
WEA 09	2.217	2.226	84,0	Ja	20,32	103,0	3,01	77,95	4,23	3,51	0,00	0,00	85,69	0,00
WEA 10	2.016	2.026	89,9	Ja	21,75	103,0	3,01	77,13	3,85	3,28	0,00	0,00	84,26	0,00
WEA 11	1.833	1.842	83,7	Ja	22,96	103,0	3,01	76,31	3,50	3,24	0,00	0,00	83,05	0,00
WEA 12	1.759	1.769	76,7	Ja	23,38	103,0	3,01	75,95	3,36	3,31	0,00	0,00	82,63	0,00
WEA 13	2.873	2.878	62,4	Ja	19,20	105,9	3,01	80,18	5,47	4,06	0,00	0,00	89,71	0,00
WEA 14	3.003	3.008	54,4	Ja	23,25	110,7	3,01	80,56	5,71	4,18	0,00	0,00	90,46	0,00
WEA 15	3.184	3.189	48,9	Ja	22,30	110,7	3,01	81,07	6,06	4,28	0,00	0,00	91,41	0,00
WEA 16	3.465	3.468	43,4	Nein	15,92	106,1	3,01	81,80	6,59	4,80	0,00	0,00	93,19	0,00
WEA 17	3.300	3.304	49,2	Ja	20,16	109,1	3,01	81,38	6,28	4,29	0,00	0,00	91,95	0,00
WEA 18	3.161	3.165	59,6	Ja	22,53	110,7	3,01	81,01	6,01	4,16	0,00	0,00	91,18	0,00
WEA 19	3.014	3.019	65,8	Ja	21,32	108,7	3,01	80,60	5,74	4,05	0,00	0,00	90,39	0,00
WEA 20	2.603	2.613	103,2	Ja	22,86	107,6	3,01	79,34	4,96	3,45	0,00	0,00	87,75	0,00
WEA 21	2.339	2.348	100,8	Ja	27,50	110,7	3,01	78,42	4,46	3,33	0,00	0,00	86,21	0,00
Summe	37,57													

#### Schall-Immissionsort: IP 02 Steinebach, Hof Salzberg 1

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]
E-92_01	1.806	1.813	63,8	Ja	27,70	107,9	3,01	76,17	3,45	3,59	0,00	0,00	83,21	0,00
E-92_02	1.584	1.593	68,7	Ja	29,52	107,9	3,01	75,04	3,03	3,32	0,00	0,00	81,39	0,00
E-92_03	1.354	1.365	77,7	Ja	31,77	107,9	3,01	73,70	2,59	2,84	0,00	0,00	79,14	0,00
E-92_04	1.066	1.077	73,1	Ja	34,76	107,9	3,01	71,64	2,05	2,45	0,00	0,00	76,14	0,00
E-92_05	805	820	78,0	Ja	38,56	107,9	3,00	69,28	1,56	1,50	0,00	0,00	72,34	0,00
WEA 01	2.393	2.398	49,1	Ja	18,76	103,0	3,01	78,60	4,56	4,10	0,00	0,00	87,25	0,00
WEA 02	2.329	2.335	55,4	Ja	19,22	103,0	3,01	78,37	4,44	3,99	0,00	0,00	86,79	0,00
WEA 03	2.033	2.040	61,2	Ja	21,17	103,0	3,01	77,19	3,88	3,77	0,00	0,00	84,84	0,00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:27 / 4  
 Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:27/2.9.269



**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

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

...(Fortsetzung von letzter Seite)

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]
WEA 04	2.509	2.513	42,1	Ja	18,01	103,0	3,01	79,00	4,77	4,23	0,00	0,00	88,00	0,00
WEA 05	2.212	2.219	57,6	Ja	19,96	103,0	3,01	77,92	4,22	3,91	0,00	0,00	86,05	0,00
WEA 06	2.023	2.031	65,9	Ja	21,31	103,0	3,01	77,16	3,86	3,69	0,00	0,00	84,70	0,00
WEA 07	1.810	1.819	70,5	Ja	22,89	103,0	3,01	76,20	3,46	3,47	0,00	0,00	83,12	0,00
WEA 08	2.771	2.774	41,0	Ja	16,58	103,0	3,01	79,86	5,27	4,29	0,00	0,00	89,43	0,00
WEA 09	2.444	2.450	66,0	Ja	18,70	103,0	3,01	78,78	4,65	3,88	0,00	0,00	87,31	0,00
WEA 10	2.218	2.224	71,2	Ja	20,14	103,0	3,01	77,94	4,23	3,70	0,00	0,00	85,87	0,00
WEA 11	1.941	1.948	68,5	Ja	21,93	103,0	3,01	76,79	3,70	3,59	0,00	0,00	84,08	0,00
WEA 12	1.725	1.732	68,9	Ja	23,51	103,0	3,01	75,77	3,29	3,43	0,00	0,00	82,50	0,00
WEA 13	2.982	2.986	49,5	Ja	18,50	105,9	3,01	80,50	5,67	4,23	0,00	0,00	90,41	0,00
WEA 14	2.901	2.905	44,5	Ja	23,65	110,7	3,01	80,26	5,52	4,28	0,00	0,00	90,06	0,00
WEA 15	2.886	2.890	45,5	Ja	23,74	110,7	3,01	80,22	5,49	4,26	0,00	0,00	89,97	0,00
WEA 16	3.336	3.338	33,8	Nein	16,50	106,1	3,01	81,47	6,34	4,80	0,00	0,00	92,61	0,00
WEA 17	3.327	3.329	39,0	Nein	19,54	109,1	3,01	81,45	6,33	4,80	0,00	0,00	92,57	0,00
WEA 18	3.354	3.357	44,8	Ja	21,47	110,7	3,01	81,52	6,38	4,34	0,00	0,00	92,24	0,00
WEA 19	3.374	3.377	45,4	Ja	19,38	108,7	3,01	81,57	6,42	4,34	0,00	0,00	92,33	0,00
WEA 20	3.083	3.089	79,0	Ja	20,02	107,6	3,01	80,80	5,87	3,93	0,00	0,00	90,59	0,00
WEA 21	2.751	2.757	75,7	Ja	24,80	110,7	3,01	79,81	5,24	3,86	0,00	0,00	88,91	0,00
Summe	42,00													

**Schall-Immissionsort: IP 03 Schenkelberg, Hohenborn 2**

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]
E-92_01	1.836	1.842	65,4	Ja	27,52	107,9	3,01	76,31	3,50	3,58	0,00	0,00	83,39	0,00
E-92_02	1.853	1.860	69,4	Ja	27,46	107,9	3,01	76,39	3,53	3,52	0,00	0,00	83,44	0,00
E-92_03	1.882	1.889	74,9	Ja	27,36	107,9	3,01	76,52	3,59	3,44	0,00	0,00	83,55	0,00
E-92_04	1.657	1.663	71,3	Ja	29,01	107,9	3,01	75,42	3,16	3,33	0,00	0,00	81,90	0,00
E-92_05	1.353	1.361	77,5	Ja	31,80	107,9	3,01	73,68	2,59	2,84	0,00	0,00	79,10	0,00
WEA 01	2.664	2.668	52,3	Ja	17,29	103,0	3,01	79,52	5,07	4,13	0,00	0,00	88,72	0,00
WEA 02	2.508	2.513	61,9	Ja	18,27	103,0	3,01	79,00	4,77	3,96	0,00	0,00	87,73	0,00
WEA 03	2.088	2.094	65,6	Ja	20,89	103,0	3,01	77,42	3,98	3,73	0,00	0,00	85,12	0,00
WEA 04	2.948	2.951	41,5	Ja	15,68	103,0	3,01	80,40	5,61	4,32	0,00	0,00	90,33	0,00
WEA 05	2.658	2.662	56,4	Ja	17,37	103,0	3,01	79,51	5,06	4,08	0,00	0,00	88,64	0,00
WEA 06	2.423	2.429	65,1	Ja	18,80	103,0	3,01	78,71	4,62	3,88	0,00	0,00	87,21	0,00
WEA 07	2.166	2.173	69,6	Ja	20,44	103,0	3,01	77,74	4,13	3,70	0,00	0,00	85,57	0,00
WEA 08	3.321	3.323	37,8	Ja	13,86	103,0	3,01	81,43	6,31	4,41	0,00	0,00	92,15	0,00
WEA 09	3.066	3.070	59,8	Ja	15,30	103,0	3,01	80,74	5,83	4,13	0,00	0,00	90,71	0,00
WEA 10	2.867	2.871	64,4	Ja	16,36	103,0	3,01	80,16	5,46	4,03	0,00	0,00	89,65	0,00
WEA 11	2.599	2.603	62,8	Ja	17,78	103,0	3,01	79,31	4,95	3,97	0,00	0,00	88,23	0,00
WEA 12	2.363	2.367	63,9	Ja	19,15	103,0	3,01	78,49	4,50	3,88	0,00	0,00	86,86	0,00
WEA 13	3.456	3.459	48,9	Ja	16,24	105,9	3,01	81,78	6,57	4,32	0,00	0,00	92,67	0,00
WEA 14	3.246	3.248	45,5	Ja	21,98	110,7	3,01	81,23	6,17	4,32	0,00	0,00	91,73	0,00
WEA 15	3.087	3.090	51,6	Ja	22,81	110,7	3,01	80,80	5,87	4,23	0,00	0,00	90,90	0,00
WEA 16	3.605	3.607	37,6	Nein	15,32	106,1	3,01	82,14	6,85	4,80	0,00	0,00	93,79	0,00
WEA 17	3.706	3.708	39,3	Ja	18,25	109,1	3,01	82,38	7,04	4,44	0,00	0,00	93,86	0,00
WEA 18	3.838	3.840	45,7	Ja	19,33	110,7	3,01	82,69	7,30	4,39	0,00	0,00	94,38	0,00
WEA 19	3.958	3.960	41,4	Ja	16,79	108,7	3,01	82,95	7,52	4,44	0,00	0,00	94,92	0,00
WEA 20	3.762	3.767	70,1	Ja	16,77	107,6	3,01	82,52	7,16	4,16	0,00	0,00	93,84	0,00
WEA 21	3.430	3.435	66,7	Ja	21,33	110,7	3,01	81,72	6,53	4,14	0,00	0,00	92,38	0,00
Summe	37,44													

**Schall-Immissionsort: IP 04 Schenkelberg, Heidestraße 28**

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]
E-92_01	2.262	2.267	66,5	Ja	24,70	107,9	3,01	78,11	4,31	3,80	0,00	0,00	86,21	0,00
E-92_02	2.370	2.376	64,8	Ja	24,01	107,9	3,01	78,52	4,51	3,87	0,00	0,00	86,90	0,00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:27 / 5  
 Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:27/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

...(Fortsetzung von letzter Seite)

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]
E-92_03	2.474	2.479	69,7	Ja	23,48	107,9	3,01	78,89	4,71	3,84	0,00	0,00	87,43	0,00
E-92_04	2.276	2.280	66,6	Ja	24,62	107,9	3,01	78,16	4,33	3,80	0,00	0,00	86,29	0,00
E-92_05	1.985	1.991	73,8	Ja	26,61	107,9	3,01	76,98	3,78	3,53	0,00	0,00	84,29	0,00
WEA 01	3.128	3.132	55,4	Ja	14,95	103,0	3,01	80,92	5,95	4,19	0,00	0,00	91,06	0,00
WEA 02	2.942	2.946	65,2	Ja	15,98	103,0	3,01	80,39	5,60	4,04	0,00	0,00	90,03	0,00
WEA 03	2.500	2.505	68,0	Ja	18,41	103,0	3,01	78,97	4,76	3,87	0,00	0,00	87,60	0,00
WEA 04	3.465	3.467	40,4	Ja	13,22	103,0	3,01	81,80	6,59	4,40	0,00	0,00	92,79	0,00
WEA 05	3.187	3.191	53,4	Ja	14,64	103,0	3,01	81,08	6,06	4,23	0,00	0,00	91,37	0,00
WEA 06	2.947	2.952	62,0	Ja	15,92	103,0	3,01	80,40	5,61	4,08	0,00	0,00	90,09	0,00
WEA 07	2.690	2.695	65,7	Ja	17,31	103,0	3,01	79,61	5,12	3,97	0,00	0,00	88,70	0,00
WEA 08	3.866	3.868	34,6	Nein	11,11	103,0	3,01	82,75	7,35	4,80	0,00	0,00	94,90	0,00
WEA 09	3.641	3.645	55,6	Ja	12,57	103,0	3,01	82,23	6,93	4,28	0,00	0,00	93,44	0,00
WEA 10	3.454	3.458	60,2	Ja	13,46	103,0	3,01	81,78	6,57	4,21	0,00	0,00	92,55	0,00
WEA 11	3.196	3.200	58,1	Ja	14,65	103,0	3,01	81,10	6,08	4,18	0,00	0,00	91,36	0,00
WEA 12	2.962	2.965	59,1	Ja	15,82	103,0	3,01	80,44	5,63	4,12	0,00	0,00	90,19	0,00
WEA 13	3.970	3.972	48,3	Nein	13,58	105,9	3,01	82,98	7,55	4,80	0,00	0,00	95,33	0,00
WEA 14	3.715	3.718	48,3	Nein	19,44	110,7	3,01	82,41	7,06	4,80	0,00	0,00	94,27	0,00
WEA 15	3.502	3.504	54,6	Ja	20,89	110,7	3,01	81,89	6,66	4,27	0,00	0,00	92,82	0,00
WEA 16	4.031	4.032	40,6	Nein	13,54	106,1	3,01	83,11	7,66	4,80	0,00	0,00	95,57	0,00
WEA 17	4.176	4.177	41,6	Nein	15,95	109,1	3,01	83,42	7,94	4,80	0,00	0,00	96,16	0,00
WEA 18	4.348	4.350	45,9	Nein	16,88	110,7	3,01	83,77	8,26	4,80	0,00	0,00	96,83	0,00
WEA 19	4.503	4.505	38,5	Nein	14,28	108,7	3,01	84,07	8,56	4,80	0,00	0,00	97,43	0,00
WEA 20	4.343	4.347	65,7	Ja	14,30	107,6	3,01	83,76	8,26	4,28	0,00	0,00	96,31	0,00
WEA 21	4.016	4.020	62,2	Ja	18,72	110,7	3,01	83,08	7,64	4,27	0,00	0,00	94,99	0,00
Summe	33,79													

### Schall-Immissionsort: IP 05 Schenkelberg, Heidebitz 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]
E-92_01	2.136	2.141	69,6	Ja	25,54	107,9	3,01	77,61	4,07	3,69	0,00	0,00	85,37	0,00
E-92_02	2.275	2.281	64,4	Ja	24,58	107,9	3,01	78,16	4,33	3,83	0,00	0,00	86,33	0,00
E-92_03	2.412	2.417	65,7	Ja	23,78	107,9	3,01	78,67	4,59	3,87	0,00	0,00	87,13	0,00
E-92_04	2.233	2.238	61,6	Ja	24,81	107,9	3,01	78,00	4,25	3,86	0,00	0,00	86,10	0,00
E-92_05	1.956	1.961	68,2	Ja	26,72	107,9	3,01	76,85	3,73	3,61	0,00	0,00	84,19	0,00
WEA 01	3.006	3.010	58,1	Ja	15,58	103,0	3,01	80,57	5,72	4,14	0,00	0,00	90,43	0,00
WEA 02	2.812	2.817	67,5	Ja	16,68	103,0	3,01	79,99	5,35	3,98	0,00	0,00	89,33	0,00
WEA 03	2.367	2.372	70,7	Ja	19,22	103,0	3,01	78,50	4,51	3,78	0,00	0,00	86,79	0,00
WEA 04	3.360	3.363	42,1	Ja	13,71	103,0	3,01	81,53	6,39	4,37	0,00	0,00	92,30	0,00
WEA 05	3.089	3.094	53,8	Ja	15,12	103,0	3,01	80,81	5,88	4,21	0,00	0,00	90,89	0,00
WEA 06	2.849	2.854	62,5	Ja	16,43	103,0	3,01	80,11	5,42	4,05	0,00	0,00	89,58	0,00
WEA 07	2.593	2.599	65,7	Ja	17,84	103,0	3,01	79,30	4,94	3,94	0,00	0,00	88,17	0,00
WEA 08	3.772	3.774	34,6	Nein	11,50	103,0	3,01	82,54	7,17	4,80	0,00	0,00	94,51	0,00
WEA 09	3.563	3.567	51,8	Ja	12,88	103,0	3,01	82,05	6,78	4,30	0,00	0,00	93,13	0,00
WEA 10	3.384	3.388	55,9	Ja	13,74	103,0	3,01	81,60	6,44	4,24	0,00	0,00	92,27	0,00
WEA 11	3.132	3.136	53,9	Ja	14,91	103,0	3,01	80,93	5,96	4,21	0,00	0,00	91,10	0,00
WEA 12	2.900	2.904	55,0	Ja	16,08	103,0	3,01	80,26	5,52	4,15	0,00	0,00	89,93	0,00
WEA 13	3.862	3.865	50,9	Ja	14,47	105,9	3,01	82,74	7,34	4,35	0,00	0,00	94,44	0,00
WEA 14	3.592	3.595	50,9	Ja	20,45	110,7	3,01	82,11	6,83	4,32	0,00	0,00	93,26	0,00
WEA 15	3.362	3.365	56,5	Ja	21,55	110,7	3,01	81,54	6,39	4,23	0,00	0,00	92,16	0,00
WEA 16	3.892	3.894	42,6	Ja	14,48	106,1	3,01	82,81	7,40	4,43	0,00	0,00	94,63	0,00
WEA 17	4.051	4.053	44,0	Nein	16,45	109,1	3,01	83,16	7,70	4,80	0,00	0,00	95,66	0,00
WEA 18	4.237	4.239	48,9	Nein	17,31	110,7	3,01	83,55	8,05	4,80	0,00	0,00	96,40	0,00
WEA 19	4.407	4.409	39,5	Nein	14,65	108,7	3,01	83,89	8,38	4,80	0,00	0,00	97,06	0,00
WEA 20	4.265	4.269	62,1	Ja	14,59	107,6	3,01	83,61	8,11	4,30	0,00	0,00	96,02	0,00
WEA 21	3.942	3.946	58,0	Ja	18,99	110,7	3,01	82,92	7,50	4,30	0,00	0,00	94,72	0,00
Summe	34,25													

Projekt:

Schenkelberg

Beschreibung:

057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite

06.08.2014 15:27 / 6

Lizenzierter Anwender:

SOLvent GmbH

Lünener Straße 211

DE-59174 Kamen

+49 2307 240063

Johannes Waterkamp / jw@solvent.de

Berechnet:

06.08.2014 15:27/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

### Schall-Immissionsort: IP 06 Herschbach, Im Vogelsang 54

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]
E-92_01	2.048	2.062	63,4	Ja	25,96	107,9	3,01	77,28	3,92	3,75	0,00	0,00	84,95	0,00
E-92_02	2.449	2.462	62,8	Ja	23,48	107,9	3,01	78,82	4,68	3,93	0,00	0,00	87,43	0,00
E-92_03	2.867	2.878	56,0	Ja	21,13	107,9	3,01	80,18	5,47	4,13	0,00	0,00	89,78	0,00
E-92_04	2.950	2.959	49,0	Ja	20,63	107,9	3,01	80,42	5,62	4,23	0,00	0,00	90,28	0,00
E-92_05	2.915	2.924	56,5	Ja	20,89	107,9	3,01	80,32	5,56	4,14	0,00	0,00	90,02	0,00
WEA 01	2.489	2.500	43,7	Ja	18,10	103,0	3,01	78,96	4,75	4,20	0,00	0,00	87,91	0,00
WEA 02	2.263	2.277	54,0	Ja	19,55	103,0	3,01	78,15	4,33	3,99	0,00	0,00	86,46	0,00
WEA 03	2.026	2.041	59,6	Ja	21,14	103,0	3,01	77,20	3,88	3,80	0,00	0,00	84,87	0,00
WEA 04	2.951	2.959	30,6	Nein	15,16	103,0	3,01	80,42	5,62	4,80	0,00	0,00	90,85	0,00
WEA 05	2.862	2.872	38,3	Ja	16,04	103,0	3,01	80,16	5,46	4,34	0,00	0,00	89,97	0,00
WEA 06	2.708	2.720	46,6	Ja	16,94	103,0	3,01	79,69	5,17	4,21	0,00	0,00	89,07	0,00
WEA 07	2.590	2.603	53,1	Ja	17,65	103,0	3,01	79,31	4,95	4,10	0,00	0,00	88,36	0,00
WEA 08	3.384	3.390	27,8	Nein	13,16	103,0	3,01	81,60	6,44	4,80	0,00	0,00	92,85	0,00
WEA 09	3.424	3.434	34,2	Nein	12,97	103,0	3,01	81,72	6,52	4,80	0,00	0,00	93,04	0,00
WEA 10	3.387	3.396	31,6	Nein	13,14	103,0	3,01	81,62	6,45	4,80	0,00	0,00	92,87	0,00
WEA 11	3.289	3.298	26,7	Nein	13,58	103,0	3,01	81,36	6,27	4,80	0,00	0,00	92,43	0,00
WEA 12	3.160	3.169	31,2	Nein	14,17	103,0	3,01	81,02	6,02	4,80	0,00	0,00	91,84	0,00
WEA 13	3.272	3.280	44,7	Nein	16,56	105,9	3,01	81,32	6,23	4,80	0,00	0,00	92,35	0,00
WEA 14	2.855	2.864	45,6	Ja	23,87	110,7	3,01	80,14	5,44	4,26	0,00	0,00	89,84	0,00
WEA 15	2.450	2.461	57,3	Ja	26,21	110,7	3,01	78,82	4,68	4,00	0,00	0,00	87,50	0,00
WEA 16	2.847	2.853	48,0	Ja	19,36	106,1	3,01	80,11	5,42	4,22	0,00	0,00	89,75	0,00
WEA 17	3.176	3.182	46,4	Ja	20,71	109,1	3,01	81,05	6,05	4,30	0,00	0,00	91,40	0,00
WEA 18	3.521	3.527	47,7	Nein	20,26	110,7	3,01	81,95	6,70	4,80	0,00	0,00	93,45	0,00
WEA 19	3.853	3.859	37,5	Nein	16,85	108,7	3,01	82,73	7,33	4,80	0,00	0,00	94,86	0,00
WEA 20	3.973	3.983	54,5	Nein	15,24	107,6	3,01	83,00	7,57	4,80	0,00	0,00	95,37	0,00
WEA 21	3.765	3.774	42,9	Nein	19,20	110,7	3,01	82,54	7,17	4,80	0,00	0,00	94,51	0,00
Summe	34,38													

### Schall-Immissionsort: IP 07 Mündersbach, Forststraße 17

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]
E-92_01	1.902	1.914	31,8	Ja	26,40	107,9	3,01	76,64	3,64	4,23	0,00	0,00	84,51	0,00
E-92_02	2.168	2.180	38,3	Ja	24,80	107,9	3,01	77,77	4,14	4,20	0,00	0,00	86,11	0,00
E-92_03	2.537	2.548	32,9	Nein	22,15	107,9	3,01	79,12	4,84	4,80	0,00	0,00	88,76	0,00
E-92_04	2.773	2.781	24,8	Nein	20,94	107,9	3,01	79,88	5,28	4,80	0,00	0,00	89,97	0,00
E-92_05	2.932	2.940	28,5	Nein	20,15	107,9	3,01	80,37	5,59	4,80	0,00	0,00	90,76	0,00
WEA 01	1.575	1.590	54,6	Ja	24,34	103,0	3,01	75,03	3,02	3,62	0,00	0,00	81,67	0,00
WEA 02	1.493	1.510	56,8	Ja	25,05	103,0	3,01	74,58	2,87	3,51	0,00	0,00	80,96	0,00
WEA 03	1.678	1.693	38,3	Ja	23,20	103,0	3,01	75,57	3,22	4,02	0,00	0,00	82,81	0,00
WEA 04	1.876	1.886	48,8	Ja	22,00	103,0	3,01	76,51	3,58	3,91	0,00	0,00	84,01	0,00
WEA 05	1.983	1.995	52,0	Ja	21,31	103,0	3,01	77,00	3,79	3,91	0,00	0,00	84,70	0,00
WEA 06	1.988	2.002	50,7	Ja	21,24	103,0	3,01	77,03	3,80	3,93	0,00	0,00	84,77	0,00
WEA 07	2.062	2.076	42,6	Ja	20,63	103,0	3,01	77,34	3,94	4,10	0,00	0,00	85,38	0,00
WEA 08	2.164	2.172	51,7	Ja	20,16	103,0	3,01	77,74	4,13	3,98	0,00	0,00	85,85	0,00
WEA 09	2.383	2.394	55,4	Ja	18,87	103,0	3,01	78,58	4,55	4,01	0,00	0,00	87,14	0,00
WEA 10	2.469	2.479	48,5	Ja	18,28	103,0	3,01	78,89	4,71	4,13	0,00	0,00	87,73	0,00
WEA 11	2.527	2.536	34,6	Ja	17,77	103,0	3,01	79,08	4,82	4,33	0,00	0,00	88,24	0,00
WEA 12	2.534	2.543	29,2	Nein	17,27	103,0	3,01	79,11	4,83	4,80	0,00	0,00	88,74	0,00
WEA 13	1.931	1.942	68,2	Ja	24,86	105,9	3,01	76,77	3,69	3,60	0,00	0,00	84,05	0,00
WEA 14	1.544	1.557	64,7	Ja	32,53	110,7	3,01	74,85	2,96	3,37	0,00	0,00	81,17	0,00
WEA 15	1.184	1.203	72,0	Ja	36,08	110,7	3,01	72,60	2,29	2,73	0,00	0,00	77,62	0,00
WEA 16	1.285	1.297	75,1	Ja	30,58	106,1	3,01	73,26	2,46	2,80	0,00	0,00	78,53	0,00
WEA 17	1.651	1.661	73,4	Ja	30,27	109,1	3,01	75,41	3,16	3,28	0,00	0,00	81,84	0,00
WEA 18	2.028	2.037	76,0	Ja	29,14	110,7	3,01	77,18	3,87	3,52	0,00	0,00	84,57	0,00
WEA 19	2.404	2.411	67,3	Ja	24,64	108,7	3,01	78,64	4,58	3,84	0,00	0,00	87,07	0,00
WEA 20	2.676	2.688	79,2	Ja	22,12	107,6	3,01	79,59	5,11	3,79	0,00	0,00	88,49	0,00
WEA 21	2.595	2.607	69,1	Ja	25,54	110,7	3,01	79,32	4,95	3,89	0,00	0,00	88,17	0,00
Summe	41,08													

Projekt:

Schenkelberg

Beschreibung:

057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite:

06.08.2014 15:27 / 7

Lizenzierter Anwender:

SOLvent GmbH

Lünener Straße 211

DE-59174 Kamen

+49 2307 240063

Johannes Waterkamp / jw@solvent.de

Berechnet:

06.08.2014 15:27/2.9.269



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

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

### Schall Immissionsort: IP 08 Mündersbach, Großer Garten

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]
E-92_01	2.148	2.160	36,5	Ja	24,89	107,9	3,01	77,69	4,10	4,22	0,00	0,00	86,02	0,00
E-92_02	2.376	2.389	41,9	Ja	23,60	107,9	3,01	78,57	4,54	4,20	0,00	0,00	87,30	0,00
E-92_03	2.719	2.730	35,1	Ja	21,64	107,9	3,01	79,72	5,19	4,36	0,00	0,00	89,27	0,00
E-92_04	2.971	2.980	25,5	Nein	19,97	107,9	3,01	80,48	5,66	4,80	0,00	0,00	90,94	0,00
E-92_05	3.154	3.163	29,3	Nein	19,10	107,9	3,01	81,00	6,01	4,80	0,00	0,00	91,81	0,00
WEA 01	1.701	1.717	59,8	Ja	23,45	103,0	3,01	75,69	3,26	3,60	0,00	0,00	82,56	0,00
WEA 02	1.662	1.680	62,7	Ja	23,79	103,0	3,01	75,51	3,19	3,52	0,00	0,00	82,22	0,00
WEA 03	1.910	1.925	43,9	Ja	21,64	103,0	3,01	76,69	3,66	4,02	0,00	0,00	84,37	0,00
WEA 04	1.930	1.942	53,0	Ja	21,69	103,0	3,01	76,76	3,69	3,86	0,00	0,00	84,32	0,00
WEA 05	2.082	2.096	53,9	Ja	20,68	103,0	3,01	77,43	3,98	3,92	0,00	0,00	85,33	0,00
WEA 06	2.125	2.140	56,1	Ja	20,43	103,0	3,01	77,61	4,07	3,90	0,00	0,00	85,58	0,00
WEA 07	2.233	2.248	48,1	Ja	19,63	103,0	3,01	78,04	4,27	4,07	0,00	0,00	86,37	0,00
WEA 08	2.155	2.165	56,6	Ja	20,28	103,0	3,01	77,71	4,11	3,90	0,00	0,00	85,73	0,00
WEA 09	2.416	2.429	60,9	Ja	18,74	103,0	3,01	78,71	4,62	3,94	0,00	0,00	87,27	0,00
WEA 10	2.530	2.542	52,1	Ja	17,98	103,0	3,01	79,10	4,83	4,10	0,00	0,00	88,03	0,00
WEA 11	2.624	2.634	36,2	Ja	17,26	103,0	3,01	79,41	5,00	4,33	0,00	0,00	88,75	0,00
WEA 12	2.659	2.669	32,5	Ja	17,03	103,0	3,01	79,53	5,07	4,38	0,00	0,00	88,98	0,00
WEA 13	1.895	1.908	72,7	Ja	25,18	105,9	3,01	76,61	3,63	3,49	0,00	0,00	83,73	0,00
WEA 14	1.548	1.563	71,5	Ja	32,63	110,7	3,01	74,88	2,97	3,23	0,00	0,00	81,08	0,00
WEA 15	1.249	1.269	74,6	Ja	35,45	110,7	3,01	73,07	2,41	2,77	0,00	0,00	78,26	0,00
WEA 16	1.204	1.219	77,4	Ja	31,47	106,1	3,01	72,72	2,32	2,61	0,00	0,00	77,64	0,00
WEA 17	1.557	1.569	76,2	Ja	31,08	109,1	3,01	74,91	2,98	3,13	0,00	0,00	81,03	0,00
WEA 18	1.927	1.939	79,2	Ja	29,88	110,7	3,01	76,75	3,68	3,40	0,00	0,00	83,83	0,00
WEA 19	2.305	2.314	70,6	Ja	25,27	108,7	3,01	78,29	4,40	3,75	0,00	0,00	86,44	0,00
WEA 20	2.621	2.635	82,2	Ja	22,45	107,6	3,01	79,42	5,01	3,73	0,00	0,00	88,16	0,00
WEA 21	2.583	2.596	72,7	Ja	25,65	110,7	3,01	79,29	4,93	3,84	0,00	0,00	88,06	0,00
Summe			40,97											

### Schall-Immissionsort: IP 09 Mündersbach, Erholungsheim

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]
E-92_01	2.113	2.126	38,3	Ja	25,14	107,9	3,01	77,55	4,04	4,18	0,00	0,00	85,77	0,00
E-92_02	2.272	2.286	37,4	Ja	24,15	107,9	3,01	78,18	4,34	4,24	0,00	0,00	86,76	0,00
E-92_03	2.566	2.578	31,6	Nein	21,99	107,9	3,01	79,22	4,90	4,80	0,00	0,00	88,92	0,00
E-92_04	2.836	2.845	21,8	Nein	20,62	107,9	3,01	80,08	5,41	4,80	0,00	0,00	90,29	0,00
E-92_05	3.053	3.062	25,1	Nein	19,57	107,9	3,01	80,72	5,82	4,80	0,00	0,00	91,34	0,00
WEA 01	1.505	1.523	54,3	Ja	24,89	103,0	3,01	74,65	2,89	3,57	0,00	0,00	81,12	0,00
WEA 02	1.528	1.548	57,4	Ja	24,75	103,0	3,01	74,79	2,94	3,52	0,00	0,00	81,26	0,00
WEA 03	1.862	1.877	44,4	Ja	21,99	103,0	3,01	76,47	3,57	3,99	0,00	0,00	84,02	0,00
WEA 04	1.638	1.653	53,7	Ja	23,82	103,0	3,01	75,36	3,14	3,68	0,00	0,00	82,19	0,00
WEA 05	1.837	1.853	54,6	Ja	22,34	103,0	3,01	76,36	3,52	3,79	0,00	0,00	83,67	0,00
WEA 06	1.925	1.942	51,3	Ja	21,66	103,0	3,01	76,77	3,69	3,89	0,00	0,00	84,35	0,00
WEA 07	2.077	2.093	44,2	Ja	20,54	103,0	3,01	77,42	3,98	4,08	0,00	0,00	85,47	0,00
WEA 08	1.797	1.809	54,3	Ja	22,65	103,0	3,01	76,15	3,44	3,77	0,00	0,00	83,35	0,00
WEA 09	2.091	2.106	59,3	Ja	20,70	103,0	3,01	77,47	4,00	3,83	0,00	0,00	85,30	0,00
WEA 10	2.231	2.245	52,3	Ja	19,72	103,0	3,01	78,03	4,27	4,00	0,00	0,00	86,29	0,00
WEA 11	2.361	2.373	37,8	Ja	18,74	103,0	3,01	78,51	4,51	4,25	0,00	0,00	87,27	0,00
WEA 12	2.431	2.442	31,6	Ja	18,26	103,0	3,01	78,76	4,64	4,36	0,00	0,00	87,75	0,00
WEA 13	1.519	1.535	70,7	Ja	28,05	105,9	3,01	74,72	2,92	3,22	0,00	0,00	80,86	0,00
WEA 14	1.220	1.239	69,5	Ja	35,62	110,7	3,01	72,86	2,35	2,87	0,00	0,00	78,08	0,00
WEA 15	1.011	1.036	74,8	Ja	38,13	110,7	3,00	71,31	1,97	2,30	0,00	0,00	75,58	0,00
WEA 16	814	836	76,7	Ja	36,45	106,1	3,00	69,45	1,59	1,62	0,00	0,00	72,65	0,00
WEA 17	1.146	1.163	73,8	Ja	34,98	109,1	3,01	72,31	2,21	2,61	0,00	0,00	77,13	0,00
WEA 18	1.506	1.521	76,2	Ja	33,10	110,7	3,01	74,64	2,89	3,08	0,00	0,00	80,61	0,00
WEA 19	1.882	1.893	67,6	Ja	27,99	108,7	3,01	76,54	3,60	3,57	0,00	0,00	83,72	0,00
WEA 20	2.221	2.238	79,3	Ja	24,78	107,6	3,01	78,00	4,25	3,58	0,00	0,00	85,83	0,00
WEA 21	2.215	2.230	69,1	Ja	27,77	110,7	3,01	77,96	4,24	3,74	0,00	0,00	85,94	0,00
Summe			43,95											

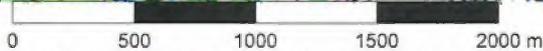
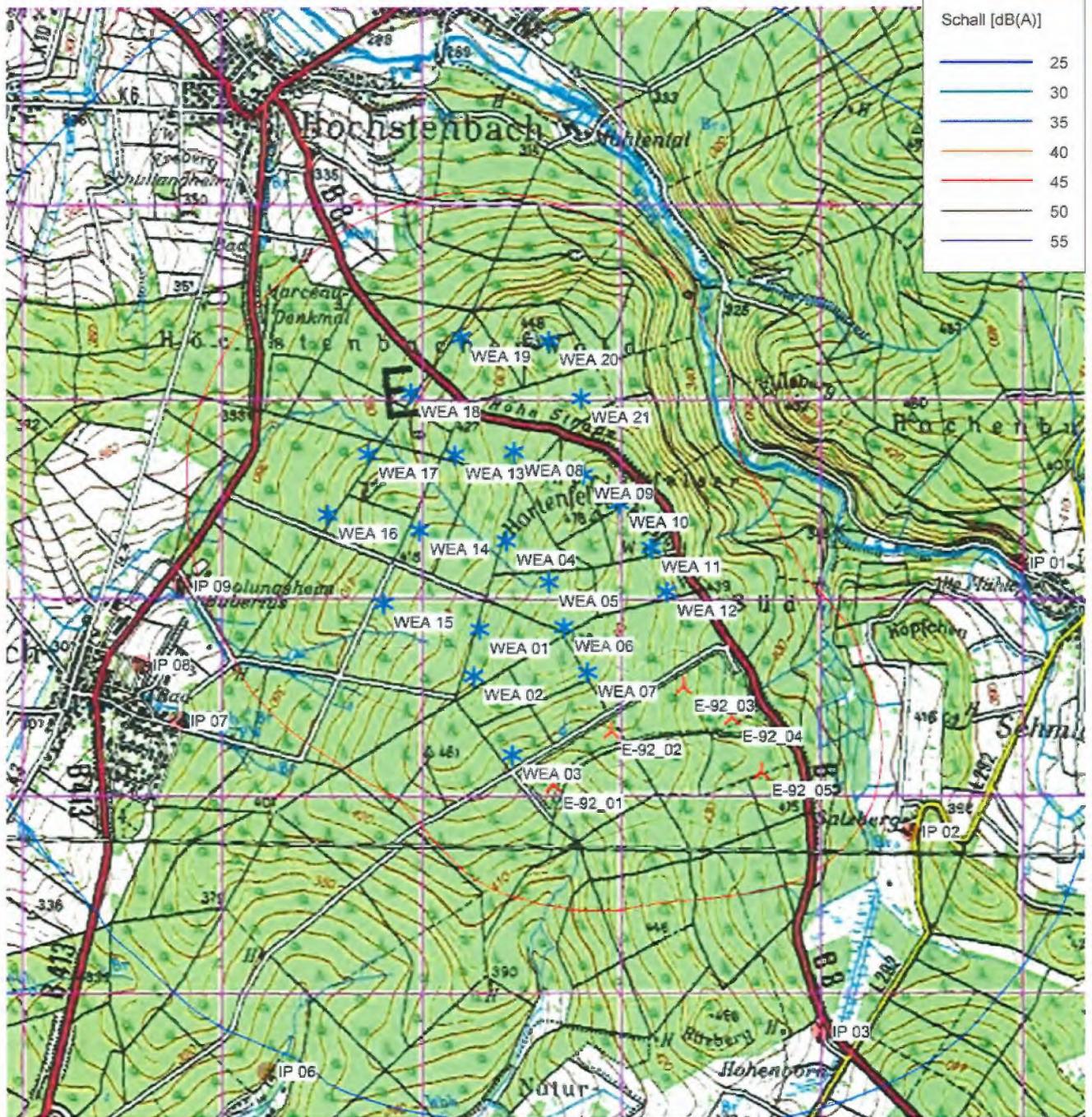
Projekt: **Schenkelberg**  
 Beschreibung: 057-14-0506-03.02

Ausdruck/Seite: 06.08.2014 15:27 / 8  
 Lizenzierter Anwender:  
**SOLvent GmbH**  
 Lünener Straße 211  
 DE-59174 Kamen  
 +49 2307 240063  
 Johannes Waterkamp / jw@solvent.de  
 Berechnet: 06.08.2014 15:27/2 9.269



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

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



Karte: Schenkelberg 50000, Maßstab 1:30.000, Mitte: ETRS 89 Zone: 32 Ost: 32.412.569 Nord: 5.607.385

- ▲ Neue WEA
  - ★ Existierende WEA
  - Schall-Immissionsort
- Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland. Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

# **ENERCON E-92**

Schallvermessungsbericht

MÜLLER-BBM, Bericht Nr. M111 164/01 vom 28.10.2013

## Auszug aus dem Prüfbericht

Stammblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen,  
Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“

Rev. 18 vom 01. Februar 2008 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, D-24103 Kiel)

Auszug aus dem Prüfbericht M111 164/01  
zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-92

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Nennleistung (Generator):	2350 kW
Seriennummer:	920001	Rotordurchmesser:	92 m
WEA-Standort:	RW: 2.592.266	Nabenhöhe über Grund:	98 m
(WGS 84 / UTM zone32N)	HW: 5.914.847	Turmbauart:	Rohrturm
		Material:	Beton
		Leistungsregelung:	pitch
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)	
Rotorblathersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	---
Typenbezeichnung Blatt:	E-92	Typenbezeichnung Getriebe:	---
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-92
Rotordrehzahlbereich:	6 - 17 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	Generatorenennendrehzahl:	6 - 17 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)

Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH: Berechnete Leistungskurve der E-92 (Vers. 1.0 / 17.11.2011)				
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 m/s	1227,8 kW	103,7 dB(A)	
	7 m/s	1823,4 kW	105,4 dB(A)	
	8 m/s	2155,7 kW	104,9 dB(A)	
	9 m/s	-- kW	-- dB(A)	[1]
	10 m/s	-- kW	-- dB(A)	[1]
	8,4 m/s	2232,5 kW	104,6 dB (A)	[2]
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	6 m/s	1227,8 kW	-- dB	
	7 m/s	1823,4 kW	-- dB	
	8 m/s	2155,7 kW	-- dB	
	9 m/s	-- kW	-- dB	[1]
	10 m/s	-- kW	-- dB	[1]
	8,4 m/s	2232,5 kW	-- dB	[2]
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	6 m/s	1227,8 kW	-- dB	
	7 m/s	1823,4 kW	-- dB	
	8 m/s	2155,7 kW	-- dB	
	9 m/s	-- kW	-- dB	[1]
	10 m/s	-- kW	-- dB	[1]
	8,4 m/s	2232,5 kW	-- dB	[2]

### Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 7 \text{ m/s}$

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P \text{ Terz}}$	78,4	82,0	85,0	89,3	90,5	92,7	88,8	91,4	93,6	92,7	93,0	96,1
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P \text{ Terz}}$	95,6	95,9	95,5	94,5	90,7	90,8	88,4	86,8	82,8	76,4	75,5	76,6

### Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 7 \text{ m/s}$

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,P \text{ Oktav}}$	87,4	95,8	96,5	99,0	100,4	97,2	91,3	81,0

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 21.9.2013.

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M111 164/01 vom 16.10.2013 (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

#### Bemerkungen:

[1] In dieser Windklasse wurden keine Daten ermittelt.

[2] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 8,4 m/s festgestellt.

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Gelsenkirchen  
Am Bugapark 1  
45 899 Gelsenkirchen

Messdatum: 29.09.2013  
Datum des Berichtsauszugs: 16.10.2013

*Köhl*

Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
AM BUGAPARK 1  
45 899 GELSENKIRCHEN  
TELEFON (0209) 9 83 08 - 0



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-01-00

Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH  
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



# Angaben zur Vorbelastung

am 07.09.2012 per e-mail übermittelt von Herrn Glasner,

## **Kreisverwaltung des Westerwaldkreises - Referat Umwelt und Naturschutz**

- Tabelle mit Flurstücksangaben, Koordinaten, Kenngrößen und Schalleistungspegeln der als Vorbelastung zu berücksichtigenden Windenergieanlagen

---

Von: Glasner Olaf <[Olaf.Glasner@westerwaldkreis.de](mailto:Olaf.Glasner@westerwaldkreis.de)>  
An: <[KB@solvent.de](mailto:KB@solvent.de)>  
Betreff: WG: Koordinaten WP Hartenfelser Kopf.xls  
Datum: Freitag, 7. September 2012, 13:19

---

Guten Tag Herr Breckner,

Hier die gewünschten Daten.

Freundliche Grüße  
Im Auftrage

Olaf Glasner  
Kreisverwaltung des Westerwaldkreises  
Referat Umwelt und Naturschutz  
Peter-Altmeier-Platz 1,  
56410 Montabaur  
Tel. 02602/124-370, Fax. -287 <mailto:Olaf.Glasner@westerwaldkreis.de>

<<Koordinaten WP Hartenfelser Kopf.xls>>

---

Anhang/Anhänge:  
Koordinaten WP Hartenfelser Kopf.xls

## Bestand / Vorbelastung Windpark Hartenfels Kopf

Gemarkung	Flur	Flurstück	Rechtswert	Hochwert	Bemerkungen	Anlagenhersteller	AnlagenTyp	Nabenhöhe in Meter	Rotordurchmesser in Meter	Nennleistung in KW	Schalleistungspegel in dB (A)
Mündersbach	27	4025	412242,01	5607039,6	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Mündersbach	27	4027	412212,14	5606802,51	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Herschbach	68	9521	412405,52	5606401,13	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Mündersbach	27	4026	412375,05	5607487,98	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Mündersbach	27	4027	412589,51	5607278,63	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Mündersbach	27	4027	412666,72	5607051,38	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Herschbach	68	9520	412783,68	5606820,53	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Höchstenbach	27	2539	412414,53	5607940,61	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Hartenfels	29	1	412766,11	5607823,55	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Hartenfels	29	2	412944,42	5607679,74	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Hartenfels	29	9	413706,07	5607454,18	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Hartenfels	29	11	413184,15	5607231,1	am Netz	Enercon	E70 E4	113,5	71	2000	101,8
Höchstenbach	27	2539	412117,3	5607924,55	am Netz	Enercon	E 82	138,38	82	2000	103,8
Mündersbach	27	4025	411760,03	5607171,31	im Bau	WindWerke	VT 110	137,6	110	3200	106,1
Mündersbach	27	4026	411839,3	5607542,74	im Bau	WindWerke	VT 110	137,6	110	3200	106,1

-----  
 Von: Glasner Olaf <Olaf.Glasner@westerwaldkreis.de>  
 An: <jw@solvint.de>  
 Cc: <Antonius.Effeiffer@sgdnord.rlp.de>  
 Betreff: Windenergievorhaben Schenkelberg  
 Datum: Montag, 4. August 2014, 10:27  
 -----

Guten Tag Herr Waterkamp,  
 beiliegend erhalten Sie die benötigten Informationen zur Überarbeitung der Schallimmissionsprognose in der oben genannten Sache.

Beantragte Zusatzbelastung

Betreiber	BE		Nennl. [MW]	NH [m]	Nacht-Betrieb [dB(A)]	Gemarkung	Flur	Flur-stück	UTM Koordinaten	
WEA 16	Mü 8	Wind VT Werke 110	3.2	142,6	101,5	Mündersbach	26	4016/4	411 481	5 607 622
WEA 17	Mü 9	Wind VT Werke 110	3.2	142,6	104,5	Mündersbach	26	4016/4	411 683	5 607 927
WEA 18	Hö 3	Wind VT Werke 110	3.2	142,6	106,1	Höchststenbach	27	2538	411 896	5 608 238
WEA 19	Hö 4	Wind VT Werke 110	3.2	142,6	104,1	Höchststenbach	26	2528	412 148	5 608 520
WEA 20	Hö 5	Wind VT Werke 110	3.2	142,6	103,0	Höchststenbach	26	2534/6	412 591	5 608 504
WEA 21	Hö 6	Wind VT Werke 110	3.2	142,6	106,1	Höchststenbach	26	2534/6	412 752	5 608 210

Der beantragte Schallleistungspegel der VT 110 beträgt 106,1 dB(A).

Sollten Sie weitere Fragen haben, einfach melden.

Freundliche Grüße  
 Im Auftrag

Olaf Glasner

Westerwaldkreis



Referat Umwelt und Naturschutz  
Peter-Altmeier-Platz 1  
56410 Montabaur  
Tel. (Fax): 02602 - 124 370 (-287)  
Mail: [Olaf.Glasner@westerwaldkreis.de](mailto:Olaf.Glasner@westerwaldkreis.de)

[www.energieportal-westerwald.de](http://www.energieportal-westerwald.de)

[www.westerwaldkreis.de](http://www.westerwaldkreis.de)

---

Anhang/Anhänge:  
Nachricht.html, image001.png, image005.png, image006.jpg

# **ENERCON E-82**

Schallvermessungsbericht als Zusammenfassung von drei Einzelmessungen:

Kötter Consulting Engineers KG, Bericht NR. 207542-02.02 vom 18.09.2008

**SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 207542-02.02**

über eine Dreifachvermessung von Windenergieanlagen des Typs  
Enercon E-82

**Datum:**

18.09.2008

**Auftraggeber:**

Enercon GmbH

Dreekamp 5

26605 Aurich

**Bearbeiter:**

Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

Dipl.-Ing. Oliver Bunk

## 1.) Zusammenfassung

Es wurden die Ergebnisse aus drei Emissionsmessungen an Windenergieanlagen (WEA) des Typs E-82 an den Standorten Ihlow / Simonswolde, Bimolten und Sulingen zusammengefasst.

Die Nabenhöhe beträgt beim Standort Ihlow / Simonswolde  $h_N = 98$  m und an den anderen beiden Standorten übereinstimmend  $h_N = 108$  m abweichend zu [1], wonach bei jeder Einzelmessung eine andere Nabenhöhe vermessen werden muss. Es lag jedoch keine Vermessung zu einer anderen Nabenhöhe vor. Die Emissionsdaten wurden für die Nabenhöhen  $h_N = 78$  m, 85 m, 98 m, 108 m und 138 m sowie für die Windklassen von  $v_s = 6$  m/s bis 10 m/s im Betrieb I mit der Nennleistung von  $P_{\text{Nenn}} = 2.000$  kW ermittelt.

Die gemittelte maximale Schalleistung ergab sich für alle Nabenhöhen zu  $L_{\text{WA}} = 103,8$  dB(A). Die WEA-Geräusche waren nach dem subjektiven Höreindruck weder ton- noch impulshaltig. Die rechnerische Auswertung ergab jeweils keine Tonhaltigkeit. Eine rechnerische Auswertung der Impulshaltigkeit war nicht erforderlich.

Nachfolgender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt.\*

Rheine, 18.09.2008 JW/BB

KÖTTER Consulting Engineers KG

The logo for KÖTTER CONSULTING ENGINEERS features a stylized graphic of vertical bars of varying heights on the left, followed by the company name in a bold, sans-serif font.

Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine  
Tel. 0 59 71 - 97 10 0 Fax 0 59 71 - 97 10 49

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'O. Bunk'.

i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jürgen Weinheimer'.

i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

---

\* Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschrift. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen KCE-Beratungsbedingungen.

### INHALTSVERZEICHNIS

1.)	Zusammenfassung	2
2.)	Bearbeitungsgrundlagen	4
3.)	Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 78 m	5
4.)	Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 85 m	7
5.)	Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 98 m	9
6.)	Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 108 m	11
7.)	Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 138 m	13

## 2.) Bearbeitungsgrundlagen

Für die Ermittlung der Geräuschemissionen werden folgende Normen, Vorschriften und Unterlagen herangezogen:

- [1] Fördergesellschaft Windenergie e. V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
- [2] IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03
- [3] DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren; Ausgabe März 2007
- [4] Enercon GmbH, Schallemissionsmessung Enercon E-82 am Standort 26632 Ihlow / Simonswolde im Betrieb I, Prüfbericht Nr. M65 333/1, Müller BBM GmbH, 21. April 2006
- [5] Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 am Standort 26632 Ihlow / Simonswolde, Umrechnung der aus Messungen ermittelten Schalleistungspegel auf andere Nabenhöhen nach den FGW-Richtlinien, Prüfbericht Nr. M65 333/2, Müller BBM GmbH, 08. Mai 2006
- [6] Schalltechnischer Bericht Nr. 207041-01.01 über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 (Betrieb I) im Windpark Bimolten, KÖTTER Consulting Engineers KG, 19.04.2007
- [7] Schalltechnischer Bericht Nr. 207542-01.01 über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 im Windpark Sulingen-Ost in 27232 Sulingen, KÖTTER Consulting Engineers KG, 28.04.2008

**7.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 138 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	138
		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

Schallemissionsparameter: Messwerte (Prüfbericht Leistungskurve: Berechnete Kennlinie Rev. 1.0, Januar 2005, Nennleistung 2.000 kW; Enercon E-82)							
Schalleistungspegel $L_{WA,P}$ :							
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe						
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	7,4 m/s <sup>2)</sup>	
1 <sup>1)</sup>	101,6 dB(A)	103,3 dB(A)	103,4 dB(A)	-- dB(A)	-- dB(A)	103,4 dB(A)	
2 <sup>1)</sup>	101,4 dB(A)	103,7 dB(A)	103,7 dB(A)	-- dB(A)	-- dB(A)	103,8 dB(A)	
3 <sup>1)</sup>	101,6 dB(A)	103,8 dB(A)	104,0 dB(A)	103,7 dB(A)	-- dB(A)	104,1 dB(A)	
Mittelwert $\bar{L}_W$	101,6 dB(A)	103,6 dB(A)	103,7 dB(A)	-- dB(A)	-- dB(A)	103,8 dB(A)	
Standardabweichung S	0,1 dB	0,3 dB	0,3 dB	-- dB	-- dB	0,4 dB	
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,0 dB	1,1 dB	1,1 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		7,4 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	-- 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	7,4 m/s <sup>2)</sup>
1	0 dB	0 dB	0 dB	-- dB	-- dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	-- 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  $v_{s,95\%} = 7,4$  m/s und 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



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer



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

## 4.1. UMWELT DECIBEL - Schallberechnung

### 4.1.0 Einführung in DECIBEL

DECIBEL ist der Name eines Berechnungsmoduls, das den Schalldruckpegel von WEA an Schall-Immissionsorten (IP, z.B. Höfen, Wohngebäuden, Wohngebiete, Siedlungen) ermittelt und die Einhaltung der Immissionsrichtwerte prüft. Dabei können existierende Vorbelastungen berücksichtigt sowie die Einhaltung notwendiger Abstände zu den Immissionsrichtwerten, maximal zulässiger Zusatzbelastungen sowie räumlicher Mindestabstände geprüft werden.

Weiterhin bestimmt DECIBEL Linien gleichen Schallniveaus (Isophonen) für einen geplanten Windpark und stellt diese grafisch auf einer Karte dar. Auf diese Weise lassen sich schallkritische Gebiete überprüfen und z.B. Änderungen in der Aufstellungsgeometrie oder Anlagenwahl vornehmen.

Eine Stärke von WindPRO ist die grafische Eingabe der Objekte (WEA, Schall-Immissionsorte) direkt auf dem Bildschirm, auf dem eine Hintergrundkarte dargestellt werden kann. Die Anwendung dieser Kartenfunktion bietet wesentliche Vorteile in der Projektierungsarbeit:

- Die einzuhaltenden Grenzabstände von jedem einzelnen Schall-Immissionsort lassen sich in Form von Restriktionsflächen auf dem Bildschirm anzeigen und die WEA dadurch schnell in den freien Flächen platzieren.
- Die berechneten Isophonen in der Umgebung der WEA können auf der Karte in individueller Farbgebung angezeigt und ausgedruckt werden. So hat der Anwender eine Kontrolle, ob an allen Wohngebäuden der Schallpegel unter den Grenzwerten liegt.

### 4.1.1 Die DECIBEL Berechnungsmethoden

Die Geräuschemission einer Windenergieanlage wird durch den Schalleistungspegel  $L_w$  beschrieben.

*Schalleistungspegel  $L_w$*  - ist der maximale Wert in dB / dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionspunkt, WEA) abgestrahlt wird. Der Wert kann als Oktavband (d.h. die Einzelpegel unterschiedlicher Frequenzbänder, die das Gesamtgeräusch ausmachen) oder als 500Hz-Mittenpegel angegeben werden. WindPRO kann mit beiden Arten von Schalleistungspegel-Angaben rechnen.

Der Lärm breitet sich kreisförmig um die Schallquelle aus und nimmt mit seinem Abstand zu ihr (logarithmisch) hörbar ab. Die Luft und der Boden absorbieren den Schall. Weitere Geräuschquellen wirken Lärm verstärkend.

*Schalldruckpegel  $L_s$*  - ist der 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 oder einfach auf natürliche Art wahrgenommen werden kann (z.B. durch das menschliche Ohr). Der Schalldruckpegel unter Berücksichtigung von Zuschlägen wird *Beurteilungspegel* genannt und bildet die Grundlage für die Beurteilung der Geräuschemissionen zur Überprüfung, ob die Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

Die Berechnung der Lärmimmissionen einer oder mehrerer WEA an einem bestimmten Immissionsort bedarf folgender Informationen und Eingabedaten:

- WEA-Platzierung (X,Y,Z-Koordinaten)
- Nabenhöhe der WEA einschl. des Schalleistungspegels ( $L_{WA,ref}$ ) für eine bestimmte Windgeschwindigkeit, evtl. in Oktavbändern
- Angabe eines Einzelton- oder / und Impulzzuschlages (falls vorhanden),
- Koordinaten der Schall-Immissionsorte um die WEA
- Grenzwerte, die in den entsprechenden Gebieten eingehalten werden müssen, gegebenenfalls mit Informationen zum Hintergrundgeräusch und zur zulässigen Zusatzbelastung
- Das zu verwendende Berechnungsmodell
- Wenn die Geländeform zwischen WEA und Schall-Immissionsort berücksichtigt werden soll: ein digitales Geländemodell in Form eines Linienobjekts

Es sind mehrere unterschiedliche Berechnungsmodelle in WindPRO implementiert, die in der Regel den Anforderungen eines bestimmten Landes oder einer bestimmten Region Rechnung tragen. Wenn keine der länderspezifischen Modelle verwendet werden können, kann die allgemeine Berechnungsnorm *ISO 9613-2 Allgemein* mit individuellen Einstellungen den landesüblichen Anforderungen angepasst werden.

Die Wahl des Berechnungsmodells entscheidet darüber, welche Eingabemöglichkeiten existieren.

#### 4.1.1.1 Die Internationale Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 Allgemein

Die ISO 9613-2 "Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien", Teil 2, beschreibt die Ausbreitungsberechnung des Schalls im Freien (siehe Kapitel 4.1.4).

Beim Start einer Berechnung nach diesem Modell kann eine Vielzahl von Parametern angepasst werden. Die verfügbaren Optionen sind in der folgenden Abbildung zu sehen:

Schallberechnungs-Modell  
ISO 9613-2 Allgemein

Windgeschwindigkeit  
Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Nur bestimmte Oktavbänder

Bodeneffekt (Agr) Bodenfaktor  
Standardverfahren 1,0 [0-1] 0: Harter Boden 1: Poröser Boden

Meteorologischer Koeffizient C0  
0,0 dB. Empfohlenes Maximum 2 dB

Art der Anforderung in der Berechnung  
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, ML etc.)

Schalleistungspegel in der Berechnung  
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne (Anmerkung: Nur verwendet wenn mindestens eine WEA Einzelöne hat)  
Einzelton- und Impulszuschläge werden zu Schallwerten addiert

Aufpunkthöhe ü. Gr., wenn im Immissionsort-Objekt kein abweichender Wert  
5,0 m  Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor dieser Angabe

verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts.  
0,0 dB(A) Luftdämpfung

#### Windgeschwindigkeit:

**Feste Windgeschwindigkeit:** Die Berechnung wird für eine bestimmte Windgeschwindigkeit, die angegeben werden muss, durchgeführt.

**Windgeschwindigkeits-Bereich:** Die Berechnung wird für einen Windgeschwindigkeitsbereich, der durch Start (Von), Ende (Bis) und eine Schrittweite charakterisiert wird. WindPRO benötigt Schalleistungspegel für die ausgewählten Windgeschwindigkeiten, kann diese jedoch auch basierend auf existierenden Daten extra- oder interpolieren.

**95% der Nennleistung:** Die Berechnung wird für den Schalleistungspegel der WEA bei 95% der Nennleistung durchgeführt. Wenn dieser Wert nicht verfügbar ist, wird der Anwender zur manuellen Eingabe aufgefordert.

**95% der Nennleistung oder Windgeschw.:** Wie oben, aber WindPRO wählt selbst einen Ersatz-Wert aus, wenn keine Daten für 95% der Nennleistung vorliegen. Die Windgeschwindigkeit für den Ersatzwert wird vom Anwender angegeben. Wenn auch keine Schalldaten für diesen Wert vorliegen, wird der Anwender zur manuellen Eingabe aufgefordert.

**Lautester Wert bis 95% Nennleistung:** WindPRO wählt den lautesten verfügbaren Schalleistungspegel aus allen Windgeschwindigkeiten und dem Pegel für 95% der Nennleistung aus.

**Oktavbanddaten benötigt:** Wenn ausgewählt, wird die Schallausbreitungsberechnung in jedem Fall für Oktavband-Schalleistungspegel durchgeführt. Liegen diese für die benötigten Windgeschwindigkeiten nicht vor,

wird der Anwender zur manuellen Eingabe aufgefordert. Dabei kann auch ein Standard-Oktavband erzeugt werden.

Ist unter **Bodeneffekt** (s.u.) das **Standardverfahren** ausgewählt, so steht diese Option nicht zur Verfügung, da diese Methode immer Oktavbanddaten benötigt.

**Nur bestimmte Oktavbänder:** Wenn ausgewählt, können Ergebnisse nur für bestimmte Oktavbänder berechnet werden, z.B. für den Fall, dass für einzelne Oktavbänder spezielle Immissionsrichtwerte gelten.

#### **Bodeneffekt ( $A_{gr}$ )**

**Keiner:** Es wird keine Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts für die Berechnung angenommen. Dies entspricht in etwa sehr glatten Oberflächen z.B. Offshore.

**Standardverfahren:** Die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts wird nach dem in ISO 9613-2 beschriebenen Standardverfahren berechnet. Es muss ein **Bodenfaktor** für die Oberfläche angegeben werden, wobei 0 einer harten und 1 einer porösen Oberfläche entspricht. Der Standardwert ist 1, es wird jedoch zunehmend gefordert, eher einen Wert um 0 zu verwenden. In jedem Fall müssen bei der Bewertung lokale Gegebenheiten berücksichtigt werden. Die Schalleistungspegel müssen als Oktavbänder vorliegen, wenn diese nicht verfügbar sind, kann WindPRO ein Standard-Oktavband auf den Schalleistungspegel der WEA skalieren. Diese Methode soll entsprechend DIN ISO 9613-2 für flaches oder gleichmäßig geneigtes Gelände verwendet werden. Wenn diese Bedingungen nicht zutreffen, sollte das **Alternative Verfahren** verwendet werden.

**Alternatives Verfahren:** Die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts wird nach dem in ISO 9613-2 beschriebenen alternativen Verfahren berechnet. Dieses Verfahren verwendet die Orographie des Geländes um die Bodendämpfung zu berechnen. Ein Tal zwischen WEA und Immissionsort hat eine geringe Dämpfung zur Folge, wogegen ein Hügel eine hohe Dämpfung zur Folge hat. Wenn kein Digitales Geländemodell in WindPRO eingegeben wurde, wird eine konstante Oberfläche zwischen WEA und Immissionsort angenommen. Dieses Verfahren soll verwendet werden wenn:

- nur der A-gewichtete Schalleistungspegel benötigt wird
- vorwiegend poröser Boden vorliegt und
- der Schall kein reiner Ton ist.

Beide Methoden werden in Kapitel 4.1.4 genauer beleuchtet.

**Meteorologischer Koeffizient:** Ein Wert für den Meteorologischen Koeffizienten zwischen 0 und 5 kann eingegeben werden. Der Meteorologische Koeffizient soll die Dämpfung aufgrund von speziellen Meteorologischen Bedingungen widerspiegeln. In der Systematik der ISO 9613-2 ist vorgesehen, dass dieser Wert Regions- und Anlassspezifisch seitens der beurteilenden Behörden vorgegeben werden kann. In der Regel ist ein Wert von 0 anzusetzen, was einer konservativen Betrachtung entspricht.

#### **Art der Anforderung in der Berechnung**

**WEA-Geräusche vs. Schallrichtwert:** Die Immissionen der WEA oder der Windfarm werden an jedem Schall-Immissionsort mit den dort angegebenen Immissionsrichtwert verglichen. Wenn die Berechnung für mehrere Windgeschwindigkeiten durchgeführt wird, kann dies ein allgemeiner Wert sein oder für jede Windgeschwindigkeit ein eigener Wert. Dies ist die Standardmethode in Länder wie Deutschland, Dänemark, Schweden und den Niederlanden.

**WEA+Hintergrundgeräusch vs. Hintergrundgeräusch+Zulässige Überschreitung:** Um diese Methode anzuwenden, muss im Vorfeld der Berechnung eine Messung oder anderweitige Ermittlung der Hintergrundgeräusche am Immissionsort durchgeführt werden (ggf. für verschiedene Windgeschwindigkeiten). Die berechnete Gesamtbelastung (Zusatzbelastung durch die WEA plus Hintergrundgeräusch) darf einen bestimmten Abstand zum Hintergrundgeräusch nicht überschreiten. Dieses Verfahren ist z.B. in Frankreich gebräuchlich.

**WEA-Geräusch vs. Hintergrundgeräusch + Zulässige Überschreitung:** Ein Grenzwert, der durch das in einer Messung bestimmte Hintergrundgeräusch zuzüglich einer zulässigen Überschreitung besteht, darf durch das WEA-Geräusch nicht überschritten werden. Diese Variante wird z.B. in Großbritannien und Österreich verwendet.

#### **Schalleistungspegel in der Berechnung**

**Schallwerte sind  $L_{WA}$ -Werte** (Mittlere Schalleistungspegel; Standard): Dies ist die Standardeinstellung. Schalleistungspegel, Hintergrundgeräusch und Berechnungsergebnisse werden als mittlere Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ) angegeben.

**Schallwerte sind  $L_{90}$ -Werte** (tatsächlicher Pegel 90% der Zeit darüber): Mit dieser speziellen Einstellung werden alle Schallwerte als  $L_{90}$ -Werte betrachtet, d.h. der Pegel, der 90% der Zeit überschritten wird. Hintergrundgeräusche müssen als  $L_{90}$ -Wert angegeben werden, für die WEA werden vom  $L_{WA}$ , der im WEA-Katalog vorhanden ist, 2 dB(A) abgezogen, was eine gängige Annäherung an den  $L_{90}$ -Pegel darstellt. Auf den Berichten erscheint anstelle des  $L_{WA}$  der  $L_{90}$ . Diese Einstellung wird z.B. in Großbritannien verwendet.

#### Einzelöne

**Einzelton- und Impulzzuschläge werden zu Schallwerten addiert:** Dies erlaubt eine Berücksichtigung von WEA-Typ spezifischen Einzelton- und Impulzzuschlägen

**Einzeltonzuschläge werden von Anforderung abgezogen:** Hierbei wird ein pauschaler Einzeltonzuschlag für alle verwendeten WEA-Typen vom Immissionsrichtwert des Schall-Immissionsorts abgezogen.

**Aufpunkthöhe ü. Gr.:** Hier kann eine Höhe über Grund für den Schall-Immissionsort angegeben werden. Unterschiedliche Normen empfehlen unterschiedliche Höhen, typische Werte sind 1,5m, 4m oder 5m. Wenn „Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor dieser Angabe“ angekreuzt ist, können individuelle Höhen für die einzelnen Schall-Immissionsorte verwendet werden.

**Verlangte Unter- oder zulässige Überschreitung des Schallrichtwerts:** Dies ermöglicht es, eine zusätzliche Anpassung des Schall-Immissionsrichtwerts vorzunehmen, z.B. wenn von Behörden ein Unsicherheitszuschlag von 2 dB(A) auf die berechneten Pegel verlangt wird, kann hier -2 dB(A) eingetragen werden, auf den Berichtsausdrucken wird dann der Schallrichtwert als „45 - 2 = 43 dB(A)“ angegeben.

#### Luftdämpfung

Die ISO 9613-2 gibt bestimmte Luftdämpfungskoeffizienten für die unterschiedlichen Oktavbänder vor. Ist es notwendig, diese an besondere Anforderungen oder Bedingungen anzupassen, so kann das hier getan werden. Nach Klick auf den Knopf erscheint ein Fenster, in dem entweder die Dämpfungskoeffizienten anderer Schallmodelle ausgewählt oder durch die Auswahl *Custom values* die Werte individuell angepasst werden können.

### 4.1.1.2 ISO 9613-2 Deutschland

Das Berechnungsmodell ISO 9613-2 Deutschland basiert auf dem ISO 9613-2-Modell, wobei die variablen Berechnungsparameter auf die Anforderungen nach den *Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)* zugeschnitten sind.

#### Berechnungseinstellungen

Die Abbildung unten zeigt die Berechnungseinstellungen für die *ISO 9613-2 Deutschland*. Die ausgegrauten Felder sind fest eingestellt und können nicht geändert werden. Für eine genaue Beschreibung der Felder siehe das Kapitel *ISO 9613-2 Allgemein* (4.1.1.1).

Schallberechnungs-Modell  
 ISO 9613-2 Deutschland

Windgeschwindigkeit  
 Laplace-Wert bis 50% Fremdleistung

Oktavband-Daten benötigt  
 Nur bestimmte Oktavbänder

Endeffekt-Wert  
 Referenzwert 100

Meteorologischer Koeffizient C<sub>0</sub>  
 0,0 dB. Empfohlenes Maximum: 2 dB

Art der Anforderung in der Berechnung  
 WEA-Geräusch in Schallrichtwert (DE, SE, NE, etc.)

Schallleistungspegel in der Berechnung  
 Schallwerte sind L<sub>WA</sub>-Werte (Mittlere Schalleistungspegel, Standard)

Einzelton- und Impulzzuschläge (falls mindestens eine WEA-Erzeugung hat)  
 Einzelton- und Impulzzuschläge werden zu Schallwerten addiert.

Aufpunkthöhe ü. Gr., wenn im Immissionsort-Objekt kein abweichender Wert  
 5,0 m  Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor dieser Eingabe

verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts.  
 0,0 dB(A)  Details anzeigen Luftdämpfung

**Windgeschwindigkeit:** Es wird der lauteste Schallleistungspegel bis Erreichen von 95% der Nennleistung verwendet

**Oktavband-Daten benötigt:** Es werden keine Oktavbanddaten verwendet.

**Bodendämpfung:** Das alternative Verfahren zur Bodendämpfung wird verwendet.

**Meteorologischer Koeffizient C<sub>0</sub>:** Der Meteorologische Koeffizient kann zwischen 0 und 5 dB(A) gewählt werden. Übliche Werte liegen zwischen 0 und 2 dB(A).

**Art der Anforderung in der Berechnung:** Das Geräusch der WEA darf nicht lauter sein als der im Schall-Immissionsort-Objekt festgelegte Wert.

**Schallleistungspegel in der Berechnung:** Alle Schallwerte sind L<sub>WA</sub>-Werte, d.h. mittlere A-gewichtete Schalldruckpegel.

**Einzelöne:** Einzelton- und Impulzzuschläge werden zu Schallwerten addiert. Die Werte kommen aus dem WEA-Katalog und liegen üblicherweise bei null, 3 oder 6 dB(A).

**Aufpunkthöhe ü. Gr.:** Standardmäßig beträgt diese 5 m über Grund, dieser Wert kann jedoch angepasst werden.

**Verlangte Unter- oder zulässige Überschreitung des Schallrichtwerts:** Hier kann vom Anwender ein Wert eingegeben werden

## Schall-Immissionsorte

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission-Transmission-Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV, 1974, 1990). Bauliche Anlagen müssen von den Umwelt- bzw. Gewerbeämtern anhand der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Die Richtlinien für die Beurteilung der Lärmproblematik (und damit für die Bemessung und Bewertung) bilden die in Abb. 1 erwähnten Normen nach DIN und VDI und seit November 1998 zusätzlich die ISO 9613-2 (siehe oben). Die Immissionsschutzbehörde, als Teil des Umwelt- bzw. Gewerbeaufsichtsamtes, beurteilt die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990) und TA-Lärm sind die Baugebietsarten nach einer Immissionsschutz-Rangfolge festgelegt. So gelten folgende Grenzwerte (nachts):

35 dB für reines Wohngebiet oder Kurgebiet

- 40 dB für allgemeines Wohngebiet (vorwiegend Wohnungen)
- 45 dB für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
- 50 dB für Gewerbegebiet (vorwiegend gewerbliche Anlagen)
- 70 dB für Industriegebiet

In der Regel sind für WEA-Projekte im Außenbereich Grenzwerte von 45 dB (Mischgebiete) anzusetzen. Ob und in welcher Höhe Einzeltonzuschläge berücksichtigt oder Sicherheitsabschläge getroffen werden müssen, hängt von den lokalen und den in den Bundesländern geltenden Regelungen ab.

#### 4.1.1.3 ISO 9613-2 Großbritannien

Das Berechnungsmodell ISO 9613-2 Großbritannien basiert auf dem ISO 9613-2-Modell, wobei die variablen Berechnungsparameter auf die Anforderungen der Empfehlung ETSU-R-97 („The Assessment and Rating of Noise from Wind Farms“) zugeschnitten sind.

##### Berechnungseinstellungen

Die Abbildung unten zeigt die Berechnungseinstellungen für die *ISO 9613-2 Großbritannien*. Die ausgegrauten Felder sind fest eingestellt und können nicht geändert werden. Für eine genaue Beschreibung der Felder siehe Kapitel ISO 9613-2 Allgemein (4.1.1.1).

Schallberechnungs-Modell  
ISO 9613-2 Großbritannien

Windgeschwindigkeiten:

Oktavband-Daten benötigt

Nur bestimmte Oktavbänder

Bodendämpfung:  [0-1] 0: Harter Boden, 1: Poröser Boden

Meteorologischer Koeffizient C<sub>0</sub>:  dB. Empfohlenes Maximum: 2 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallleistungswert in der Berechnung:

Einzelton-Anforderung:

Einzelton- und Einzeltonzuschläge werden zu Schallwerten addiert:

Aufpunktquelle:  wenn im Immissionsort-Objekt kein abwechselnder Wert

Aufpunktquelle in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor dieser Angabe

verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:  dB(A)  Details anzeigen

**Windgeschwindigkeit:** Der Schalleistungspegel bei Windgeschwindigkeiten zwischen 4 und 12 m/s in 1-m/s-Schritten wird verwendet. Wenn diese Daten nicht vollständig vorliegen, so wird der Anwender beim Start der Berechnung zur Eingabe aufgefordert.

**Oktavband-Daten benötigt:** Oktavbanddaten werden benötigt. Wenn diese Daten nicht vollständig vorliegen, so wird der Anwender beim Start der Berechnung zur Eingabe aufgefordert.

**Bodendämpfung:** Das Standardverfahren zur Bodendämpfung wird verwendet. Ein Wert für die Porosität G muss eingegeben werden. Üblicherweise wird ein Wert von G=1 verwendet.

**Meteorologischer Koeffizient C<sub>0</sub>:** Der Meteorologische Koeffizient kann zwischen 0 und 5 dB(A) gewählt werden. Übliche Werte liegen zwischen 0 und 2 dB(A).

**Art der Anforderung in der Berechnung:** Das Geräusch der WEA wird an jedem Receptor für jede der untersuchten Windgeschwindigkeiten mit dem dort gemessenen Hintergrundgeräusch verglichen und darf dieses nicht um mehr als einen bestimmten Wert (normalerweise 5 dB) überschreiten.

## 4.1.4 Theoretischer Hintergrund der Schallausbreitungs-Modelle

### 4.1.4.1 Die Internationale Norm ISO 9613-2

Die ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2. A general method of calculation" beschreibt die Berechnung der Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien.

Dieser Text beschreibt den theoretischen Hintergrund der ISO 9613-2, wie sie in WindPRO implementiert ist.

#### Berechnungsverfahren ohne Oktavbanddaten

Normalerweise wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel in Form des 500Hz-Mittenspegels ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt berechnet sich nach der ISO 9613-2 dann wie folgt:

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

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

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

$$D_C = D_\Omega - 0 \quad (2)$$

$D_\Omega$  beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

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

Mit:

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

$h_r$ : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in WindPRO 5m)

$d_p$ : 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):

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

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

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

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

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt.

$A_{atm}$ : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

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

$A_{gr}$ : Bodendämpfung

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

Wenn  $A_{gr} < 0$  dann ist  $A_{gr} = 0$

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

Wenn in WindPRO kein digitales Geländemodell vorhanden ist

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

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

Bei vorliegendem digitalem Geländemodell wird die Fläche  $F$  zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle (Gondel) und Aufpunkt berechnet. Die mittlere Höhe berechnet sich dann mit:

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

$A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), in WindPRO kann kein Schallschutz angegeben werden:  $A_{bar} = 0$ .

$A_{misc}$ : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In WindPRO gehen diese Effekte nicht in die Prognose ein:  $A_{misc} = 0$ .

$C_{met}$ : Meteorologische Korrektur, die durch die folgende Gleichung bestimmt wird:

$$C_{met} = 0 \quad \text{für } d_p < 10 (h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/d_p] \quad \text{für } d_p > 10 (h_s + h_r)$$

$d_p$ : Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt

Faktor  $C_0$  kann, abhängig von den Wetterbedingungen, zwischen 0 und 5 dB liegen, es ist jedoch in der Regel den beurteilenden Behörden vorbehalten, diesen Wert zu bestimmen.

### Berechnungsverfahren mit Oktavbanddaten

Nach der ISO 9613-2 kann die Prognose auch über das Oktavspektrum des Schalleistungspegels der WEA durchgeführt werden. Wird im WEA-Katalog das Oktavspektrum angegeben, so kann es in den WEA-Eigenschaften zur Verwendung ausgewählt werden. Im Folgenden sind nur die Unterschiede zu der 500 Hz Mittenfrequenz bezogenen Berechnung aufgezeigt. Der resultierende Schalldruckpegel  $L_{AT}$  berechnet sich dann mit:

$$L_{AT}(DW) = 10 \lg \left[ 10^{0,1L_{AT}(63)} + 10^{0,1L_{AT}(125)} + 10^{0,1L_{AT}(250)} + 10^{0,1L_{AT}(500)} + 10^{0,1L_{AT}(1k)} + 10^{0,1L_{AT}(2k)} + 10^{0,1L_{AT}(4k)} + 10^{0,1L_{AT}(8k)} \right] \quad (10)$$

Mit:

$L_{AT}$ : A-bewerteter Schalldruckpegel der einzelnen Schallquelle bei den unterschiedlichen Mittenfrequenzen (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz)

Der A-bewertete Schalldruckpegel  $L_{AT}$  bei den Mittenfrequenzen jeder einzelnen Schallquelle berechnet sich aus:

$$L_{AT}(DW) = (L_W + A_f) + D_C - A \quad (11)$$

Mit:

$L_W$ : Oktav-Schalleistungspegel der Punktschallquelle nicht A-bewertet.  $L_W + A_f$  entspricht dem A-bewerteten Oktav-Schalleistungspegel  $L_{WA}$  nach IEC 651.

$A_f$ : genormte A-Bewertung nach IEC 651 (vgl. WindPRO-Katalog Schalldaten, A-bewertet), WindPRO ermittelt nach diesem Verfahren den A-bewerteten Schallpegel.

$D_c$ : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden. Wenn das Standardverfahren zur Bodendämpfung verwendet wird, ist  $D_{\Omega} = 0$ . Wenn die Alternative Methode verwendet wird, entspricht  $D_c$  dem Fall ohne Oktavbanddaten.

A: Oktavdämpfung, Dämpfung zwischen Punktquelle und Immissionspunkt. Sie bestimmt sich wie oben aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (12)$$

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

$A_{atm}$ : Dämpfung aufgrund der Luftabsorption, abhängig von der Frequenz

$A_{gr}$ : Bodendämpfung

$A_{bar}$ : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), worst case ohne  $A_{bar} = 0$ .

$A_{misc}$ : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie; worst case  $A_{misc} = 0$ )

Bei der Oktavbandbezogenen Ausbreitung ist die Dämpfung durch die Luftabsorption von der Frequenz abhängig mit:

$$A_{atm} = \alpha_f d / 1000 \quad (13)$$

mit:

$\alpha_f$ : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

Der Absorptionskoeffizient  $\alpha_f$  ist stark abhängig von der Schallfrequenz, der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte. Die ungünstigsten Werte bestehen bei einer Temperatur von 10° und 70% Rel. Luftfeuchte nach folgender Tabelle:

Bandmittenfrequenz, [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\alpha_f$ , [dB/km]	0,1	0,4	1	1,9	3,7	9,7	32,8	117

Zur Berechnung der Bodendämpfung  $A_{gr}$  existieren zwei Möglichkeiten: das alternative Verfahren, das oben im Kapitel über das Berechnungsverfahren ohne Oktavbanddaten dargelegt wurde, und das Standardverfahren. Das Standardverfahren berechnet  $A_{gr}$  wie folgt:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m \quad (14)$$

Mit

$A_s$ : Die Dämpfung für die Quellregion bis zu einer Entfernung von  $30h_s$ , maximal aber  $d_p$ . Diese Region wird mit dem Bodenfaktor  $G_s$  beschrieben, der die Porosität der Oberfläche als Wert zwischen 0 (hart) und 1 (porös) wiedergibt.

$A_r$ : Aufpunkt-Region bis zu einer Entfernung von  $30h_r$ , maximal aber  $d_p$ . Diese Region wird mit dem Bodenfaktor  $G_r$  beschrieben

$A_m$ : Die Dämpfung der Mittelregion. Wenn die Quell- und die Aufpunkt-Region überlappen, gibt es keine Mittelregion. Diese Region wird mit dem Bodenfaktor  $G_m$  beschrieben

In WindPRO wird nur ein Parameter für G (Porosität) verwendet:

$$G = G_s = G_r = G_m \quad (15)$$

Diese Porosität wird in den Berechnungseinstellungen ausgewählt.

Der unten wiedergegebene Auszug aus der DIN ISO 9613-2 beschreibt die Berechnung der drei Bodendämpfungen.

Nominal midband frequency Hz	$A_s$ or $A_i$ <sup>1)</sup> dB	$A_m$ dB
63	-1,5	-3q <sup>2</sup>  -3q(1-G <sub>m</sub> )
125	-1,5 - G × a'(h)	
250	-1,5 - G × b'(h)	
500	-1,5 - G × c'(h)	
1 000	-1,5 + G × d'(h)	
2 000	-1,5(1-G)	
4 000	-1,5(1-G)	
8 000	-1,5(1-G)	

NOTES

$$a'(h) = 1,5 + 3,0 \times e^{-0,12(d-5)^2} (1 - e^{-d_p/50}) + 5,7 \times e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,9 \times 10^{-6} \times d_p^2})$$

$$b'(h) = 1,5 + 8,6 \times e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d_p/50})$$

$$c'(h) = 1,5 + 14,0 \times e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d_p/50})$$

$$d'(h) = 1,5 + 5,0 \times e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d_p/50})$$

1) For calculating  $A_s$ , take  $G = G_s$  and  $h = h_s$ . For calculating  $A_i$ , take  $G = G_i$  and  $h = h_i$ . See 7.3.1 for values of  $G$  for various ground surfaces.

2)  $q = 0$  when  $d_p \leq 30(h_s + h_r)$

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p} \quad \text{when } d_p > 30(h_s + h_r)$$

where  $d_p$  is the source-to-receiver distance, in metres, projected onto the ground planes.

### Langzeit-Mittelungspegel (Resultierender Beurteilungspegel)

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

$$L_{AT}(LT) = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATI} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \quad (14)$$

$L_{AT}$ : Beurteilungspegel am Immissionspunkt

$L_{ATI}$ : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i

i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n

$K_{Ti}$ : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i, abhängig von den lokalen Vorschriften

$K_{Ii}$ : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i abhängig von den lokalen Vorschriften

$C_{met}$ : Meteorologische Korrektur. Diese bestimmt sich nach den Gleichungen:

$$C_{met} = 0 \text{ für } d_p < 10 (h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/d_p] \text{ für } d_p > 10,$$

$d_p$ : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt projiziert auf den Boden.

Faktor  $C_0$  kann, abhängig von den Wetterbedingungen, zwischen 0 und 5 dB liegen, es ist jedoch in der Regel den beurteilenden Behörden vorbehalten, diesen Wert zu bestimmen.