

SOLvent

Schallgutachten

176-03-0215-03.01

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

Sarmersbach

Auftraggeber:



Erstellt am:

04.06.2003

Erstellt von:

**Planungsbüro SOLvent
Lünener Straße 211
59174 Kamen
Tel 02307 / 24 00 63 Fax 24 00 66**

Inhalt

INHALT	2
1 ERGEBNISÜBERSICHT	3
2 ERLÄUTERUNG DER VORGEHENSWEISE	5
2.1 BETRACHTUNGEN ZUM SCHALLFELD.....	5
2.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle	6
2.1.2 Schalldruck	7
2.1.3 Schallpegel	8
2.1.4 Addition von Schallpegeln.....	9
2.2 DAS MENSCHLICHE HÖREMPFINDEN	10
2.2.1 Mittelungspegel.....	10
2.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz.....	10
2.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2	13
2.3 SCHALLEMISSIONEN VON WINDKRAFTANLAGEN UNTER BAUORDNUNGSRECHTLICHEN GESICHTSPUNKTEN.....	14
3 SCHALLGUTACHTEN	15
3.1 PROGNOSEVERFAHREN	15
3.2 DATEN DER BEURTEILTEN WINDKRAFTANLAGEN	16
3.3 EINWIRKUNGSBEREICH	17
3.4 DATEN DER BEURTEILTEN IMMISSIONSORTE	18
3.5 VORBELASTUNG	21
3.6 PROGNOSEERGEBNIS	23
3.7 QUALITÄT DER PROGNOSE	24
3.7.1 Prognoseverfahren	24
3.7.2 Vermessungsberichte	25
3.7.3 Auswirkung der Produktionsstreuung	26
3.7.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse.....	26
4 ABSCHLUSSERKLÄRUNG	28
5 ANHANG	29

1 Ergebnisübersicht

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens von fünf geplanten Windkraftanlagen des Typs **VESTAS V80 106,0** mit einer Nabenhöhe von 100,0 m am Standort

Sarmersbach

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

- **Berghof, Katzwinkel**
- **Lieserstraße 1, Beinhausen**
- **Lieserstraße 2, Beinhausen**
- **Hauptstraße 1, Beinhausen**
- **Hauptstraße 2, Beinhausen**
- **Hauptstraße 3, Beinhausen**
- **Hauptstraße 5, Beinhausen**
- **Hauptstraße 7, Beinhausen**

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt es sich um Wohngebäude in Dorf- und Mischgebieten sowie um Wohngebäude im Außenbereich. Dies bedeutet, dass an diesen Aufpunkten nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) ein Schallimmissionswert von 45 dB(A) in der Nacht nicht überschritten werden darf.

Werden an dem geplanten Standort fünf Windkraftanlagen des Typs

VESTAS V80 106,0

mit einer Nabenhöhe von 100,0 m errichtet, und setzt man den für diesen Windkraftanlagentyp vermessenen Schalleistungspegel von 105,3 dB(A) an, so werden für die betrachteten Immissionsorte folgende **Gesamt-immissionswerte** prognostiziert:

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)
Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,2 dB(A)
Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,4 dB(A)
Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,5 dB(A)
Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)

Bei der Berechnung der Immissionswerte wurde die Vorbelastung durch vier weitere Anlagen, davon zwei bereits bestehende des Typs DEWIND D6/64 mit einer Nabenhöhe von 91,5 m sowie zwei weitere geplante Anlagen des Typs VESTAS V80 106,0 mit einer Nabenhöhe von 100,0 m berücksichtigt.

An allen betrachteten Aufpunkten wird der maßgebliche Richtwert von 45,0 dB(A) deutlich unterschritten.

2 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 Motorrades 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 Windkraftanlagen 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 Vervielfachung der Anlagenleistungen die Schallemissionen etwa halbiert werden konnten.

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

2.1 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.

2.1.1 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

ω = $2\pi f$

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} :

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

2.1.2 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 μPa , bei Zimmerlautstärke sind es bereits 20.000 μPa , und an der Schmerzschwelle werden sogar 60.000.000 μPa 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

ρ = Dichte des Mediums

c = Schallgeschwindigkeit des Mediums

v_0 = Schallschnelleamplitude

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

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

2.1.3 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*¹ 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 dB . An der Schmerzschwelle wird bei einem Schalldruck von 60 Pa ein Pegel von 130 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 2-1) ermitteln.

¹ benannt nach dem amerikanischen Erfinder des Telefons A. G. Bell

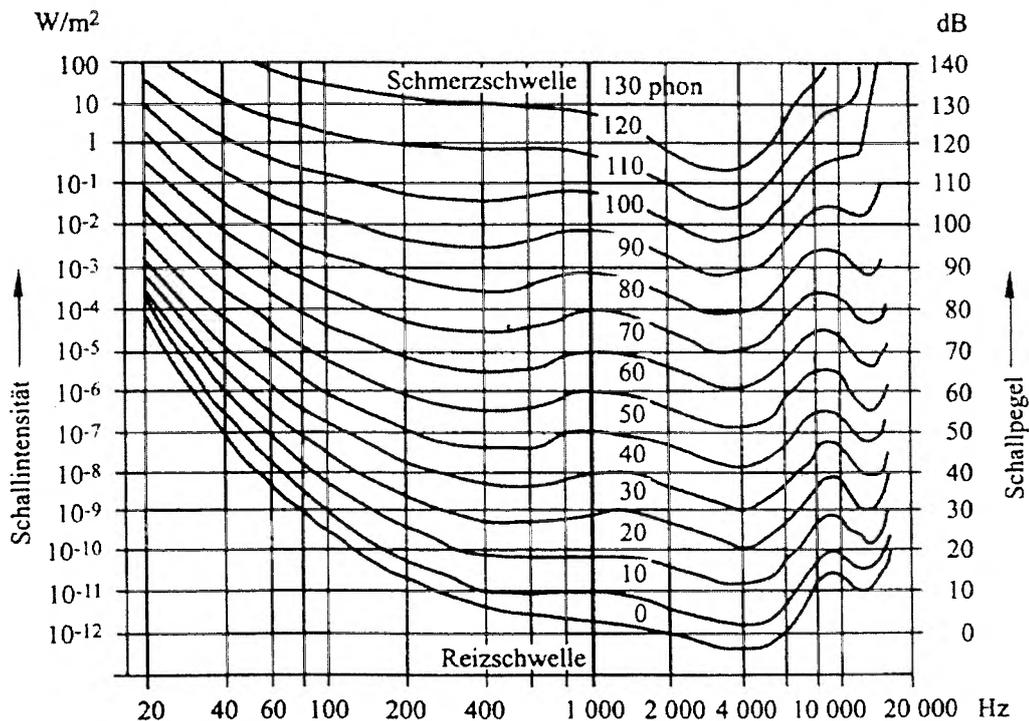


Abbildung 2-1, Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson

2.1.4 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 Merkgeregeln 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*.

2.2 Das menschliche Hörempfinden

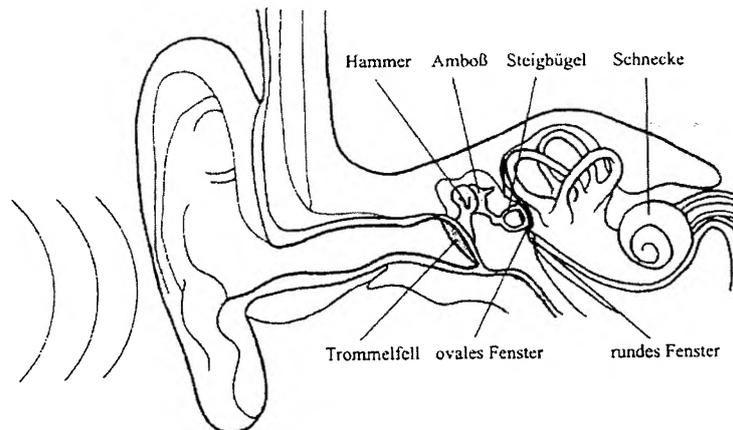


Abbildung 2-2, Aufbau des menschlichen Ohrs

2.2.1 Mittelungspegel

Der Schallpegel ist aus der Sicht des Lärmschutzes die bedeutendste Größe zur Beschreibung der Stärke eines Schallvorganges. Die gesundheitlichen Wirkungen von Lärmbelastungen sind allerdings von weiteren Faktoren abhängig. Neben der Stärke hat vor allem die Dauer der Schalleinwirkung eine entscheidende Bedeutung. Für die messtechnische Überprüfung sind einmalige Messungen von Maximalwerten unzureichend. Um Lärmbelastungen abschätzen zu können, erstreckt sich der Beurteilungszeitraum häufig über mehrere Stunden. Innerhalb dieses Zeitraumes ergeben sich zumeist sehr unterschiedliche Belastungen durch Lärm und damit unterschiedliche Schallpegel. Aus diesem Grund muss ein Mittelungspegel bestimmt werden. Da Schallpegel logarithmische Größen sind, ist eine arithmetische Mittelwertbildung unzulässig. Bei geringen Pegelschwankungen bis zu etwa 10 dB(A) innerhalb einer relevanten Zeiteinheit, wie sie bei Windkraftanlagen auftreten, begnügt man sich häufig mit einem einfachen Schätzverfahren: Die Schwankungsbreite wird durch 3 geteilt und vom Maximalpegel subtrahiert. In vielen anderen Fällen liegen die Schwankungen jedoch deutlich höher, so dass auf exakte Mittelungsverfahren zur Ermittlung des Mittelungspegels zurückgegriffen werden muss. Diese werden hier nicht näher erläutert.

2.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz

Die meisten Schallereignisse sind ihrer Natur nach Geräusche, also Frequenzgemische. Da wir nicht alle Frequenzen gleich laut empfinden,

müssen Geräuschesituationen zur besseren Vergleichbarkeit einer Frequenzbewertung unterzogen werden. Das geschieht, indem ausgewählte Frequenzkomponenten teilweise oder vollständig durch elektronische Filter unterdrückt werden. Sie bleiben unbewertet. Je nach dem, welcher Frequenzbereich analysiert wird, unterscheidet man zwischen A-, B-, und C-Bewertung.

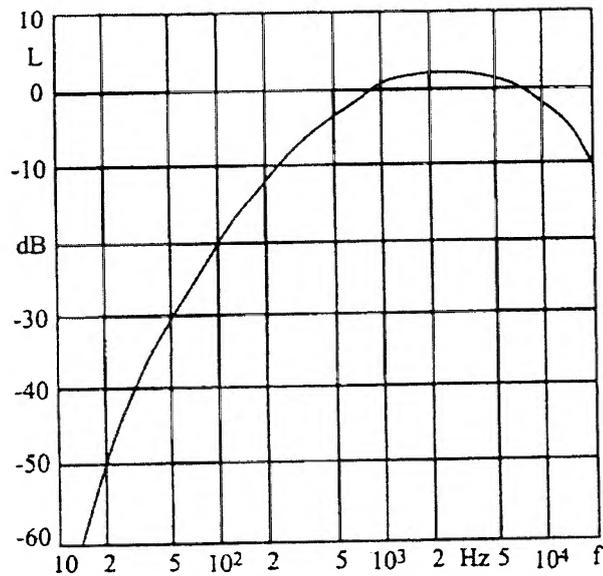


Abbildung 2-3, Dämpfungskurve des A-Filters

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 Hörfächenkurve (Abbildung 2-4) ablesbar.

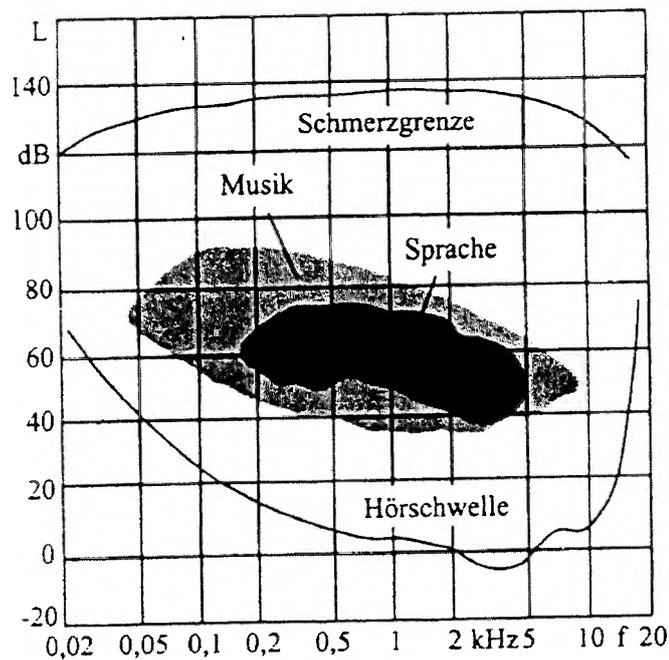


Abbildung 2-4, Hörfäche

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 2-3). 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 μPa	Schallpegel in dB(A)	Schallintensität in 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 2-5), 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.

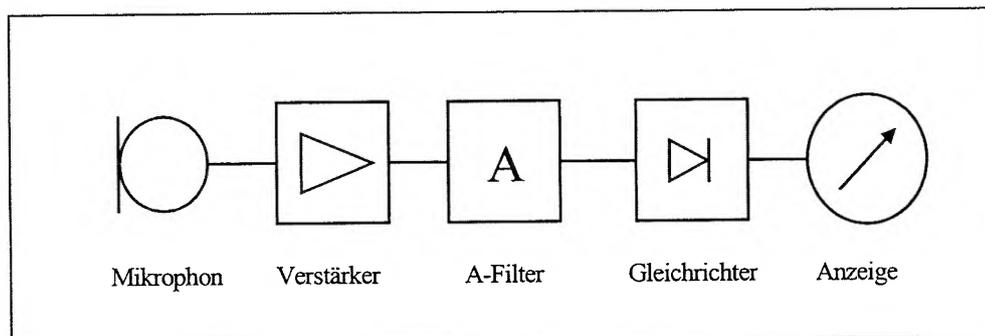


Abbildung 2-5, Blockschaltbild eines Schallpegelmessers

2.2.3 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 Windkraftanlage lautet:

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

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

D_C: Richtungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D_{Ω} : $D_C = D_{\Omega} + 0$
 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_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h_r : Höhe des Immissionspunktes über Grund

d_p : 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_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

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

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz). Hier mit dem Wert 0 belegt.

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). Hier mit dem Wert 0 belegt.

Der Schalleistungspegel von Windkraftanlagen 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 Windkraftanlage 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 2.2.1.12, Modul Decibel) befindet sich im angefügten Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang.

2.3 Schallemissionen von Windkraftanlagen unter bauordnungsrechtlichen Gesichtspunkten²

[...] 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 Windkraftanlagen 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 Windkraftanlage 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 Windkraftanlagen 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 Windkraftanlage lassen sich zumeist erhebliche Lärmbeeinträchtigungen vermeiden. Die Verpflichtung, diese durchzuführen, kann dem Betreiber der Windkraftanlage durch Auflagen und sonstige Nebenbestimmungen (§ 36 Abs. 2 VwVfG) auferlegt werden.[...]

² 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

3 Schallgutachten

Der Standort

Sarmersbach

liegt auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Daun (Rheinland-Pfalz) in der Eifel. Er liegt auf einer Höhe von ca. 531-562 m über NN.

Die beurteilten Anlagen sollen ca. 1,6 km nordöstlich der Ortslage Sarmersbach und ca. 1,4 km südöstlich der Ortslagen Neichen und Beinhausen errichtet werden. Die Umgebung wird überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt.

Bei der Prognose der Schallimmissionen wird die nächstgelegene Wohnbebauung betrachtet. Dies sind mehrere Wohngebäude im Außenbereich sowie in Dorf- und Mischgebieten auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Daun.

Anhand der Prognose der Schallimmissionen wird die Einhaltung der in der Nacht geltenden Richtwerte nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.98) überprüft, die deutlich niedriger liegen als die am Tag geltenden Richtwerte. Da die von Windkraftanlagen ausgehenden Geräusche tags und nachts gleich laut sind, erübrigt sich somit die Frage, ob auch die Tagrichtwerte eingehalten werden.

3.1 Prognoseverfahren

Die im vorliegenden Gutachten dargestellte Schallimmissionsprognose für fünf Windkraftanlagen des Typs VESTAS V80 106,0 mit einer Nabenhöhe von 100,0 Metern wurde mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.2.1.12, Modul Decibel) durchgeführt. Diese Software stellt die Implementierung des detaillierten Prognoseverfahrens gemäß TA-Lärm vom 28.08.1998 (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.

3.2 Daten der beurteilten Windkraftanlagen

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der beurteilten Windkraftanlagen des Typs VESTAS V80 106,0 wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Nabenhöhe (m)	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN	Schallleistungspegel
			Rechtswert	Hochwert		
WKA 1	VESTAS V80 106,0	100,0	²⁵ 63618	⁵⁵ 69172	533 m	105,3 dB(A)
WKA 2	VESTAS V80 106,0	100,0	²⁵ 63998	⁵⁵ 69296	541 m	105,3 dB(A)
WKA 3	VESTAS V80 106,0	100,0	²⁵ 64383	⁵⁵ 69402	562 m	105,3 dB(A)
WKA 4	VESTAS V80 106,0	100,0	²⁵ 64252	⁵⁵ 69007	553 m	105,3 dB(A)
WKA 5	VESTAS V80 106,0	100,0	²⁵ 63895	⁵⁵ 68808	531 m	105,3 dB(A)

(Schallleistungspegel gemäß einer Vermessungen: WINDTEST, Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH; Messbericht Nr. WT 1891/01 vom 17.09.2001. Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.)

3.3 Einwirkungsbereich

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

Gemäß der anzuwendenden TA-Lärm (Stand: 26.08.98) 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- bzw. Mischgebiete sowie für Wohngebäude im Außenbereich gilt der Richtwert von 45 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) verursacht.

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

Die **Einwirkungsbereichsberechnung** ergab folgende durch die beurteilten Windkraftanlagen allein verursachten Schallimmissionen:

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	36,7 dB(A)
Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,8 dB(A)
Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,6 dB(A)
Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,3 dB(A)
Hauptstraße 6, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,8 dB(A)
Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
Hauptstraße 8, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,7 dB(A)
Hauptstraße 8b, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,4 dB(A)
Hauptstraße 10, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,9 dB(A)
Hauptstraße 13, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,5 dB(A)
Hof Ahrhausen, Sarmersbach	45,0 dB(A)	34,9 dB(A)
Kapellenstraße 7, Neichen	45,0 dB(A)	33,2 dB(A)

Die Einwirkungsbereichs-Berechnung zeigt, dass sich die folgenden Aufpunkte **innerhalb des Einwirkungsbereichs** der geplanten Anlage befinden:

- Berghof, Katzwinkel
- Lieserstraße 1, Beinhausen
- Lieserstraße 2, Beinhausen
- Hauptstraße 1, Beinhausen
- Hauptstraße 2, Beinhausen
- Hauptstraße 3, Beinhausen
- Hauptstraße 5, Beinhausen
- Hauptstraße 7, Beinhausen

Diese Aufpunkte werden in diesem Gutachten betrachtet und im Folgenden beschrieben.

Die übrigen in der Einwirkungsbereichs-Berechnung betrachteten Immissionsorte befinden sich **außerhalb des Einwirkungsbereichs** der beurteilten Anlage, da der für diese Aufpunkte maßgebliche Richtwert um mehr als 10 dB(A) unterschritten wird. Daher werden diese Aufpunkte in diesem Gutachten nicht weiter berücksichtigt.

Alle anderen Wohngebäude in der Umgebung sind weiter vom beurteilten Windkraftanlagenstandort entfernt, so dass die Schallimmissionen, die von den geplanten Anlagen verursacht werden, dort im Sinne der TA-Lärm nicht mehr relevant sind.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Einwirkungsbereichs-Berechnung sowie eine zugehörige Karte mit Schall-Iso-Linien finden sich im Anhang.

3.4 Daten der beurteilten Immissionsorte

Im Folgenden werden die beurteilten Immissionsorte näher beschrieben. Für diese Immissionsorte wird anschließend zunächst die Vorbelastung durch die in der Umgebung geplanten Windkraftanlagen berechnet und in einem weiteren Schritt die kumulierten Schallimmissionen durch die beurteilte Anlage und die Vorbelastung.

Als maßgeblicher Immissionsort ist laut TA-Lärm (Stand 28.08.1998) Abschnitt 2.3 derjenige Ort zu wählen, an dem eine Überschreitung der Immissionswerte am ehesten zu erwarten ist. Da dieser Punkt eventuell schwierig zu identifizieren ist, wenn mehrere Windkraftanlagen auf ein Gebäude einwirken oder mehrere Gebäude zueinander benachbart sind, bietet das zur Prognose verwendete Programm die Möglichkeit, sogenannte schallkritische Gebiete zu definieren. Für diese Gebiete ermittelt das Programm selbstständig den am stärksten belasteten Punkt und gibt die Koordinaten dieses Punktes in der Berechnungsdokumentation als maßgeblichen Immissionsort an. Aus diesem Grund kann es geschehen, dass für ein schallkritisches Gebiet, in der

Einwirkungsbereichsberechnung, der Vorbelastungsrechnung, und der Prognose, je nach Platzierung und Anzahl der auf dieses Gebiet einwirkenden Windkraftanlagen, unterschiedliche Koordinaten angegeben werden. Die in diesem Abschnitt aufgeführten Koordinatenangaben zu den beurteilten Immissionsorten beziehen sich auf das Prognoseergebnis.

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt es sich um Wohngebäude im Dorf- und Mischgebiet bzw. im Außenbereich. Dies bedeutet, dass an diesen Aufpunkten nach der TA-Lärm (Stand: 26.08.1998) ein Schallimmissionswert von 45 dB(A) in der Nacht nicht überschritten werden darf.

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

Betrachtete Immissionsorte:

- **SG 01 Berghof, Katzwinkel**

Beim Aufpunkt *SG 01 Berghof, Katzwinkel* handelt es sich um ein Wohngebäude im Außenbereich im Osten des geplanten Standortes. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1032 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 513 m über NN.

- **SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1045 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 480 m über NN.

- **SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1072 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 480 m über NN.

- **SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1114 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 480 m über NN.

- **SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1122 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 480 m über NN.

- **SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1122 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 480 m über NN.

- **SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1113 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 480 m über NN.

- **SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen**

Beim Aufpunkt *SG 95 Hauptstraße 7, Beinhausen* handelt es sich um ein Wohngebäude der Ortslage Beinhausen im Nordwesten der geplanten Anlagen. Er befindet sich in einer Entfernung von ca. 1138 m zur nächstgelegenen Anlage, auf einer Höhe von ca. 484 m über NN.

Sämtliche betrachteten Aufpunkte befinden sich auf dem Gebiet der Verbandsgemeinden Daun.

Die folgende Tabelle gibt die Koordinaten der beurteilten Immissionsorte wieder:

Immissionsort	Gauß-Krüger-Koordinaten		Entfernung zum nächstgelegenen WKA-Standort in m
	Rechtswert	Hochwert	
Berghof, Katzwinkel	²⁵ 65358	⁵⁵ 68939	1032
Lieserstraße 1, Beinhausen	²⁵ 62976	⁵⁵ 69930	1045
Lieserstraße 2, Beinhausen	²⁵ 62982	⁵⁵ 69976	1072
Hauptstraße 1, Beinhausen	²⁵ 62892	⁵⁵ 69947	1114
Hauptstraße 2, Beinhausen	²⁵ 62920	⁵⁵ 69983	1122
Hauptstraße 3, Beinhausen	²⁵ 62935	⁵⁵ 69999	1122
Hauptstraße 5, Beinhausen	²⁵ 62990	⁵⁵ 70027	1113
Hauptstraße 7, Beinhausen	²⁵ 63010	⁵⁵ 70090	1138

3.5 Vorbelastung

In der Umgebung des Standortes gibt es zwei bereits bestehende Windkraftanlage, zudem werden zwei weitere Windkraftanlagen geplant.

Zur Berechnung der durch diese Anlagen in der Umgebung des Standortes verursachten Schallimmissionen wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Anlage	Nabenhöhe (m)	Rotor Ø (m)	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN (m)	Schallleistungspegel in dB(A)
			Rechtswert	Hochwert		
WKA 6 DEWIND D6/64 1,25MW	91,5	64,0	²⁵ 64732	⁵⁵ 69379	560	103,6
WKA 7 DEWIND D6/64 1,25MW	91,5	64,0	²⁵ 64134	⁵⁵ 70194	550	103,6
WKA 8 VESTAS V80 106,0	100,0	80,0	²⁵ 63739	⁵⁵ 70262	543	105,3
WKA 9 VESTAS V80 106,0	100,0	80,0	²⁵ 64302	⁵⁵ 70199	552	105,3

(Schalleistungspegel für die Anlagen des Typs DEWIND D6/64 gemäß dem Schallvermessungsbericht: WINDconsult, Bargeshagen, Bericht Nr. WICO 188SE602/01 vom 15.08.2002. Es sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.)

Schalleistungspegel für die Anlagen des Typs VESTAS V80 106,0 gemäß dem Schallvermessungsbericht: Windtest, Kaiser-Wilhelm-Koog, Kurzbericht Nr. WT 1891/01 vom 17.09.2001. Es sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.)

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

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	35,7 dB(A)
Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,2 dB(A)
Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,4 dB(A)
Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,3 dB(A)
Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,7 dB(A)
Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,9 dB(A)
Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,7 dB(A)
Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	37,1 dB(A)

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

Da die Standortumgebung überwiegend landwirtschaftlich genutzt wird, sind keine weiteren Vorbelastungen durch andere Schallquellen gegeben.

3.6 Prognoseergebnis

An den betrachteten Immissionsorten wurde die kumulierte Schallbelastung durch die beurteilten Windkraftanlage des Typs VESTAS V80 106,0 mit einer Nabenhöhe von 100,0 m sowie die Vorbelastung durch vier weitere Anlagen, davon zwei bereits bestehende des Typs DEWIND D6/64 1,25MW mit einer Nabenhöhe von 91,5 m sowie zwei weitere geplante Anlagen des Typs VESTAS V80 106,0 mit einer Nabenhöhe von 100,0 m berechnet.

Unter den genannten Voraussetzungen werden, gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 und mit Hilfe der Software WINDpro (Version 2.2.1.12) des dänischen Softwareherstellers EMD, folgende Schalldruckpegel prognostiziert:

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)
Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,2 dB(A)
Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,4 dB(A)
Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,5 dB(A)
Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)

An allen betrachteten Aufpunkten wird der maßgebliche Richtwert von 45,0 dB(A) deutlich unterschritten.

3.7 Qualität der Prognose

3.7.1 Prognoseverfahren

Die Prognose wurde gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro (Version 2.2.1.12) erstellt. Diese Berechnung basiert auf vermessenen oder berechneten Schallleistungspegeln, die den FGW-Richtlinien (Technischer Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schallleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Brunsbüttel) 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 $\sigma_{\text{Progn}} = 1,5 \text{ dB}$.

Die Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Schalldruckpegels einer Windkraftanlage (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_{div} , A_{atm} , und A_{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_{bar} und A_{misc}) unberücksichtigt geblieben (s. Kapitel 2.2.3 dieser Ausarbeitung sowie Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro, S. 333 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 Windkraftanlage an einem Immissionsort ist der verwendete Schallleistungspegel der Windkraftanlage. Dieser Wert wird durch Vermessung einer bestehenden Windkraftanlage bestimmt. Während der Messung muss eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 Metern Höhe über Grund herrschen.

3.7.2 Vermessungsberichte

Für den geplanten Windkraftanlagentyp **VESTAS V80 106,0** (dänische Bezeichnung **105,1**) liegt das Ergebnis folgender Vermessung vor:

- WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, Schalltechnischer Kurzbericht WT 1891/01 vom 17.09.2001. Dieser Bericht ergibt bei einer Nabenhöhe von 67 m bei Betrieb der Anlage mit 95% der Nennleistung einen Schalleistungspegel von **105,3 dB(A)**.

Es wird davon ausgegangen, dass sich der Schalleistungspegel bei einer anderen Nabenhöhe der Windkraftanlage nur geringfügig ändert. Eine Umrechnung des vermessenen Schalleistungspegels für verschiedene Nabenhöhen findet sich im Anhang.

Es sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.

Für die beiden bereits bestehenden Windkraftanlagen des Typs **DEWIND D6/64 1,25MW** liegen die Ergebnisse der folgenden Vermessung gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.) vor:

- WINDconsult, Bargeshagen Prüfbericht WICO 188SE602/01 vom 15.08.2002. Gemäß dieser Vermessung hat die Anlage mit einer Nabenhöhe von 91,5 m bei Betrieb der Anlage mit 95% der Nennleistung einen Schalleistungspegel von **103,6 dB(A)**.

Es 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 zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Brunsbüttel) durchgeführt. Das Messverfahren ist somit durch eine Standardabweichung von **$\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$** gekennzeichnet.

3.7.3 Auswirkung der Produktionsstreuung

Für den Anlagentyp **VESTAS V80 106,0 (dänische Bezeichnung 105,1)** sowie für den Anlagentyp **DEWIND D6/64 1,25MW** wird die *Unsicherheit der Produktionsstreuung* gemäß der Empfehlung „Schallimmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen – Empfehlung des Arbeitskreises Geräusche von Windenergieanlagen, Oktober 1999“ mit 2 dB(A) angegeben, da derzeit jeweils eine Vermessung gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.) vorliegt.

Unter dieser Voraussetzung und unter Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt mit: $\sigma_P = 1,2 \text{ dB}$.

3.7.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse

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 $\sigma_{\text{Progn}} = 1,5 \text{ dB}$.

Wie in Kapitel 3.7.2 dieses Gutachtens dargestellt, wird in Bezug auf die geplanten Anlagen des Typs **VESTAS V80 106,0 (dänische Bezeichnung 105,1)** sowie die zwei bestehenden Anlagen des Typs **DEWIND D6/64 1,25MW** die Messunsicherheit angegeben mit $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$.

Wie in Kapitel 3.7.3 dieses Gutachtens ausgeführt, wird in Bezug auf die geplanten Anlagen des Typs **VESTAS V80 106,0 (dänische Bezeichnung 105,1)** sowie die zwei bestehenden Anlagen des Typs **DEWIND D6/64 1,25MW** die Unsicherheit durch die Produktionsstreuung mit 2 dB(A) angenommen. Unter dieser Voraussetzung und unter der Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt, mit: $\sigma_P = 1,2 \text{ dB}$.

Es ergeben sich folgende Werte, die zur Berechnung der Gesamtunsicherheit der Prognose in diesem Gutachten zu berücksichtigen sind:

Variable	Beschreibung	Wert
σ_R	zu berücksichtigende Messungenauigkeit	0,5 dB
σ_P	zu berücksichtigende Ungenauigkeit durch Serienstreuung	1,2 dB
σ_{Progn}	Unsicherheit des Prognoseverfahrens	1,5 dB

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

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_{\text{R}}^2 + \sigma_{\text{P}}^2 + \sigma_{\text{Progn}}^2} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1,5^2} = 1,98 \text{ dB}$$

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

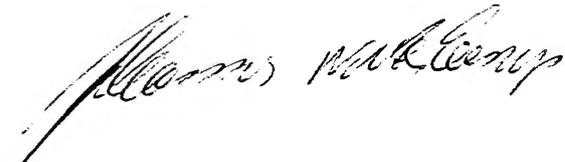
Wird bei dieser Berechnung von normalverteilten Prognosefehlern und einem Konfidenzintervall von 90% ausgegangen (Standardnormalvariable $z = 1,28$), so wird der maßgebliche Richtwert der TA-Lärm dann sicher eingehalten, wenn der prognostizierte Immissionswert $1,28 * 1,98 \text{ dB} = 2,5 \text{ dB}$ unter dem maßgeblichen Richtwert der TA-Lärm liegt.

4 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 26.08.99 mit der Software WINDpro (Version 2.2.1.12, Modul Decibel) durchgeführt.

Kamen, den 4. Juni 2003



Dipl.-Inf. Johannes Waterkamp



Lünener Straße 211, 59174 Kamen
Telefon: 023 07/24 00 63, Fax: 023 07/24 00 66

5 Anhang

Es folgen:

- Die detaillierten Berechnungsberichte mit den zugehörigen Karten mit ISO-Schalllinien
- Kopien der Unterlagen, die zur Bestimmung der Schalleistungspegel der betrachteten Windkraftanlagen verwendet worden sind. Es handelt sich um folgende Anlagentypen:
 - VESTAS V80 106,0
 - DEWIND D6/64 1,25MW
- Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro

Projekt: Sarmersbach
Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
04.06.03 12:08 / 2

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Einwirkungsabereich 5xV80

	WKA				
SKG	WKA 1	WKA 2	WKA 3	WKA 4	WKA 5
SG 07	1113	1296	1575	1674	1570
SG 08	1173	1353	1626	1732	1630
SG 09	1138	1310	1580	1690	1595
SG 10	1179	1351	1619	1731	1636
SG 11	1223	1382	1639	1764	1680
SG 12	1169	1328	1588	1710	1625
SG 13	1222	1363	1608	1747	1677
SG 14	1207	1572	1945	1634	1228
SG 15	1306	1595	1933	1942	1740

Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
 04.06.03 12:09 / 1

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsabereich 5xV80

Voraussetzungen

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

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

Berechnungsergebnisse

Schallkritisches Gebiet: Hof Ahrhausen, Sarmersbach

WKA	Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
				[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1		1.207	1.214	30,01	105,3	3,01	72,68	2,31	3,31	0,00	0,00	78,30	0,00
WKA 2		1.572	1.578	26,69	105,3	3,01	74,96	3,00	3,66	0,00	0,00	81,61	0,00
WKA 3		1.945	1.952	23,92	105,3	3,01	76,81	3,71	3,88	0,00	0,00	84,39	0,00
WKA 4		1.634	1.641	26,19	105,3	3,01	75,30	3,12	3,70	0,00	0,00	82,12	0,00
WKA 5		1.228	1.234	29,80	105,3	3,01	72,83	2,35	3,33	0,00	0,00	78,51	0,00

Summe 34,89

Schallkritisches Gebiet: Kapellenstr. 7, Neichen

WKA	Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
				[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1		1.306	1.313	29,02	105,3	3,01	73,37	2,50	3,42	0,00	0,00	79,28	0,00
WKA 2		1.595	1.602	26,50	105,3	3,01	75,09	3,04	3,67	0,00	0,00	81,81	0,00
WKA 3		1.933	1.941	23,99	105,3	3,01	76,76	3,69	3,87	0,00	0,00	84,32	0,00
WKA 4		1.942	1.949	23,94	105,3	3,01	76,79	3,70	3,88	0,00	0,00	84,37	0,00
WKA 5		1.740	1.745	25,39	105,3	3,01	75,84	3,32	3,77	0,00	0,00	82,92	0,00

Summe 33,20

Schallkritisches Gebiet: Berghof, Katzwinkel

WKA	Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
				[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1		1.712	1.715	25,61	105,3	3,01	75,69	3,26	3,75	0,00	0,00	82,70	0,00
WKA 2		1.361	1.366	28,53	105,3	3,01	73,71	2,60	3,48	0,00	0,00	79,78	0,00
WKA 3		1.032	1.042	31,91	105,3	3,01	71,36	1,98	3,06	0,00	0,00	76,40	0,00
WKA 4		1.066	1.075	31,53	105,3	3,01	71,63	2,04	3,11	0,00	0,00	76,78	0,00
WKA 5		1.430	1.435	27,91	105,3	3,01	74,14	2,73	3,54	0,00	0,00	80,40	0,00

Summe 36,69

Schallkritisches Gebiet: Lieserstraße 1, Beinhausen

WKA	Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
				[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1		1.045	1.056	31,75	105,3	3,01	71,47	2,01	3,08	0,00	0,00	76,56	0,00

Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
 04.06.03 12:09 / 2

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xV80

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 2	1.253	1.263	29,52	105,3	3,01	73,03	2,40	3,37	0,00	0,00	78,79	0,00
WKA 3	1.549	1.559	26,84	105,3	3,01	74,86	2,96	3,64	0,00	0,00	81,46	0,00
WKA 4	1.626	1.635	26,24	105,3	3,01	75,27	3,11	3,70	0,00	0,00	82,07	0,00
WKA 5	1.502	1.510	27,26	105,3	3,01	74,58	2,87	3,60	0,00	0,00	81,05	0,00

Summe 35,83

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 1, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.114	1.123	30,98	105,3	3,01	72,01	2,13	3,19	0,00	0,00	77,33	0,00
WKA 2	1.333	1.342	28,75	105,3	3,01	73,55	2,55	3,45	0,00	0,00	79,56	0,00
WKA 3	1.633	1.643	26,17	105,3	3,01	75,31	3,12	3,70	0,00	0,00	82,14	0,00
WKA 4	1.704	1.712	25,64	105,3	3,01	75,67	3,25	3,75	0,00	0,00	82,67	0,00
WKA 5	1.569	1.576	26,71	105,3	3,01	74,95	2,99	3,65	0,00	0,00	81,60	0,00

Summe 35,12

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 2, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.122	1.132	30,88	105,3	3,01	72,08	2,15	3,20	0,00	0,00	77,43	0,00
WKA 2	1.329	1.338	28,79	105,3	3,01	73,53	2,54	3,45	0,00	0,00	79,52	0,00
WKA 3	1.621	1.631	26,27	105,3	3,01	75,25	3,10	3,69	0,00	0,00	82,04	0,00
WKA 4	1.702	1.711	25,65	105,3	3,01	75,66	3,25	3,75	0,00	0,00	82,66	0,00
WKA 5	1.579	1.586	26,63	105,3	3,01	75,01	3,01	3,66	0,00	0,00	81,68	0,00

Summe 35,10

Schallkritisches Gebiet: Lieserstraße 2, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.072	1.082	31,44	105,3	3,01	71,69	2,06	3,12	0,00	0,00	76,87	0,00
WKA 2	1.271	1.281	29,34	105,3	3,01	73,15	2,43	3,39	0,00	0,00	78,97	0,00
WKA 3	1.561	1.571	26,75	105,3	3,01	74,93	2,99	3,65	0,00	0,00	81,56	0,00
WKA 4	1.646	1.655	26,08	105,3	3,01	75,37	3,14	3,71	0,00	0,00	82,23	0,00
WKA 5	1.529	1.536	27,04	105,3	3,01	74,73	2,92	3,62	0,00	0,00	81,27	0,00

Summe 35,61

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 5, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.113	1.123	30,98	105,3	3,01	72,00	2,13	3,19	0,00	0,00	77,32	0,00
WKA 2	1.296	1.306	29,09	105,3	3,01	73,32	2,48	3,41	0,00	0,00	79,21	0,00
WKA 3	1.575	1.585	26,64	105,3	3,01	75,00	3,01	3,66	0,00	0,00	81,67	0,00
WKA 4	1.674	1.683	25,86	105,3	3,01	75,52	3,20	3,73	0,00	0,00	82,45	0,00
WKA 5	1.570	1.577	26,70	105,3	3,01	74,96	3,00	3,66	0,00	0,00	81,61	0,00

Summe 35,29

Projekt: **Sarmersbach**
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
 04.06.03 12:09 / 3

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsabereich 5xV80

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 7, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.138	1.147	30,72	105,3	3,01	72,19	2,18	3,22	0,00	0,00	77,59	0,00
WKA 2	1.310	1.319	28,97	105,3	3,01	73,40	2,51	3,43	0,00	0,00	79,34	0,00
WKA 3	1.580	1.590	26,60	105,3	3,01	75,03	3,02	3,66	0,00	0,00	81,71	0,00
WKA 4	1.690	1.698	25,75	105,3	3,01	75,60	3,23	3,74	0,00	0,00	82,56	0,00
WKA 5	1.595	1.601	26,50	105,3	3,01	75,09	3,04	3,67	0,00	0,00	81,80	0,00

Summe 35,12

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 10, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.169	1.177	30,40	105,3	3,01	72,41	2,24	3,26	0,00	0,00	77,91	0,00
WKA 2	1.328	1.337	28,80	105,3	3,01	73,52	2,54	3,45	0,00	0,00	79,51	0,00
WKA 3	1.588	1.597	26,54	105,3	3,01	75,07	3,03	3,67	0,00	0,00	81,77	0,00
WKA 4	1.710	1.717	25,60	105,3	3,01	75,70	3,26	3,75	0,00	0,00	82,71	0,00
WKA 5	1.625	1.631	26,27	105,3	3,01	75,25	3,10	3,69	0,00	0,00	82,04	0,00

Summe 34,90

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 8b, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.223	1.230	29,85	105,3	3,01	72,80	2,34	3,33	0,00	0,00	78,46	0,00
WKA 2	1.382	1.389	28,32	105,3	3,01	73,85	2,64	3,50	0,00	0,00	79,99	0,00
WKA 3	1.639	1.647	26,14	105,3	3,01	75,33	3,13	3,70	0,00	0,00	82,17	0,00
WKA 4	1.764	1.770	25,20	105,3	3,01	75,96	3,36	3,78	0,00	0,00	83,11	0,00
WKA 5	1.680	1.684	25,85	105,3	3,01	75,53	3,20	3,73	0,00	0,00	82,46	0,00

Summe 34,43

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 13, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.222	1.229	29,86	105,3	3,01	72,79	2,33	3,33	0,00	0,00	78,45	0,00
WKA 2	1.363	1.370	28,49	105,3	3,01	73,73	2,60	3,48	0,00	0,00	79,82	0,00
WKA 3	1.608	1.615	26,39	105,3	3,01	75,17	3,07	3,68	0,00	0,00	81,92	0,00
WKA 4	1.747	1.753	25,33	105,3	3,01	75,87	3,33	3,77	0,00	0,00	82,98	0,00
WKA 5	1.677	1.682	25,87	105,3	3,01	75,51	3,20	3,73	0,00	0,00	82,44	0,00

Summe 34,53

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 3, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.124	1.134	30,86	105,3	3,01	72,09	2,15	3,20	0,00	0,00	77,45	0,00
WKA 2	1.325	1.334	28,83	105,3	3,01	73,50	2,53	3,44	0,00	0,00	79,48	0,00
WKA 3	1.613	1.623	26,33	105,3	3,01	75,20	3,08	3,69	0,00	0,00	81,97	0,00
WKA 4	1.699	1.708	25,67	105,3	3,01	75,65	3,24	3,74	0,00	0,00	82,64	0,00
WKA 5	1.581	1.588	26,61	105,3	3,01	75,02	3,02	3,66	0,00	0,00	81,70	0,00

Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
 04.06.03 12:09 / 4
 Lizensierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xV80

Summe 35,11

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 6, Beinhausen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.173	1.181	30,35	105,3	3,01	72,45	2,24	3,27	0,00	0,00	77,96	0,00
WKA 2	1.353	1.361	28,57	105,3	3,01	73,68	2,59	3,47	0,00	0,00	79,74	0,00
WKA 3	1.626	1.635	26,23	105,3	3,01	75,27	3,11	3,70	0,00	0,00	82,08	0,00
WKA 4	1.732	1.739	25,43	105,3	3,01	75,81	3,30	3,76	0,00	0,00	82,88	0,00
WKA 5	1.630	1.636	26,23	105,3	3,01	75,28	3,11	3,70	0,00	0,00	82,08	0,00

Summe 34,76

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 8, Beinhausen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.179	1.187	30,29	105,3	3,01	72,49	2,26	3,27	0,00	0,00	78,02	0,00
WKA 2	1.351	1.360	28,59	105,3	3,01	73,67	2,58	3,47	0,00	0,00	79,72	0,00
WKA 3	1.619	1.628	26,29	105,3	3,01	75,23	3,09	3,69	0,00	0,00	82,02	0,00
WKA 4	1.731	1.739	25,44	105,3	3,01	75,80	3,30	3,76	0,00	0,00	82,87	0,00
WKA 5	1.636	1.642	26,18	105,3	3,01	75,31	3,12	3,70	0,00	0,00	82,13	0,00

Summe 34,74

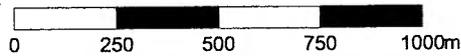
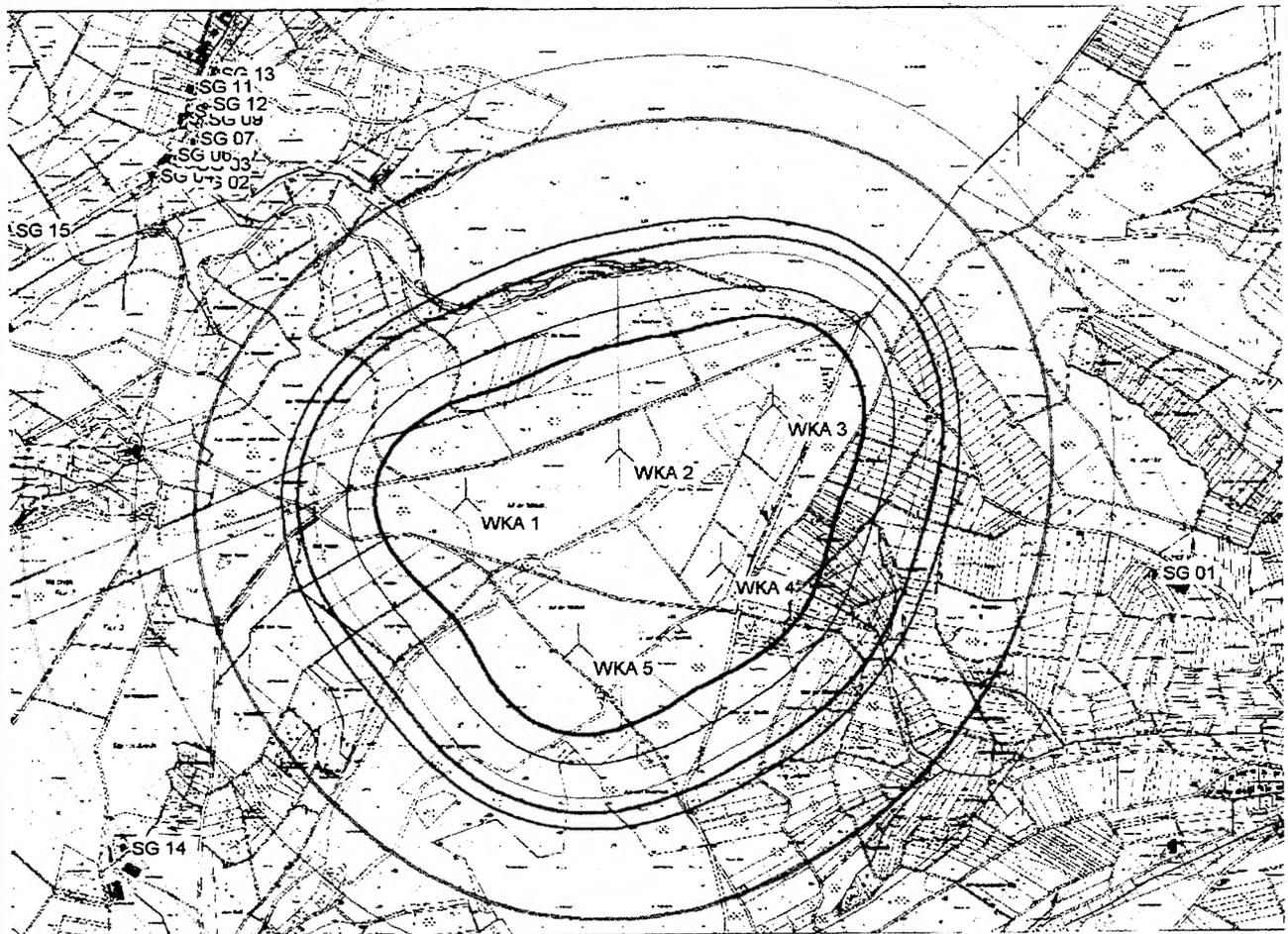
Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
 04.06.03 12:09 / 1
 Lizensierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Einwirkungsabereich 5xV80 Datei: Sarmersbach5000.bmi



Karte: Sarmersbach5000, Druckmaßstab 1:17.500, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.564.130 Nord: 5.569.455

- λ Neue WKA
- Schallkritisches Gebiet
- Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt
- 35 dB(A)
- 36 dB(A)
- 38 dB(A)
- 40 dB(A)
- 42 dB(A)
- 44 dB(A)
- 45 dB(A)
- 46 dB(A)
- 48 dB(A)
- 50 dB(A)

Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite: 04.06.03 12:10 / 1
 Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung 2XV80 + 2xD6/1,25MW

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

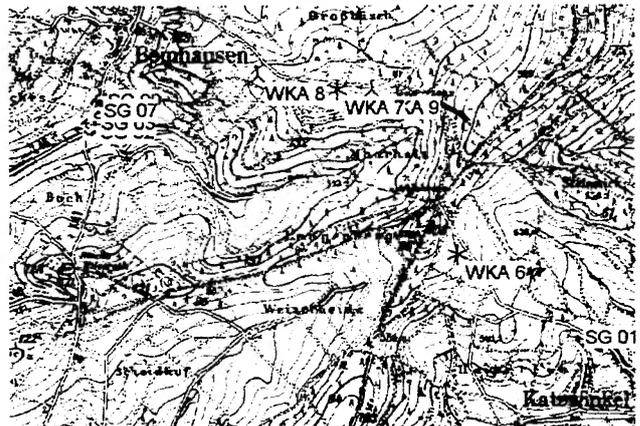
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1:35.000
 * Existierende WKA ■ Schallkritisches Gebiet

WKA

GK Zone: 2	Ost		Z	Reihendaten/ Beschreibung	WKA Typ		Leistung	Rotord.	Höhe	Schallwerte		LWA,Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten
	Ost	Nord			Aktuell	Hersteller Typ				Erzeuger	Name			
WKA 6	2.564.732	5.569.379	560	DEWIND D6/1,25MW	Ja	DEWIND D6/64-1,25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
WKA 7	2.564.134	5.570.194	550	DEWIND D6/1,25MW	Ja	DEWIND D6/64-1,25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
WKA 8	2.563.739	5.570.262	543	VESTAS V80/2MW	Ja	VESTAS V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 9	2.564.302	5.570.199	552	VESTAS V80/2MW	Ja	VESTAS V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet		GK Zone: 2			Anforderungen Beurteilungspegel Anforderungen erfüllt?		
Bez.	Name	Ost	Nord	Z	Schall [dB(A)]	Berechnet [dB(A)]	Schall
SG 01	Berghof, Katzwinkel	2.565.323	5.568.978	513	45,0	35,7	Ja
SG 02	Lieserstraße 1, Beinhäuser	2.562.941	5.569.968	480	45,0	36,2	Ja
SG 03	Lieserstraße 2, Beinhäuser	2.562.946	5.570.014	480	45,0	36,4	Ja
SG 04	Hauptstraße 1, Beinhäuser	2.562.857	5.569.985	480	45,0	35,3	Ja
SG 05	Hauptstraße 2, Beinhäuser	2.562.885	5.570.022	480	45,0	35,7	Ja
SG 06	Hauptstraße 3, Beinhäuser	2.562.900	5.570.037	480	45,0	35,9	Ja
SG 07	Hauptstraße 5, Beinhäuser	2.562.956	5.570.079	480	45,0	36,7	Ja
SG 09	Hauptstraße 7, Beinhäuser	2.562.974	5.570.128	484	45,0	37,1	Ja

Abstände (m)

WKA	WKA 6	WKA 7	WKA 8	WKA 9
SG 01	714	1701	2039	1592
SG 02	1886	1215	851	1381
SG 03	1895	1201	830	1368
SG 04	1971	1294	925	1461
SG 05	1956	1261	887	1428
SG 06	1947	1244	869	1411
SG 07	1905	1184	804	1351
SG 09	1908	1162	776	1330

Projekt: **Sarmersbach** Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
04.06.03 12:12 / 1

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Vorbelastung 2XV80 + 2xD6/1,25MW

Voraussetzungen

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

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

Berechnungsergebnisse

Schallkritisches Gebiet: Berghof, Katzwinkel

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	714	727	34,51	103,6	3,00	68,23	1,38	2,49	0,00	0,00	72,09	0,00
WKA 7	1.701	1.705	23,90	103,6	3,01	75,64	3,24	3,83	0,00	0,00	82,70	0,00
WKA 8	2.039	2.043	23,30	105,3	3,01	77,21	3,88	3,92	0,00	0,00	85,01	0,00
WKA 9	1.592	1.597	26,53	105,3	3,01	75,07	3,04	3,67	0,00	0,00	81,77	0,00

Summe 35,72

Schallkritisches Gebiet: Lieserstraße 1, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.886	1.893	22,54	103,6	3,01	76,54	3,60	3,93	0,00	0,00	84,07	0,00
WKA 7	1.215	1.225	28,08	103,6	3,01	72,76	2,33	3,44	0,00	0,00	78,53	0,00
WKA 8	851	865	34,22	105,3	3,00	69,74	1,64	2,69	0,00	0,00	74,08	0,00
WKA 9	1.381	1.391	28,30	105,3	3,01	73,87	2,64	3,50	0,00	0,00	80,01	0,00

Summe 36,17

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 1, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.971	1.978	21,97	103,6	3,01	76,92	3,76	3,96	0,00	0,00	84,64	0,00
WKA 7	1.294	1.303	27,31	103,6	3,01	73,30	2,48	3,52	0,00	0,00	79,30	0,00
WKA 8	925	938	33,22	105,3	3,01	70,44	1,78	2,86	0,00	0,00	75,09	0,00
WKA 9	1.461	1.470	27,60	105,3	3,01	74,35	2,79	3,57	0,00	0,00	80,71	0,00

Summe 35,27

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 2, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.956	1.963	22,07	103,6	3,01	76,86	3,73	3,96	0,00	0,00	84,54	0,00
WKA 7	1.261	1.271	27,62	103,6	3,01	73,08	2,41	3,49	0,00	0,00	78,99	0,00
WKA 8	887	901	33,72	105,3	3,00	70,10	1,71	2,78	0,00	0,00	74,59	0,00
WKA 9	1.428	1.438	27,88	105,3	3,01	74,15	2,73	3,54	0,00	0,00	80,43	0,00

Projekt: **Sarmersbach** Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
04.06.03 12:12 / 2

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Vorbelastung 2XV80 + 2xD6/1,25MW**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]

Summe 35,69

Schallkritisches Gebiet: Lieserstraße 2, Beinhausen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.895	1.903	22,48	103,6	3,01	76,59	3,61	3,93	0,00	0,00	84,13	0,00
WKA 7	1.201	1.211	28,21	103,6	3,01	72,67	2,30	3,43	0,00	0,00	78,39	0,00
WKA 8	831	845	34,51	105,3	3,00	69,54	1,61	2,64	0,00	0,00	73,79	0,00
WKA 9	1.368	1.378	28,41	105,3	3,01	73,79	2,62	3,49	0,00	0,00	79,89	0,00

Summe 36,39

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 5, Beinhausen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.909	1.916	22,38	103,6	3,01	76,65	3,64	3,94	0,00	0,00	84,23	0,00
WKA 7	1.184	1.194	28,39	103,6	3,01	72,54	2,27	3,41	0,00	0,00	78,21	0,00
WKA 8	804	820	34,90	105,3	3,00	69,27	1,56	2,58	0,00	0,00	73,40	0,00
WKA 9	1.351	1.362	28,57	105,3	3,01	73,68	2,59	3,47	0,00	0,00	79,74	0,00

Summe 36,70

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 7, Beinhausen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.911	1.918	22,37	103,6	3,01	76,65	3,64	3,94	0,00	0,00	84,23	0,00
WKA 7	1.162	1.172	28,63	103,6	3,01	72,38	2,23	3,38	0,00	0,00	77,98	0,00
WKA 8	776	792	35,34	105,3	3,00	68,97	1,50	2,49	0,00	0,00	72,97	0,00
WKA 9	1.330	1.340	28,77	105,3	3,01	73,54	2,55	3,45	0,00	0,00	79,53	0,00

Summe 37,05

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 3, Beinhausen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 6	1.947	1.954	22,13	103,6	3,01	76,82	3,71	3,95	0,00	0,00	84,48	0,00
WKA 7	1.244	1.254	27,79	103,6	3,01	72,96	2,38	3,47	0,00	0,00	78,82	0,00
WKA 8	869	883	33,97	105,3	3,00	69,92	1,68	2,74	0,00	0,00	74,33	0,00
WKA 9	1.411	1.421	28,03	105,3	3,01	74,05	2,70	3,53	0,00	0,00	80,28	0,00

Summe 35,91

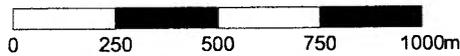
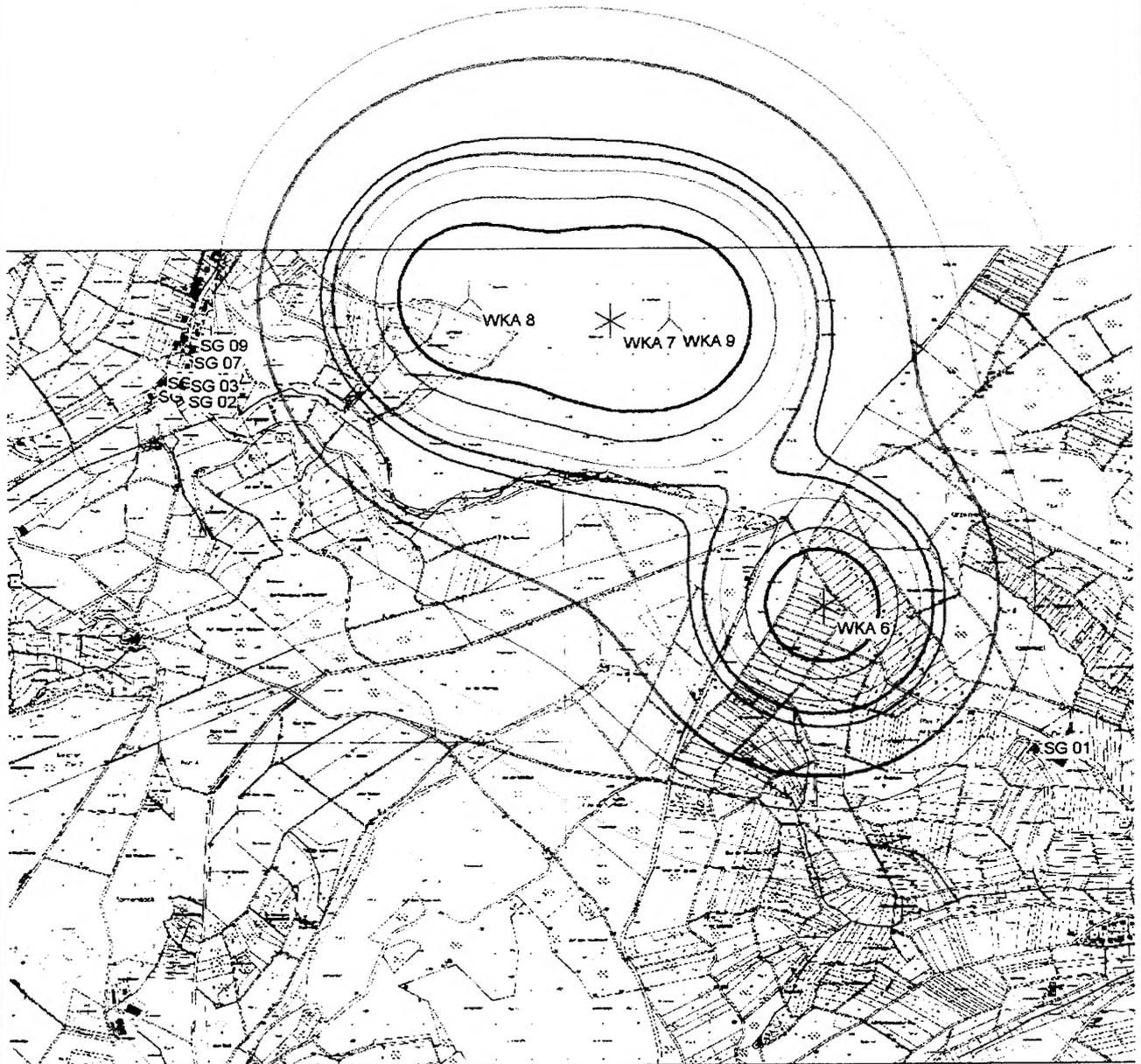
Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite: 04.06.03 12:12 / 1
 Lizensierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Vorbelastung 2XV80 + 2xD6/1,25MW Datei: Sarmersbach5000.bmi



Karte: Sarmersbach5000, Druckmaßstab 1:17.500, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.564.086 Nord: 5.569.610

- ▲ Neue WKA * Existierende WKA ● Schallkritisches Gebiet
- Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt
- 35 dB(A) - - - 36 dB(A) ——— 38 dB(A) - - - - - 40 dB(A) - - - - - 42 dB(A)
- 44 dB(A) - - - - - 45 dB(A) - - - - - 46 dB(A) - - - - - 48 dB(A) - - - - - 50 dB(A)

Projekt: **Sarmersbach** Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
04.06.03 12:14 / 1

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prognose

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

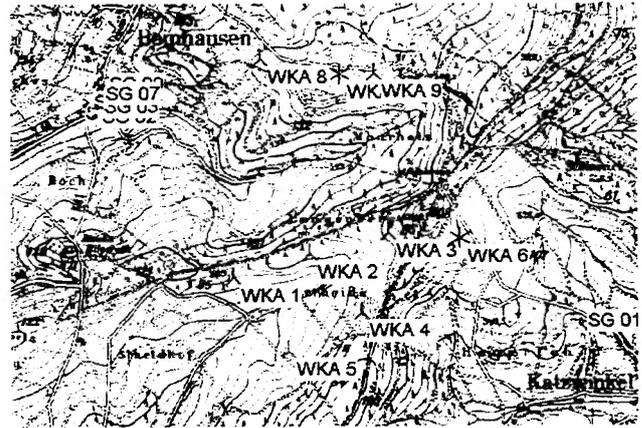
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1:35.000

▲ Neue WKA * Existierende WKA ■ Schallkritisches Gebiet

WKA

GK Zone: 2	Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WKA Typ	Aktuell	Hersteller	Typ	Schallwerte				LWA, Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh.
									Leistung	Rotord.	Höhe	Erzeuger			
WKA 1	2.563.618	5.569.172	533	WKA 1	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 2	2.563.998	5.569.296	541	WKA 2	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 3	2.564.383	5.569.402	562	WKA 3	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 4	2.564.252	5.569.007	553	WKA 4	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 5	2.563.895	5.568.808	531	WKA 5	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 6	2.564.732	5.569.379	560	DEWIND D6/1,25MW	Ja	DEWIND	D6/64-1,25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
WKA 7	2.564.134	5.570.194	550	DEWIND D6/1,25MW	Ja	DEWIND	D6/64-1,25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein	Nein
WKA 8	2.563.739	5.570.262	543	VESTAS V80/2MW	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 9	2.564.302	5.570.199	552	VESTAS V80/2MW	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Bez.	Name	GK Zone: 2			Anforderungen Beurteilungspegel			Anforderungen erfüllt?
			Ost	Nord	Z	Schall	Berechnet	Schall	
SG 01	Berghof, Katzwinkel	2.565.323	5.568.978	513	45,0	39,2	Ja		
SG 02	Lieserstraße 1, Beinhausen	2.562.941	5.569.968	480	45,0	39,0	Ja		
SG 03	Lieserstraße 2, Beinhausen	2.562.946	5.570.014	480	45,0	39,0	Ja		
SG 04	Hauptstraße 1, Beinhausen	2.562.857	5.569.985	480	45,0	38,2	Ja		
SG 05	Hauptstraße 2, Beinhausen	2.562.885	5.570.022	480	45,0	38,4	Ja		
SG 06	Hauptstraße 3, Beinhausen	2.562.900	5.570.037	480	45,0	38,5	Ja		
SG 07	Hauptstraße 5, Beinhausen	2.562.955	5.570.066	480	45,0	39,0	Ja		
SG 09	Hauptstraße 7, Beinhausen	2.562.974	5.570.128	484	45,0	39,2	Ja		

Abstände (m)

Schallkritisches Gebiet									
WKA	SG 01	SG 02	SG 04	SG 05	SG 03	SG 07	SG 09	SG 06	
WKA 1	1712	1045	1114	1122	1072	1113	1138	1122	
WKA 2	1361	1253	1333	1329	1271	1296	1310	1325	
WKA 3	1032	1549	1633	1621	1561	1575	1580	1613	
WKA 4	1066	1626	1704	1702	1646	1674	1690	1699	
WKA 5	1430	1502	1569	1579	1529	1570	1595	1579	
WKA 6	714	1886	1971	1956	1895	1905	1908	1947	
WKA 7	1701	1215	1294	1261	1201	1184	1162	1244	
WKA 8	2039	851	925	887	830	804	776	869	
WKA 9	1592	1381	1461	1428	1368	1351	1330	1411	

Projekt: **Sarmersbach** Beschreibung: 176-03-0215-03.01

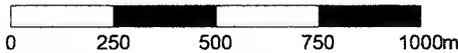
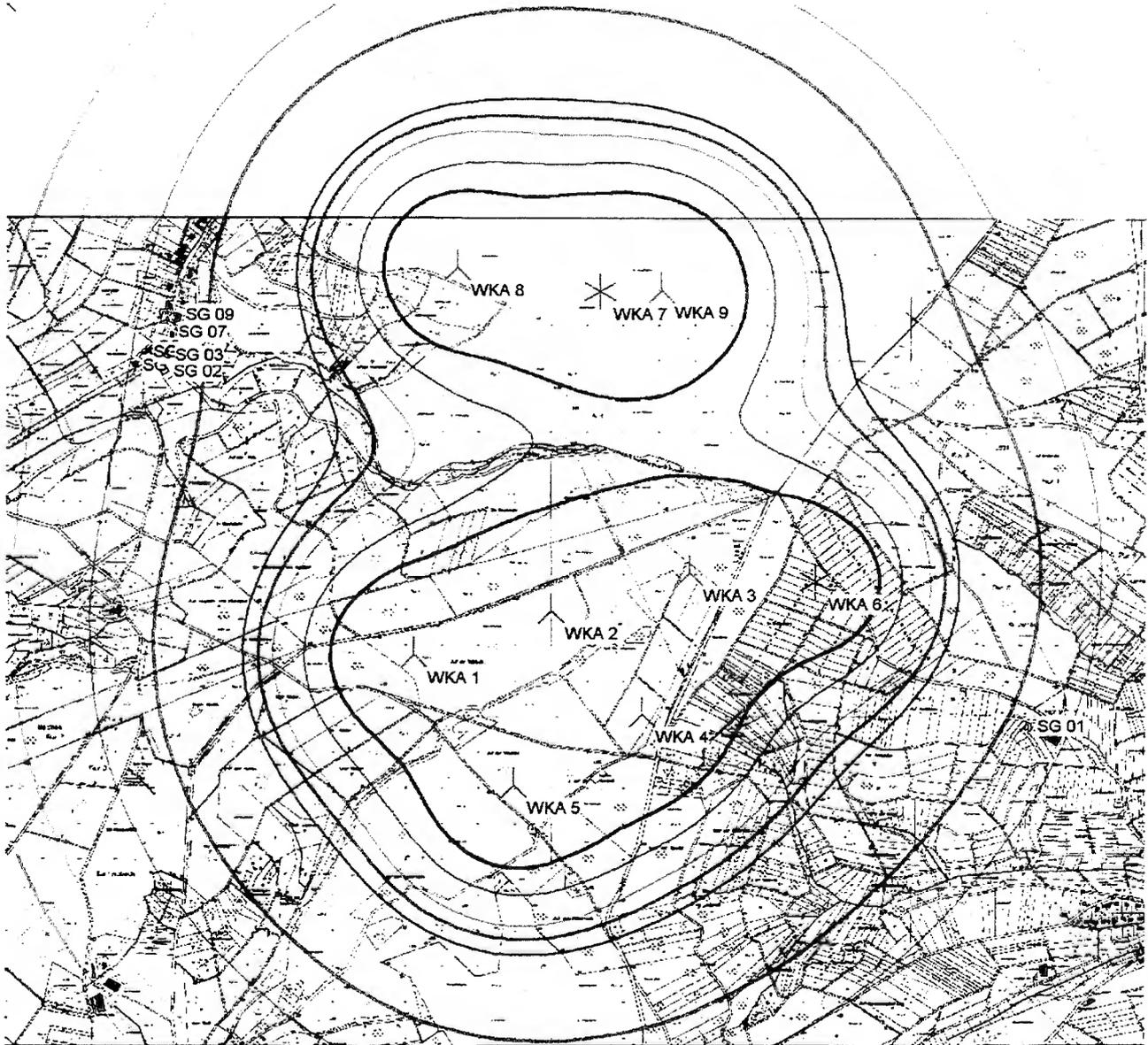
Ausdruck/Seite
04.06.03 12:17 / 1

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Prognose Datei: Sarmersbach5000.bmi



Karte: Sarmersbach5000 , Druckmaßstab 1:17.500, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.564.130 Nord: 5.569.455

▲ Neue WKA * Existierende WKA ★ Schallkritisches Gebiet

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 35 dB(A)	— 36 dB(A)	— 38 dB(A)	— 40 dB(A)	— 42 dB(A)
— 44 dB(A)	— 45 dB(A)	— 46 dB(A)	— 48 dB(A)	— 50 dB(A)

Projekt: Sarmersbach
 Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
 04.06.03 12:16 / 1

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prognose

Voraussetzungen

Beurteilungspegel $L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet$
 (wenn mit Bodendämpfung gerechnet wird, dann ist $Dc = Domega$)

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

Berechnungsergebnisse

Schallkritisches Gebiet: Berghof, Katzwinkel

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.716	1.719	25,58	105,3	3,01	75,71	3,27	3,75	0,00	0,00	82,73	0,00
WKA 2	1.363	1.368	28,51	105,3	3,01	73,72	2,60	3,48	0,00	0,00	79,80	0,00
WKA 3	1.032	1.042	31,92	105,3	3,01	71,35	1,98	3,06	0,00	0,00	76,39	0,00
WKA 4	1.072	1.080	31,47	105,3	3,01	71,67	2,05	3,12	0,00	0,00	76,84	0,00
WKA 5	1.438	1.442	27,84	105,3	3,01	74,18	2,74	3,55	0,00	0,00	80,47	0,00
WKA 6	714	727	34,51	103,6	3,00	68,23	1,38	2,49	0,00	0,00	72,09	0,00
WKA 7	1.701	1.705	23,90	103,6	3,01	75,64	3,24	3,83	0,00	0,00	82,70	0,00
WKA 8	2.039	2.043	23,30	105,3	3,01	77,21	3,88	3,92	0,00	0,00	85,01	0,00
WKA 9	1.592	1.597	26,53	105,3	3,01	75,07	3,04	3,67	0,00	0,00	81,77	0,00

Summe 39,23

Schallkritisches Gebiet: Lieserstraße 1, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.045	1.056	31,75	105,3	3,01	71,47	2,01	3,08	0,00	0,00	76,56	0,00
WKA 2	1.253	1.263	29,52	105,3	3,01	73,03	2,40	3,37	0,00	0,00	78,79	0,00
WKA 3	1.549	1.559	26,84	105,3	3,01	74,86	2,96	3,64	0,00	0,00	81,46	0,00
WKA 4	1.626	1.635	26,24	105,3	3,01	75,27	3,11	3,70	0,00	0,00	82,07	0,00
WKA 5	1.502	1.510	27,26	105,3	3,01	74,58	2,87	3,60	0,00	0,00	81,05	0,00
WKA 6	1.886	1.893	22,54	103,6	3,01	76,54	3,60	3,93	0,00	0,00	84,07	0,00
WKA 7	1.215	1.225	28,08	103,6	3,01	72,76	2,33	3,44	0,00	0,00	78,53	0,00
WKA 8	851	865	34,22	105,3	3,00	69,74	1,64	2,69	0,00	0,00	74,08	0,00
WKA 9	1.381	1.391	28,30	105,3	3,01	73,87	2,64	3,50	0,00	0,00	80,01	0,00

Summe 39,01

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 1, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.114	1.123	30,98	105,3	3,01	72,01	2,13	3,19	0,00	0,00	77,33	0,00
WKA 2	1.333	1.342	28,75	105,3	3,01	73,55	2,55	3,45	0,00	0,00	79,56	0,00
WKA 3	1.633	1.643	26,17	105,3	3,01	75,31	3,12	3,70	0,00	0,00	82,14	0,00
WKA 4	1.704	1.712	25,64	105,3	3,01	75,67	3,25	3,75	0,00	0,00	82,67	0,00
WKA 5	1.569	1.576	26,71	105,3	3,01	74,95	2,99	3,65	0,00	0,00	81,60	0,00
WKA 6	1.971	1.978	21,97	103,6	3,01	76,92	3,76	3,96	0,00	0,00	84,64	0,00

Projekt: Sarmersbach
Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
04.06.03 12:16 / 2

Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prognose

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 7	1.294	1.303	27,31	103,6	3,01	73,30	2,48	3,52	0,00	0,00	79,30	0,00
WKA 8	925	938	33,22	105,3	3,01	70,44	1,78	2,86	0,00	0,00	75,09	0,00
WKA 9	1.461	1.470	27,60	105,3	3,01	74,35	2,79	3,57	0,00	0,00	80,71	0,00

Summe 38,21

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 2, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.122	1.132	30,88	105,3	3,01	72,08	2,15	3,20	0,00	0,00	77,43	0,00
WKA 2	1.329	1.338	28,79	105,3	3,01	73,53	2,54	3,45	0,00	0,00	79,52	0,00
WKA 3	1.621	1.631	26,27	105,3	3,01	75,25	3,10	3,69	0,00	0,00	82,04	0,00
WKA 4	1.702	1.711	25,65	105,3	3,01	75,66	3,25	3,75	0,00	0,00	82,66	0,00
WKA 5	1.579	1.586	26,63	105,3	3,01	75,01	3,01	3,66	0,00	0,00	81,68	0,00
WKA 6	1.956	1.963	22,07	103,6	3,01	76,86	3,73	3,96	0,00	0,00	84,54	0,00
WKA 7	1.261	1.271	27,62	103,6	3,01	73,08	2,41	3,49	0,00	0,00	78,99	0,00
WKA 8	887	901	33,72	105,3	3,00	70,10	1,71	2,78	0,00	0,00	74,59	0,00
WKA 9	1.428	1.438	27,88	105,3	3,01	74,15	2,73	3,54	0,00	0,00	80,43	0,00

Summe 38,41

Schallkritisches Gebiet: Lieserstraße 2, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.077	1.087	31,38	105,3	3,01	71,73	2,07	3,13	0,00	0,00	76,92	0,00
WKA 2	1.273	1.283	29,32	105,3	3,01	73,16	2,44	3,39	0,00	0,00	78,99	0,00
WKA 3	1.561	1.571	26,75	105,3	3,01	74,93	2,99	3,65	0,00	0,00	81,56	0,00
WKA 4	1.649	1.657	26,06	105,3	3,01	75,39	3,15	3,71	0,00	0,00	82,25	0,00
WKA 5	1.535	1.541	26,99	105,3	3,01	74,76	2,93	3,63	0,00	0,00	81,32	0,00
WKA 6	1.895	1.903	22,48	103,6	3,01	76,59	3,61	3,93	0,00	0,00	84,13	0,00
WKA 7	1.201	1.211	28,21	103,6	3,01	72,67	2,30	3,43	0,00	0,00	78,39	0,00
WKA 8	831	845	34,51	105,3	3,00	69,54	1,61	2,64	0,00	0,00	73,79	0,00
WKA 9	1.368	1.378	28,41	105,3	3,01	73,79	2,62	3,49	0,00	0,00	79,89	0,00

Summe 39,01

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 5, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.113	1.123	30,98	105,3	3,01	72,00	2,13	3,19	0,00	0,00	77,32	0,00
WKA 2	1.296	1.306	29,09	105,3	3,01	73,32	2,48	3,41	0,00	0,00	79,21	0,00
WKA 3	1.575	1.585	26,64	105,3	3,01	75,00	3,01	3,66	0,00	0,00	81,67	0,00
WKA 4	1.674	1.683	25,86	105,3	3,01	75,52	3,20	3,73	0,00	0,00	82,45	0,00
WKA 5	1.570	1.577	26,70	105,3	3,01	74,96	3,00	3,66	0,00	0,00	81,61	0,00
WKA 6	1.905	1.913	22,41	103,6	3,01	76,63	3,63	3,93	0,00	0,00	84,20	0,00
WKA 7	1.186	1.197	28,37	103,6	3,01	72,56	2,27	3,41	0,00	0,00	78,24	0,00
WKA 8	809	824	34,83	105,3	3,00	69,32	1,57	2,59	0,00	0,00	73,47	0,00
WKA 9	1.354	1.364	28,54	105,3	3,01	73,70	2,59	3,47	0,00	0,00	79,76	0,00

Summe 39,03

Projekt: **Sarmersbach** Beschreibung: 176-03-0215-03.01

Ausdruck/Seite
04.06.03 12:16 / 3

Lizensierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
04.06.03 12:07/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prognose

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 7, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.152	1.161	30,56	105,3	3,01	72,30	2,21	3,24	0,00	0,00	77,75	0,00
WKA 2	1.319	1.328	28,88	105,3	3,01	73,46	2,52	3,44	0,00	0,00	79,42	0,00
WKA 3	1.584	1.594	26,56	105,3	3,01	75,05	3,03	3,67	0,00	0,00	81,75	0,00
WKA 4	1.700	1.708	25,67	105,3	3,01	75,65	3,24	3,74	0,00	0,00	82,64	0,00
WKA 5	1.609	1.616	26,39	105,3	3,01	75,17	3,07	3,68	0,00	0,00	81,92	0,00
WKA 6	1.911	1.918	22,37	103,6	3,01	76,65	3,64	3,94	0,00	0,00	84,23	0,00
WKA 7	1.162	1.172	28,63	103,6	3,01	72,38	2,23	3,38	0,00	0,00	77,98	0,00
WKA 8	776	792	35,34	105,3	3,00	68,97	1,50	2,49	0,00	0,00	72,97	0,00
WKA 9	1.330	1.340	28,77	105,3	3,01	73,54	2,55	3,45	0,00	0,00	79,53	0,00

Summe 39,16

Schallkritisches Gebiet: Hauptstraße 3, Beinhausen

WKA

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.124	1.134	30,86	105,3	3,01	72,09	2,15	3,20	0,00	0,00	77,45	0,00
WKA 2	1.325	1.334	28,83	105,3	3,01	73,50	2,53	3,44	0,00	0,00	79,48	0,00
WKA 3	1.613	1.623	26,33	105,3	3,01	75,20	3,08	3,69	0,00	0,00	81,97	0,00
WKA 4	1.699	1.708	25,67	105,3	3,01	75,65	3,24	3,74	0,00	0,00	82,64	0,00
WKA 5	1.581	1.588	26,61	105,3	3,01	75,02	3,02	3,66	0,00	0,00	81,70	0,00
WKA 6	1.947	1.954	22,13	103,6	3,01	76,82	3,71	3,95	0,00	0,00	84,48	0,00
WKA 7	1.244	1.254	27,79	103,6	3,01	72,96	2,38	3,47	0,00	0,00	78,82	0,00
WKA 8	869	883	33,97	105,3	3,00	69,92	1,68	2,74	0,00	0,00	74,33	0,00
WKA 9	1.411	1.421	28,03	105,3	3,01	74,05	2,70	3,53	0,00	0,00	80,28	0,00

Summe 38,53

VESTAS V 80 106,0 (D)

Schallmessbericht

Windtest Messbericht Nr. WT 1891/01 vom 17.09.2001

	V80-2.0 MW 105.1 dB. Geräuschemissionsmessung, nach FGW 1-Teil 1 WT 1891/01		
Date: 27 Sept. 2001	Class: 1	Item no.: 944486.R2	Page: 1 of 3

WINDTEST

Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

Ergebniszusammenfassung der
Geräuschemissionsmessung nach FGW 1-Teil 1
an der Windenergieanlage
Vestas V80-2.0 MW OptiSpeed™ "105,1 dB"

Messdatum: 2001-01-22 / 23

September 2001

Kurzbericht WT 1891/01



Kurzbericht WT 1891/01

Ergebniszusammenfassung der Geräuschemissionsmessung nach FGW I-Teil 1 an der Windenergieanlage

WINDTEST

Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH



Vestas V80-2.0 MW OptiSpeedTM "105,1 dB"

Auftraggeber:	Vestas Wind Systems A/S Smed Soerensens Vej 5 6950 Ringkoebing Denmark	Auftragnehmer:	WINDTEST KWK GmbH Sommerdeich 14b 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog Deutschland
Auftragsdatum:	2000-12-21	Auftragsnummer:	6020 00 01120 06
Standort bzw. Messort:		Sörup WEA 11900	



Messgeometrie:

Messentfernung R_0 : 107,0 m
 Fundamenthöhe h_F : 1,0 m
 Mikrofonhöhe h_A : 0,0 m
 Rotationsebene \Rightarrow Turmmittelpkt. d : 4,5 m

Technische Daten der WEA:

Anlagenbezeichnung:
 Vestas V80-2.0 MW OptiSpeedTM "105,1 dB"
 Hersteller: Vestas
 WEA-Seriennummer: 11900
 Nennleistung: 2.000 kW
 Nabenhöhe über Grund: 68,0 m
 Nabenhöhe über Fundament: 67,0 m
 Leistungsregelung: OptiSpeedTM und OptiTipTM
 Turmausführung: konischer Rohrturm
 Rotorblatthersteller: Vestas
 Rotorblatttyp: Vestas 39m
 Rotorblattseriennummern: 24006, 24008, 24009
 Rotordurchmesser: 80,0 m
 Rotorachse (horizontal/vertikal): horizontal
 Anordnung zum Turm (luv/lee): luvseitig
 Anzahl der Rotorblätter: 3,0
 Rotordrehzahlbereich: 8.57-16,74 min^{-1}
 Rotordrehzahl bei 8 m/s in 10 m Höhe,
 (Rauhigkeitslänge 0,05 m) 16,7 min^{-1}
 Rotordrehzahl bei Nennleistung) 16,7 min^{-1}
 Getriebehersteller: Lohmann & Stolterfoht
 Getriebetypenbezeichnung: GPV 440
 Getriebeseriennummer: 3040,0
 Generatorhersteller: Weier
 Generatortypenbezeichnung: Weier 2MW
 Generatorseriennummer: 3040,0
 Generatordrehzahlbereich: 860-1680
 Generatormennleistung: 2 MW
 Die vollständige Herstellerbescheinigung ist dem Bericht
 WT1643/00 zu entnehmen.

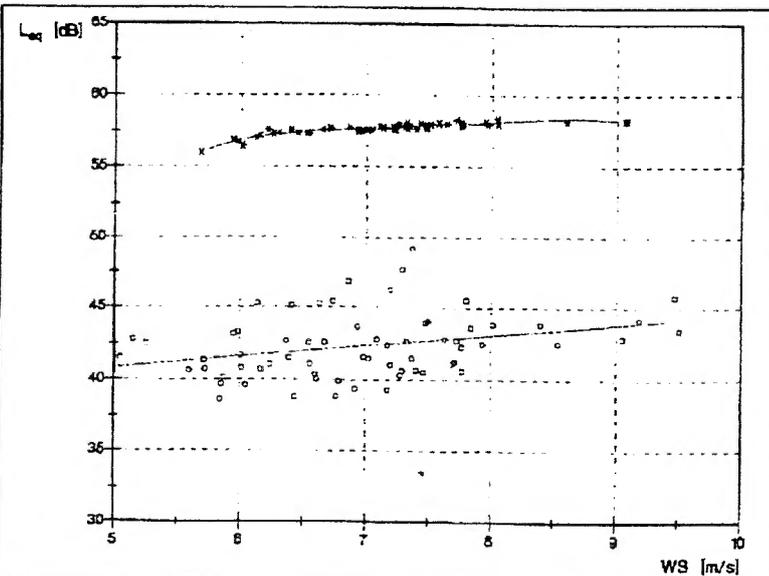
Messbedingungen:

Messdatum: 2001-01-22 / 23
 Windgeschwindigkeitsbereich in 10m Höhe,
 1-min Mittel, WG_{10m} : 3,7 - 13,2 m/s
 Windrichtung: S am 22-01, SE am 23-01
 Elektr. Wirkleistung, 1-min Mittel, P_{weil} : 400-2000 kW
 Luftdruck p_{Luft} : 1006 hPa am 22-01, 996 hPa am 23-01
 Lufttemperatur T_{Luft} : 1 C am 22-01, 3 C am 23-01
 Luftfeuchte: 70 % rel.

Leistungskurve:

Aus Bericht: WT1813/01 Prüfer: Windtest KWK
 Messzeitraum: 2001-11-23 bis 2001-12-14, 2001-05-23 bis 2001-05-29, 2001-06-25 bis 2001-06-28

WG (m/s)	Leistung (kW)	WG (m/s)	Leistung (kW)	WG (m/s)	Leistung (kW)
1,00	0,0	8,00	741,5	13,49	1964,0
3,14	1,0	8,49	871,4	14,00	1972,0
3,62	40,0	9,01	1037,0	14,53	1989,0
4,08	61,7	9,48	1186,0	15,04	1993,0
4,58	98,3	10,01	1352,0	15,49	1992,0
5,01	151,0	10,47	1487,0	15,93	1994,0
5,54	217,1	10,99	1599,0	16,61	1995,0
6,00	288,3	11,46	1662,0	17,00	1995,0
6,49	371,8	12,04	1854,0	25,00	1995,0
7,01	475,8	12,51	1886,0		
7,50	598,4	13,00	1950,0		



WG in 10m Höhe (m/s)	L_{Aeq} (dB)	L_n (dB)	$L_{Aeq,c}$ (dB)	L_{WA} (dB)
6,0	56,9	41,6	56,7	104,0
7,0	57,7	42,4	57,6	104,9
8,0	58,1	43,1	58,0	105,3
9,0	58,3	43,9	58,1	105,4
9,1	58,2	43,9	58,0	105,3

Messunsicherheit s_{tot} = 0,5 dB

Symbole:

* = Minutenmittelwerte gesamt
 pegel (Fremdgeräusch plus
 Anlagengeräusch)

o = Minutenmittelwerte nur
 Fremdgeräusch

Ergebniszusammenfassung der Geräuschemissionsmessung nach FGW I-Teil 1 an der Windenergieanlage

WINDTEST
Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH



Vestas V80-2.0 MW OptiSpeedTM "105,1 dB"

Impulshaltigkeit nach FGW-Richtlinie/DIN 45645 T1 für Referenzbedingungen:

Windgeschwindigkeit [m/s]	6	7	8	9	9,1**
Impulzzuschlag [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Oktavanalyse für 8 m/s in 10m Höhe

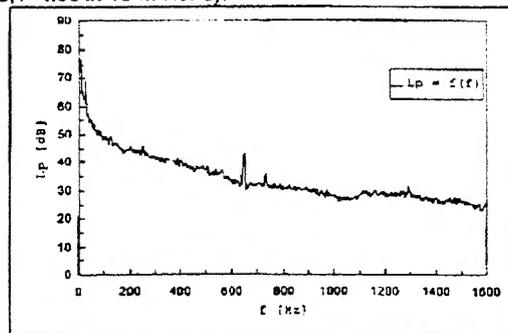
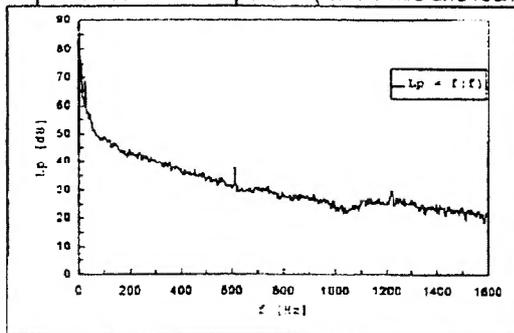
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
76,4	83,4	91,3	98,0	100,3	98,9	97,6	92,5	75,6

Oktavanalyse für 9,1 m/s in 10m Höhe:**

31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
75,9	83,3	91,6	98,1	100,2	99,0	97,5	92,2	75,4

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

Repräsentative FFT - Spectren (links 8 m/s und rechts 9,1** m/s in 10 m Höhe):



Ergebnistabelle:

Windgeschwindigkeit [m/s]	6	7	8	9	9,1**
Tonhaltigkeitszuschlag [dB]	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0

Bemerkungen:

** Die Windgeschwindigkeit bei 95% der Nennleistung beträgt 9,1 m/s.

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

Bearbeiter:

i. A. Dipl.-Ing. J. Neubert

Geprüft:

i. A. Dipl.-Ing. K. Buchmann

DEWIND D6/64 1250 kW

WINDconsult Bericht Nr. WICO 188SE602/01 vom 15.08.2002

WICO 188SE602:01

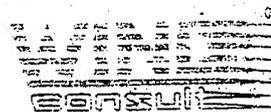
**Messung der Schallemission der
Windenergieanlage (WEA) des Typs
DeWind D6-1250**

nach

FGW-Richtlinie /1/

Standort: Windpark Gerdau-Schwienau
(Niedersachsen)

Bargeshagen, 15. August 2002



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

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

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

Die benachbarte WEA Nr. 2 war während der Messung abgeschaltet. Von den weiter entfernten WEA war kein Einfluß auf die Messung feststellbar.

Die Zeitreihen der Urdaten der aufgenommenen Meßergebnisse sind in Anlage 7 dargestellt.

Parameter	Symbol	Betrag	Einheit	Bemerkung
1.) Horizontale Entfernung Schallquelle – Meßposition				
Meßentfernung	R_{om}	123,80	m	gemessen auf Turmaußenhaut $h_{N,ges} + d_R / 2 \pm 20\%$ nach /1/
Turmdurchmesser am Turmfuß	b_f	3,90	m	Herstellerangabe
Abstand Rotationsebene Rotor – Turmmittellinie	r_e	3,81	m	Herstellerbescheinigung
2.) Vertikale Entfernung Schallquelle – Meßposition				
Nabenhöhe	h_N	91,50	m	Herstellerbescheinigung
Offset	h_f	0,00	m	Messung vor Ort, Differenz zwischen schallharter Platte und Turmfuß
Gesamtnabenhöhe	$h_{N,ges}$	91,50	m	Bezug: schallharte Platte
Entfernung Schallquelle – Meßposition	R_f	158,61	m	aus 1.) und 2.) bestimmt
Referenzhöhe	$h_{ref.}$	10,0	m	Meßhöhe Windgeschwindigkeit / -richtung
Referenzwindgeschwindigkeit	$v_{10, ref.}$	6...10	ms^{-1}	/1/
Rauhigkeitslänge	$z_{0, ref.}$	0,05	m	/1/

Tab. 1: Entfernungen und Referenzwerte

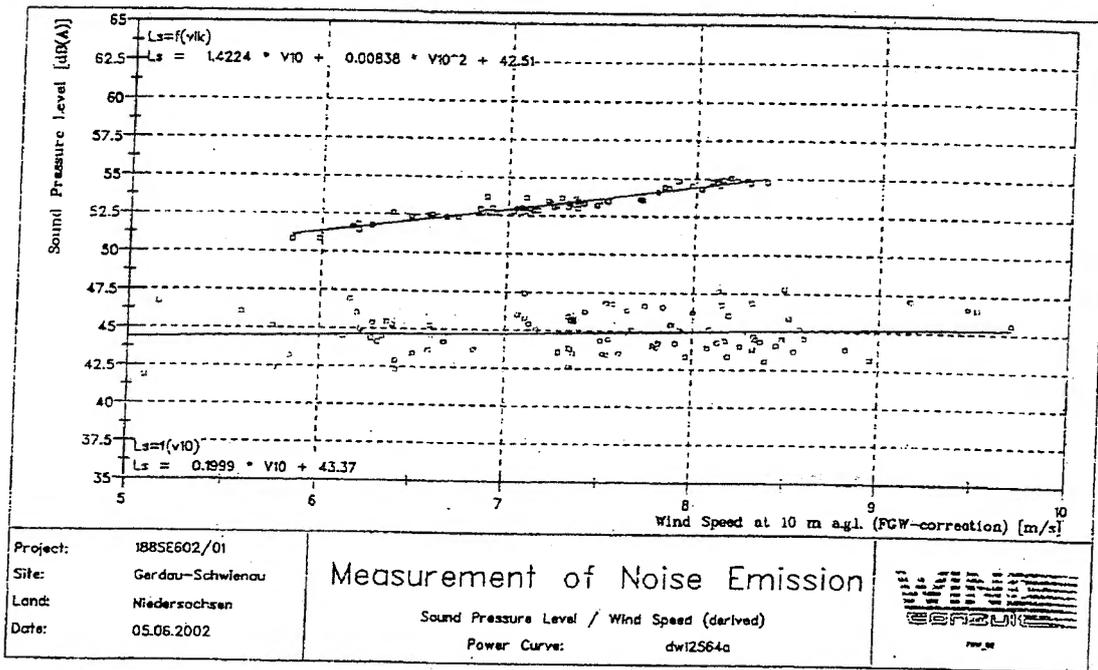


Abb. 3: A-bewerteter Schalldruckpegel als Funktion der berechneten Windgeschwindigkeit für beide Betriebszustände der WEA (1-Minuten-Mittelwerte)

Die Auswertung auf der Grundlage der Approximation für die Referenzpunkte $v_{10} = 6 \dots 10 \text{ ms}^{-1}$ in 10 m ü.G. führt zu folgenden Ergebnissen:

Standardisierte Windgeschwindigkeit	[ms]	6	7	8	8,4
Referenz-Wirkleistung ¹⁾	KW	508	793	1099	1187,5
Anlagengeräusch					
Anzahl Meßwerte je Windklasse	-	8	37	16	
Mittelwert L_{Afeq}	dB(A)	51,3	52,9	54,4	55,1
Fremdgeräusch					
Anzahl Meßwerte je Windklasse	-	17	20	38	
Mittelwert L_{Afeq}	dB(A)	44,6	44,8	45,0	45,0
Schalleistungspegel					
Störabstand	dB	6,7	8,1	9,4	10,1
Mittelwert $L_{AFeq, k}$	dB(A)	50,3	52,2	53,9	54,6
Schalleistungspegel $L_{WA, [P]}$	dB(A)	99,3	101,2	102,9	103,6

Tab. 3 Ergebnisse Schalleistungspegel-Bestimmung

- 1) Ermittlungsbasis: Leistungskurve, die der Ermittlung des Schalleistungspegels zugrunde liegt (vgl. Anlage 5).
- 2) Der Betriebspunkt der 95%igen Nennleistung, für den der maximale Schalleistungspegel angegeben wird, liegt unter Berücksichtigung der verwendeten Leistungskurve und der Nabenhöhe der vermessenen WEA bei $v_{10} = 8,4 \text{ ms}^{-1}$ in 10 m ü.G.

4.1.1 Die DECIBEL Berechnungsmethoden

Die Geräteschmission einer Windkraftanlage wird durch den Schalleistungspegel L_w beschrieben.

Schalleistungspegel $L_{p,r}$ ist der maximale Wert in dB / dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionspunkt, WKA) abgestrahlt wird. Der Wert ist frequenzabhängig. In der Praxis wird aber oft der A-bewertete Schalleistungspegel L_{wA} (frequenzfest, für 500 Hz) für überschlägige Schallberechnungen angegeben.

Der Lärm breitet sich kreisförmig um die Schallquelle aus und nimmt mit seinem Abstand zu ihr (logarithmisch) hörbar ab. Dabei wirken Bebauung, Bewuchs und sonstige Hindernisse dämpfend. Die Luft absorbiert den Schall. Reflexion und weitere Geräuschquellen wirken lärmverstärkend. Die Schallausbreitung erfolgt maßgeblich in der Richtung, die entgegengesetzt zur Windrichtung liegt.

Schalldruckpegel L_p ist der Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionspunkt (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 Zuschläge 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 WKA an einem bestimmten Immissionspunkt bedarf folgender Informationen und Eingabedaten:

- WKA-Platzierung (X,Y,Z-Koordinaten),
- Naberhöhe der WKA einschl. des Schalleistungspegels (L_{wAref}) für eine bestimmte Windgeschwindigkeit, evtl. frequenzabhängig,
- Angabe eines Einzelton- oder /und Impulszuschlages (falls vorhanden),
- Immissionspunkt bzw. schallkritisches Gebiet für den kritischsten Punkt (X,Y,Z-Koordinaten)
- Grenzwerte, die in den entsprechenden Gebieten eingehalten werden müssen,
- ein Berechnungsmodell bzw. eine Vorschrift

Zur Zeit sind fünf Berechnungsvorschriften in WindPRO implementiert, die in den folgenden Kapiteln genauer beschrieben werden. Die erste ist die ISO Norm, die weltweit Anwendung findet, momentan findet sie nur in einigen Ländern ihre Anwendung (z.B.: Deutschland, England, Belgien, Italien, USA). Die ISO 9613-2 basiert auf der Deutschen Norm VDI 2714. Die (DIN) ISO 9613-2 hat seit 1998 die VDI 2714 abgelöst.

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.

Die ISO 9613-2 beinhaltet zwei Methoden zur Ausbreitungsrechnung des Schalls. Für die Schallausbreitung der Geräusche von Windkraftanlagen wird in WindPRO die alternative Methode verwendet da die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

Nur der A-bewertete Pegel ist von Interesse
Der Schall sich überwiegend über porösem Boden ausbreitet
Der Schall kein reiner Ton ist.

Normalerweise wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windkraftanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel (keine Oktavbandbezogenen Werte) 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:

$$L_{A,r}(DW) = L_{wA} + D_c - A \quad (1)$$

L_{wA} : Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet.

D_c : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden, D_r (Berechnung nach der alternativen Methode)

$$D_c = D_r - 0 \quad (2)$$

D_r beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

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

Mit:

h_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Naberhöhe)

h_s : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in der Regel 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 (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

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

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

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

α_{500} : Absorptionskoeffizient der Luft ($\approx 1,9 \text{ dB/km}$)

Dieser Wert für α_{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:

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

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

A_{bgr} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), allgemein besteht kein Schallschutz; $A_{bgr} = 0$.

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

Berechnungsverfahren in Oktaven

Nach der ISO 9613-2 soll, sofern vorhanden, die Prognose auch über das Oktavspektrum des Schalleistungspegel der WKA durchgeführt werden. Wird im WKA-Katalog das Oktavspektrum angegeben, so rechnet Windpro automatisch damit. Im folgenden sind nur die Unterschiede zu der 500 Hz Mittelfrequenz bezogenen Berechnung aufgezeigt. Der resultierende Schalldruckpegel L_{AR} berechnet sich dann mit:

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

Mit:

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

Der A-bewertete Schalldruckpegel L_{AR} bei den Mittelfrequenzen jeder einzelnen Schallquelle berechnet sich aus:

$$L_{AR} (DW) = (L_{w} + A_s) + D_c - A \quad (11)$$

Mit:

L_{w} : Oktav-Schalleistungspegel der Punktquelle nicht A-bewertet. $L_{w} + A_s$ entspricht dem A-bewerteten Oktav-Schalleistungspegel L_{wA} nach IEC 651.

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

D_c : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden D_x (siehe oben):

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

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung (=VDI 2714 Abstandsmaß D_s)

A_{atm} : Dämpfung aufgrund der Luftabsorption, abhängig von der Frequenz (=VDI 2714 Luftabsorptionsmaß DL)

A_{gr} : Bodendämpfung (=VDI 2714 Boden und Meteorologiedämpfungsmaß DBM)

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

A_{reco} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). Worst case $A_{\text{reco}} = 0$.

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

$$A_{\text{atm}} = \alpha_r \cdot d / 1000 \quad (13)$$

mit:

α_r : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

Der Luftdämpfungskoeffizient α_r 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:

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

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 der TA-Lärm ist der aus allen n Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(L,T) = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATi} - C_{\text{met}} + K_T + K_H)} \quad (14)$$

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionspunkt
 L_{ATi} : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n
 K_{Tij} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i , abhängig von den lokalen Vorschriften

K_{Hj} : Zuschlag für Impulsivität einer Emissionsquelle i abhängig von den lokalen Vorschriften

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

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

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

dp : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt projiziert auf den Boden.

wobei der Faktor C_0 abhängig von den Witterungsbedingungen zwischen 0 und 5 dB liegen kann. Werte über 2 dB treten nur in Ausnahmefällen auf. In WindPRO kann C_0 individuell für jede Schallberechnung definiert werden.