



Schallgutachten

176-03-0215-03.02

Prognose der Schallimmissionen
durch fünf Windkraftanlagen
am Standort

Sarmersbach

Auftraggeber:

Erstellt am:

Erstellt von:

20.06.2003

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	4
2.1 BETRACHTUNGEN ZUM SCHALLFELD	4
2.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle	5
2.1.2 Schalldruck	6
2.1.3 Schallpegel	7
2.1.4 Addition von Schallpegeln	8
2.2 DAS MENSCHLICHE HÖREMPFINDEN	9
2.2.1 Mittelungspegel	9
2.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz	9
2.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2	12
2.3 SCHALLEMISSIONEN VON WINDKRAFTANLAGEN UNTER BAUORDNUNGSRECHTLICHEN GESICHTSPUNKTEN	13
3 SCHALLGUTACHTEN	14
3.1 PROGNOSEVERFAHREN	14
3.2 DATEN DER BEURTEILTEN WINDKRAFTANLAGEN	15
3.3 EINWIRKUNGSBEREICH	16
3.4 DATEN DER BEURTEILTEN IMMISSIONSORTE	18
3.5 VORBELASTUNG	20
3.6 PROGNOSEERGEBNIS	21
3.7 QUALITÄT DER PROGNOSE	22
3.7.1 Prognoseverfahren	22
3.7.2 Vermessungsberichte	23
3.7.3 Auswirkung der Produktionsstreuung	24
3.7.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse	24
4 ABSCHLUSSERKLÄRUNG	26
5 ANHANG	27

1 Ergebnisübersicht

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens von fünf geplanten Windkraftanlagen des Typs **REPOWER MM 82** 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:

- **SG 01 Berghof, Katzwinkel**
- **SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen**
- **SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen**
- **SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen**

Bei den betrachteten Immissionsorten handelt es sich um Wohngebäude in Dorf- und Mischgebieten sowie um ein 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

REPOWER MM 82

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

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
SG 01 Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	39,1 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,9 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,9 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,9 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 bekanntesten 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 ungeölte 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 Anlageneleistungen die Schallemissionen etwa halbiert werden konnten.

Darüber hinaus ist eine Analyse der Schallausbreitung von Windkraftanlagen erforderlich, um die Höhe der Schallemissionen 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} :

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

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:

$$p_0 = \gamma_0 \cdot \omega \cdot \rho \cdot c = \nu_0 \cdot \rho \cdot c$$

Dabei bedeuten:

p_0 =Schalldruckamplitude

γ_0 =Ausschlagamplitude

ρ = Dichte des Mediums

c = Schallgeschwindigkeit des Mediums

ν_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

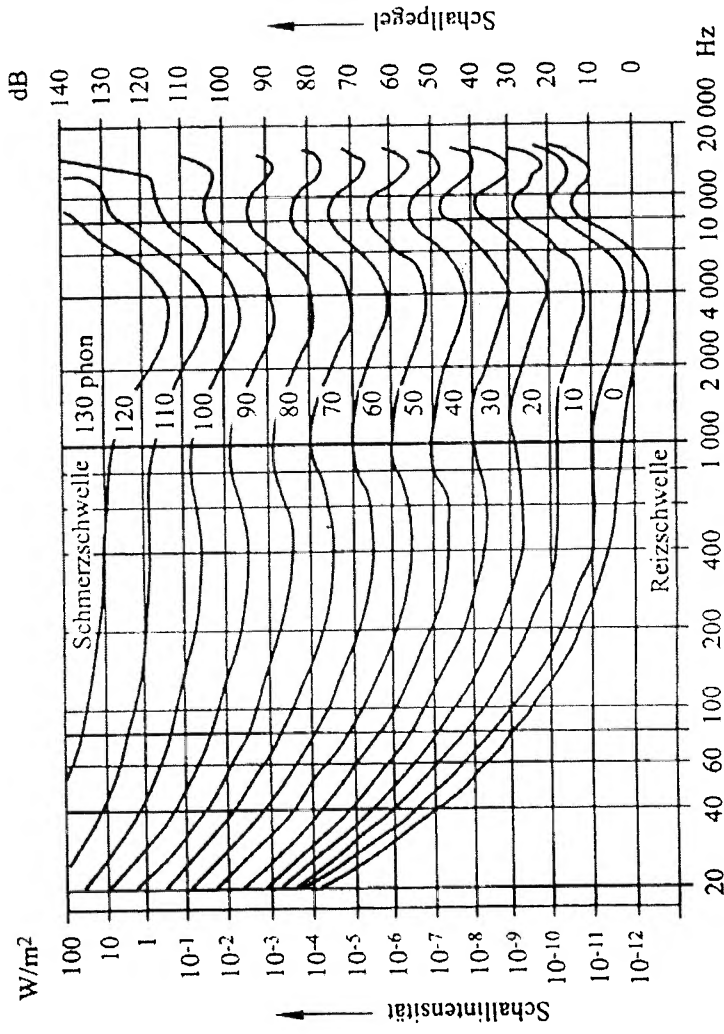


Abbildung 2-1, Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson

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 Merkgeltn 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

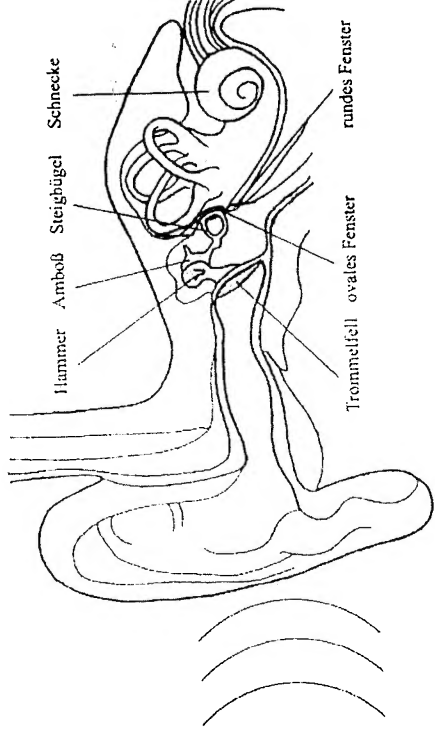


Abbildung 2-2, Aufbau des menschlichen Ohrs

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.

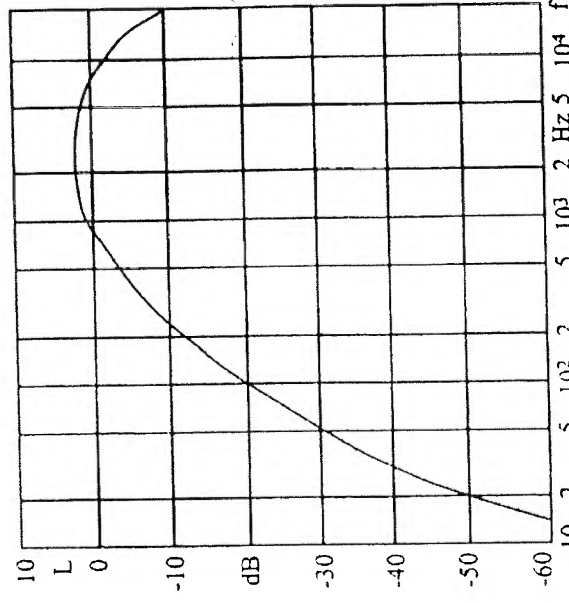


Abbildung 2-3, Dämpfungskurve des A-Filters

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 Hörflächenkurve (Abbildung 2-4) ablesbar.

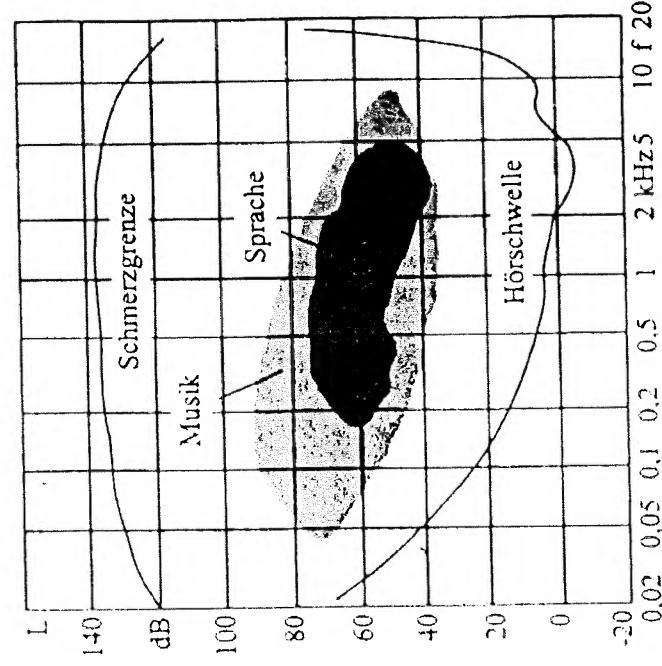


Abbildung 2-4, Hörfläche

Das A-Filter sorgt dafür, dass die mittleren Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz ungehindert passieren können und die höheren und tieferen Anteile unterdrückt werden (Abbildung 2-3). Damit bei Schallpegelangaben erkennbar ist, dass sie gehörig richtig 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	$10^{-12} = 1 \text{ I}_0$
Flüstern	200	20	$10^{-10} = 10^2 \text{ I}_0$
Zimmerlautstärke	20.000	60	$10^{-6} = 10^6 \text{ I}_0$
Verkehrslärm (stark)	200.000	80	$10^{-4} = 10^8 \text{ I}_0$
Presslufthammer	600.000	90	$10^{-3} = 10^9 \text{ I}_0$
Schmerzschwell	60.000.000	130	$10^1 = 10^{13} \text{ I}_0$

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.

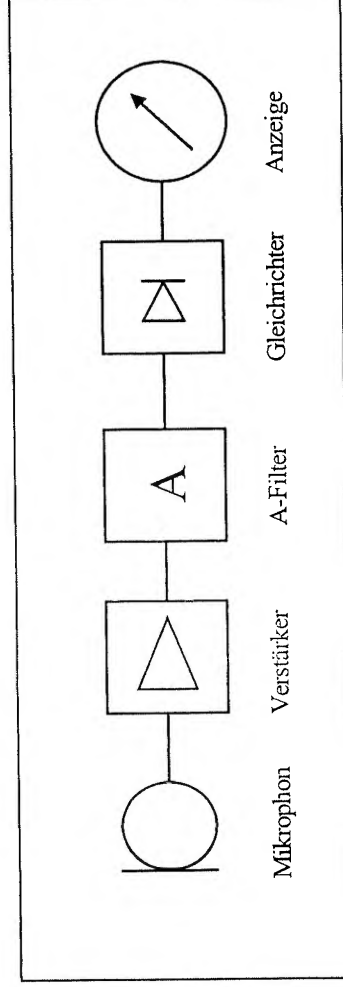


Abbildung 2-5, Blockschaubild eines Schallpegelmessers

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_Ω+0
Zusätzlich bedingt durch Reflexion am Boden gilt:

$$D_{\Omega} = 10 \text{ Lg}(1 + (d_p^2 + (h_s - h_r)^2)/(d_p^2 + (h_s + h_r)^2))$$

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} = α₅₀₀ d / 1000

α₅₀₀: 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 Lärmemissionen einem vernünftigen Dritten anstelle des Lärmbetroffenen nicht zugemutet werden können. Die Bestimmung der Zumutbarkeit beruht dabei auf einer Bewertung der Lärmemissionen 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: Lärmemissionen solcher Anlagen treten nie in einer unbelasteten (ruhigen) Situation auf, vielmehr lärmt die Anlage nur, wenn der Wind weht - und dieser produziert ebenfalls Geräuschmissionen. 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 Lärmmission 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 Lärmmissionen von Windkraftanlagen wegen des möglichen Verdeckungseffekts grundsätzlich keine den Nachbarn beeinträchtigenden Wirkungen zeitigen können, lässt sich nicht aufstellen.

Soweit eine Verdeckung der Lärmmissionen 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 Lärmmissionen 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 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 REPOWER MM 82 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 **REPOWER MM 82** wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Naben- höhe (m)	Gauß-Krüger- Koordinaten		Höhe über NN	Schall- leistungs- pegel
			Rechtswert	Hochwert		
WKA 1	REPOWER MM 82	100,0	²⁵ 63618	⁵⁵ 69172	533 m	105,0 dB(A)
WKA 2	REPOWER MM 82	100,0	²⁵ 63998	⁵⁵ 69296	541 m	105,0 dB(A)
WKA 3	REPOWER MM 82	100,0	²⁵ 64383	⁵⁵ 69402	562 m	105,0 dB(A)
WKA 4	REPOWER MM 82	100,0	²⁵ 64252	⁵⁵ 69007	553 m	105,0 dB(A)
WKA 5	REPOWER MM 82	100,0	²⁵ 63895	⁵⁵ 68808	531 m	105,0 dB(A)

(Schallleistungspegel gemäß Berechnung und Garantie des Herstellers.)

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
SG 01 Berghof, Katzwinkel		45,0 dB(A)	36,4 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen		45,0 dB(A)	35,5 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen		45,0 dB(A)	35,3 dB(A)
SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,8 dB(A)
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,8 dB(A)
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,8 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen		45,0 dB(A)	35,0 dB(A)
SG 08 Hauptstraße 6, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,5 dB(A)
SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,8 dB(A)
SG 10 Hauptstraße 8, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,4 dB(A)
SG 11 Hauptstraße 8b, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,1 dB(A)
SG 12 Hauptstraße 10, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,6 dB(A)
SG 13 Hauptstraße 13, Beinhausen		45,0 dB(A)	34,2 dB(A)
SG 14 Hof Ahrhausen, Sarmersbach		45,0 dB(A)	34,6 dB(A)
SG 15 Kapellenstraße 7, Neichen		45,0 dB(A)	32,9 dB(A)

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

- SG 01 Berghof, Katzwinkel
- SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen
- SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen
- SG 07 Hauptstraße 5, 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 Einwirkungsberechnung, 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 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.

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	
SG 01 Berghof, Katzwinkel	²⁵ 65358	⁵⁵ 68939	1032
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	²⁵ 62976	⁵⁵ 69930	1045
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	²⁵ 62982	⁵⁵ 69976	1072
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	²⁵ 62990	⁵⁵ 70027	1113

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	Naben höhe (m)	Rotor Ø (m)	Gauß-Krüger- Koordinaten		Höhe über NN (m)	Schall- leistungs- pegel 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
SG 01 Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	35,7 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,2 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,4 dB(A)
SG 04 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,7 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 REPOWER MM 82 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
SG 01 Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	39,1 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,9 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,9 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,9 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 $\sigma_{\text{Progn.}} = 1,5$ 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 die geplanten Windkraftanlagen des Typs **REPOWER MM 82** liegt das Ergebnis einer Berechnung durch den Hersteller vor. Gemäß dieser Berechnung weist die Anlage mit einer Nabhöhe von 100,0 m bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe über Grund einen Schalleistungspegel von 105,0 dB(A) auf.

Es wird davon ausgegangen, dass kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen ist.

Moderne Vermessungen 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.

Für die geplante Anlage vom Typ **REPOWER MM 82** liegt noch keine Schallvermessung vor, es wird aber davon ausgegangen, dass die Messunsicherheit nicht größer sein wird als bei anderen modernen Vermessungen.

Für die weiteren geplanten Windkraftanlagen des Typs **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 Nabhöhe 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 Nabhöhe der Windkraftanlage nur geringfügig ändert. Eine Umrechnung des vermessenen Schalleistungspegels für verschiedene Nabhöhen 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, Bargeslagen Prüfbericht WICO 188SE602/01 vom 15.08.2002. Gemäß dieser Vermessung hat die Anlage mit einer Nabhöhe 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 **AN BONUS 2,3MW** wird die *Unsicherheit der Produktionsstreuung* gemäß der Empfehlung „Schallmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen – Empfehlung des Arbeitskreises Geräusche von Windenergieanlagen, Oktober 1999 mit 3 dB(A) angeben, da derzeit keine Vermessungen 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.) vorliegen.

Unter dieser Voraussetzung und unter Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt mit: $\sigma_P = 1,8 \text{ dB}$.

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 „Schallmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen – Empfehlung des Arbeitskreises Geräusche von Windenergieanlagen, Oktober 1999“ mit 2 dB(A) angeben, 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 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dieses Gutachtens dargestellt, wird in Bezug auf die Anlagentypen **AN BONUS 2,3 MW, VESTAS V80 106,0 (dänische Bezeichnung 105,1)** und **DEWIND D6/64 1,25MW** die Messunsicherheit angenommen mit $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$.

Wie in Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dieses Gutachtens ausgeführt, wird in Bezug auf die geplanten Anlagen des Typs **AN BONUS 2,3 MW** die Unsicherheit durch die Produktionsstreuung mit 3 dB(A) angenommen. Unter dieser Voraussetzung und unter der Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt, mit: $\sigma_P = 1,8 \text{ dB}$.

Wie in Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dieses Gutachtens ausgeführt, wird in Bezug auf die Anlagentypen **VESTAS V80 106,0 (dänische Bezeichnung 105,1)** und **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 berücksichtigten sind:

Variable	Beschreibung	Wert
σ_R	zu berücksichtigende Messungenauigkeit	0,5 dB
σ_P	zu berücksichtigende Ungenauigkeit durch Serienstreuung	1,8 dB
σ_{Progn}	Unsicherheit des Prognoseverfahrens	1,5 dB

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

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{\text{Progn}}^2} = \sqrt{0,5^2 + 1,8^2 + 1,5^2} = 2,39 \text{ dB}$$

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

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

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 $1,28 \cdot 2,39 \text{ dB} = 3,1 \text{ dB}$ 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 20. Juni 2003



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:
 - REPOWER MM 82
 - VESTAS V80 106,0
 - DEWIND D6/64 1,25MW
- Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro

Projekt: **Sarmersbach**
Beschreibung: 176-03-0215-03.02

Ausdrucksseite
20.06.03 11:06 / 1
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82

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

WEA

WEA Typ	WEA Typ	Hersteller	Typ	Leistung [kW]	Rotord. Höhe [m]	Schallwerte Erzeuger Name	LWA, Ref.	Einzelzöne	Oktaavbandabh. Daten
GK Zone: 2 Ost	GK Zone: 2 Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	[m]					
WKA 1	2.563.618	5.569.172	533 WKA 1	MM 82	2.000	100,0 USER	105,0	Nein	Nein
WKA 2	2.563.988	5.569.296	541 WKA 2	REPOWER	2.000	100,0 USER	105,0	Nein	Nein
WKA 3	2.564.363	5.569.402	562 WKA 3	REPOWER	2.000	100,0 USER	105,0	Nein	Nein
WKA 4	2.564.252	5.569.007	563 WKA 4	REPOWER	2.000	100,0 USER	105,0	Nein	Nein
WKA 5	2.563.895	5.568.808	531 WKA 5	REPOWER	2.000	100,0 USER	105,0	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Name	GK Zone: 2 Ost	GK Zone: 2 Nord	Z [m]	Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Berechnet [dB(A)]	Anforderungen erfüllt?	Schall
Nein	SG 01 Berghof, Katzwinkel	2.565.317	5.568.964	513	45,0	36,4	Ja	Ja
	SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	2.562.941	5.569.968	480	45,0	35,5	Ja	Ja
	SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	2.562.942	5.570.004	480	45,0	35,3	Ja	Ja
	SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen	2.562.857	5.569.985	480	45,0	34,8	Ja	Ja
	SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen	2.562.885	5.570.022	480	45,0	34,8	Ja	Ja
	SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen	2.562.900	5.570.037	480	45,0	34,8	Ja	Ja
	SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	2.562.955	5.570.066	480	45,0	35,0	Ja	Ja
	SG 08 Hauptstraße 6, Beinhausen	2.562.921	5.570.115	487	45,0	34,5	Ja	Ja
	SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen	2.562.968	5.570.106	484	45,0	34,8	Ja	Ja
	SG 10 Hauptstraße 8, Beinhausen	2.562.939	5.570.136	488	45,0	34,4	Ja	Ja
	SG 11 Hauptstraße 8b, Beinhausen	2.562.948	5.570.195	499	45,0	34,1	Ja	Ja
	SG 12 Hauptstraße 10, Beinhausen	2.562.983	5.570.153	489	45,0	34,6	Ja	Ja
	SG 13 Hauptstraße 13, Beinhausen	2.563.003	5.570.228	500	45,0	34,2	Ja	Ja
	SG 14 Hof Ahrausen, Sarmersbach	2.562.773	5.568.311	497	45,0	34,6	Ja	Ja
	SG 15 Kapellenstr. 7, Neichen	2.562.502	5.569.850	490	45,0	32,9	Ja	Ja

Abstände (m)

SGK	WKA 1	WKA 2	WKA 3	WKA 4	WKA 5
SG 01	1712	1361	1032	1066	1430
SG 02	1045	1253	1549	1626	1502
SG 03	1072	1271	1561	1646	1529
SG 04	1114	1333	1633	1704	1569
SG 05	1122	1329	1621	1702	1579
SG 06	1122	1325	1613	1699	1579



Neue WEA
Maßstab 1:40.000
Schallkritisches Gebiet

Projekt:

Sarmersbach

Beschreibung:

176-03-0215-03.02

Ausdrucksdatei:

20.06.03 11:06 / 2

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener StraÙe 211

D-59174 Kamen

+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis**Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82**

WEA						
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**
 1776-03-0215-03.02

Ausdrucksdatei:
 20.06.03 11:07 / 1
 Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
 Lunener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet:
 13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82

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: SG 01 Berghof, Katzwinkel

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA _{Ref.} [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.712	1.715	40,6	Ja	25,08	105,0	3,01	75,69	3,26	3,99	0,00	0,00	82,93	0,00
WKA 2		1.361	1.366	38,9	Ja	27,88	105,0	3,01	73,71	2,60	3,82	0,00	0,00	80,12	0,00
WKA 3		1.032	1.042	46,2	Ja	31,40	105,0	3,01	71,36	1,98	3,27	0,00	0,00	76,61	0,00
WKA 4		1.066	1.075	51,5	Ja	31,19	105,0	3,01	71,63	2,04	3,15	0,00	0,00	76,81	0,00
WKA 5		1.430	1.435	41,2	Ja	27,33	105,0	3,01	74,14	2,73	3,81	0,00	0,00	80,67	0,00
Summe															
Summe			36,39												

Schallkritisches Gebiet: SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA _{Ref.} [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.045	1.056	46,8	Ja	31,26	105,0	3,01	71,47	2,01	3,27	0,00	0,00	76,75	0,00
WKA 2		1.253	1.263	53,5	Ja	29,24	105,0	3,01	73,03	2,40	3,34	0,00	0,00	78,76	0,00
WKA 3		1.549	1.559	60,9	Ja	26,73	105,0	3,01	74,86	2,96	3,46	0,00	0,00	81,28	0,00
WKA 4		1.626	1.635	51,8	Ja	25,92	105,0	3,01	75,27	3,11	3,71	0,00	0,00	82,08	0,00
WKA 5		1.502	1.510	42,1	Ja	26,72	105,0	3,01	74,58	2,87	3,84	0,00	0,00	81,29	0,00
Summe			35,53												

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA _{Ref.} [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.072	1.082	47,9	Ja	30,99	105,0	3,01	71,69	2,06	3,27	0,00	0,00	77,01	0,00
WKA 2		1.271	1.281	54,4	Ja	29,09	105,0	3,01	73,15	2,43	3,34	0,00	0,00	78,92	0,00
WKA 3		1.561	1.571	60,8	Ja	26,63	105,0	3,01	74,93	2,99	3,47	0,00	0,00	81,38	0,00
WKA 4		1.646	1.655	52,9	Ja	25,79	105,0	3,01	75,37	3,14	3,70	0,00	0,00	82,22	0,00
WKA 5		1.529	1.536	43,0	Ja	26,52	105,0	3,01	74,73	2,92	3,84	0,00	0,00	81,49	0,00
Summe			35,31												

Schallkritisches Gebiet: SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA _{Ref.} [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.114	1.123	48,0	Ja	30,54	105,0	3,01	72,01	2,13	3,32	0,00	0,00	77,47	0,00
WKA 2		1.333	1.342	54,6	Ja	28,51	105,0	3,01	73,55	2,55	3,40	0,00	0,00	79,50	0,00
WKA 3		1.633	1.643	62,8	Ja	26,09	105,0	3,01	75,31	3,12	3,49	0,00	0,00	81,92	0,00
WKA 4		1.704	1.712	52,7	Ja	25,34	105,0	3,01	75,67	3,25	3,74	0,00	0,00	82,66	0,00

Projekt: **Sarmersbach**
Beschreibung: 176-03-0215-03.02

Ausdrucksdate

20.06.03 11:07 / 2

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lüneener Straße 211

D-59174 Kamen

+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82**

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
Nein							105,0	3,01	74,95	2,99	3,86	0,00	0,00	81,81	0,00
WKA 5	1.569	1.576	42,9	Ja	26,20										
Summe	34,82														

Schallkritisches Gebiet: SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
Nein							105,0	3,01	72,08	2,15	3,31	0,00	0,00	77,54	0,00
WKA 1	1.122	1.132	48,8	Ja	30,47										
WKA 2	1.329	1.338	55,3	Ja	28,56										
WKA 3	1.621	1.631	62,1	Ja	26,17										
WKA 4	1.702	1.711	53,6	Ja	25,37										
WKA 5	1.579	1.586	43,7	Ja	26,14										
Summe	34,80														

Schallkritisches Gebiet: SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
Nein							105,0	3,01	72,09	2,15	3,30	0,00	0,00	77,55	0,00
WKA 1	1.124	1.134	49,2	Ja	30,46										
WKA 2	1.325	1.334	55,5	Ja	28,61										
WKA 3	1.613	1.623	61,7	Ja	26,23										
WKA 4	1.699	1.708	54,0	Ja	25,40										
WKA 5	1.581	1.588	44,0	Ja	26,13										
Summe	34,81														

Schallkritisches Gebiet: SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
Nein							105,0	3,01	72,00	2,13	3,28	0,00	0,00	77,42	0,00
WKA 1	1.113	1.123	49,3	Ja	30,59										
WKA 2	1.296	1.306	55,6	Ja	28,88										
WKA 3	1.575	1.585	60,2	Ja	26,51										
WKA 4	1.674	1.683	54,5	Ja	25,60										
WKA 5	1.570	1.577	44,3	Ja	26,22										
Summe	34,99														

Schallkritisches Gebiet: SG 08 Hauptstraße 6, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
Nein							105,0	3,01	72,45	2,24	3,23	0,00	0,00	77,93	0,00
WKA 1	1.173	1.181	53,6	Ja	30,08										
WKA 2	1.353	1.361	59,6	Ja	28,45										
WKA 3	1.626	1.635	63,7	Ja	26,17										
WKA 4	1.732	1.739	58,7	Ja	25,26										
WKA 5	1.630	1.636	48,3	Ja	25,84										
Summe	34,46														

Schallkritisches Gebiet: SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
Nein							105,0	3,01	72,19	2,18	3,26	0,00	0,00	77,63	0,00
WKA 1	1.138	1.147	51,2	Ja	30,38										
WKA 2	1.310	1.319	57,2	Ja	28,79										
WKA 3	1.580	1.590	60,8	Ja	26,48										
WKA 4	1.690	1.698	56,5	Ja	25,53										
WKA 5	1.595	1.601	46,1	Ja	26,07										

Projekt: **Sarmersbach**
176-03-0215-03.02

Beschreibung:
176-03-0215-03.02

Ausdrucksseite

20.06.03 11:07 / 3

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Kamen

+49 2307 240063

Berechnet

13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82

Summe 34,82

Schallkritisches Gebiet: SG 10 Hauptstraße 8, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.179	1.187	54,3	Ja	30,04	105,0	3,01	72,49	2,26	3,22	0,00	0,00	77,97	0,00
WKA 2		1.351	1.360	60,1	Ja	28,48	105,0	3,01	73,67	2,58	3,28	0,00	0,00	79,53	0,00
WKA 3		1.619	1.628	63,5	Ja	26,22	105,0	3,01	75,23	3,09	3,46	0,00	0,00	81,79	0,00
WKA 4		1.731	1.739	59,5	Ja	25,27	105,0	3,01	75,81	3,30	3,62	0,00	0,00	82,73	0,00
WKA 5		1.636	1.642	49,1	Ja	25,81	105,0	3,01	75,31	3,12	3,77	0,00	0,00	82,20	0,00

Summe 34,44

Schallkritisches Gebiet: SG 11 Hauptstraße 8b, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.223	1.230	59,7	Ja	29,75	105,0	3,01	72,80	2,34	3,12	0,00	0,00	78,26	0,00
WKA 2		1.382	1.389	64,6	Ja	28,31	105,0	3,01	73,86	2,64	3,20	0,00	0,00	79,69	0,00
WKA 3		1.639	1.647	67,2	Ja	26,15	105,0	3,01	75,33	3,13	3,40	0,00	0,00	81,86	0,00
WKA 4		1.764	1.770	64,7	Ja	25,14	105,0	3,01	75,96	3,36	3,55	0,00	0,00	82,87	0,00
WKA 5		1.680	1.684	54,6	Ja	25,59	105,0	3,01	75,53	3,20	3,69	0,00	0,00	82,42	0,00

Summe 34,13

Schallkritisches Gebiet: SG 12 Hauptstraße 10, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.169	1.177	54,5	Ja	30,15	105,0	3,01	72,42	2,24	3,20	0,00	0,00	77,86	0,00
WKA 2		1.328	1.337	59,7	Ja	28,69	105,0	3,01	73,52	2,54	3,26	0,00	0,00	79,32	0,00
WKA 3		1.588	1.597	62,6	Ja	26,45	105,0	3,01	75,07	3,04	3,45	0,00	0,00	81,56	0,00
WKA 4		1.710	1.717	59,6	Ja	25,44	105,0	3,01	75,70	3,26	3,61	0,00	0,00	82,57	0,00
WKA 5		1.625	1.631	49,4	Ja	25,90	105,0	3,01	75,25	3,10	3,76	0,00	0,00	82,11	0,00

Summe 34,60

Schallkritisches Gebiet: SG 13 Hauptstraße 13, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.222	1.229	60,3	Ja	29,78	105,0	3,01	72,79	2,33	3,11	0,00	0,00	78,23	0,00
WKA 2		1.363	1.370	64,1	Ja	28,48	105,0	3,01	73,73	2,60	3,19	0,00	0,00	79,53	0,00
WKA 3		1.608	1.615	66,4	Ja	26,39	105,0	3,01	75,17	3,07	3,39	0,00	0,00	81,62	0,00
WKA 4		1.747	1.753	64,8	Ja	25,27	105,0	3,01	75,87	3,33	3,53	0,00	0,00	82,74	0,00
WKA 5		1.677	1.682	55,4	Ja	25,63	105,0	3,01	75,51	3,20	3,67	0,00	0,00	82,38	0,00

Summe 34,23

Schallkritisches Gebiet: SG 14 Hof Anrhausen, Sarmersbach

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.207	1.214	52,3	Ja	29,70	105,0	3,01	72,68	2,31	3,31	0,00	0,00	78,30	0,00
WKA 2		1.572	1.578	54,3	Ja	26,43	105,0	3,01	74,96	3,00	3,62	0,00	0,00	81,58	0,00
WKA 3		1.945	1.952	64,8	Ja	23,83	105,0	3,01	76,81	3,71	3,66	0,00	0,00	84,18	0,00
WKA 4		1.634	1.641	61,2	Ja	26,07	105,0	3,01	75,30	3,12	3,52	0,00	0,00	81,94	0,00
WKA 5		1.228	1.234	58,5	Ja	29,67	105,0	3,01	72,83	2,35	3,17	0,00	0,00	78,34	0,00

Summe 34,59

Projekt:
Sarmersbach

Beschreibung:

176-03-0215-03.02

Ausdrucksdatei:

20.06.03 11:07 / 4

Lizensierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Kamen

+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82

Schallkritisches Gebiet: SG 15 Kapellenstr. 7, Neichen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein														
WKA 1	1.306	1.313	52,7	Ja	28,73	105,0	3,01	73,37	2,49	3,42	0,00	0,00	79,28	0,00
WKA 2	1.595	1.602	56,5	Ja	26,28	105,0	3,01	75,09	3,04	3,59	0,00	0,00	81,72	0,00
WKA 3	1.933	1.941	68,5	Ja	23,97	105,0	3,01	76,76	3,69	3,59	0,00	0,00	84,04	0,00
WKA 4	1.942	1.949	56,3	Ja	23,70	105,0	3,01	76,79	3,70	3,81	0,00	0,00	84,31	0,00
WKA 5	1.740	1.745	47,5	Ja	24,99	105,0	3,01	75,84	3,32	3,87	0,00	0,00	83,02	0,00

Summe 32,90

Projekt:
Sarmersbach

Beschreibung:
176-03-0215-03.02

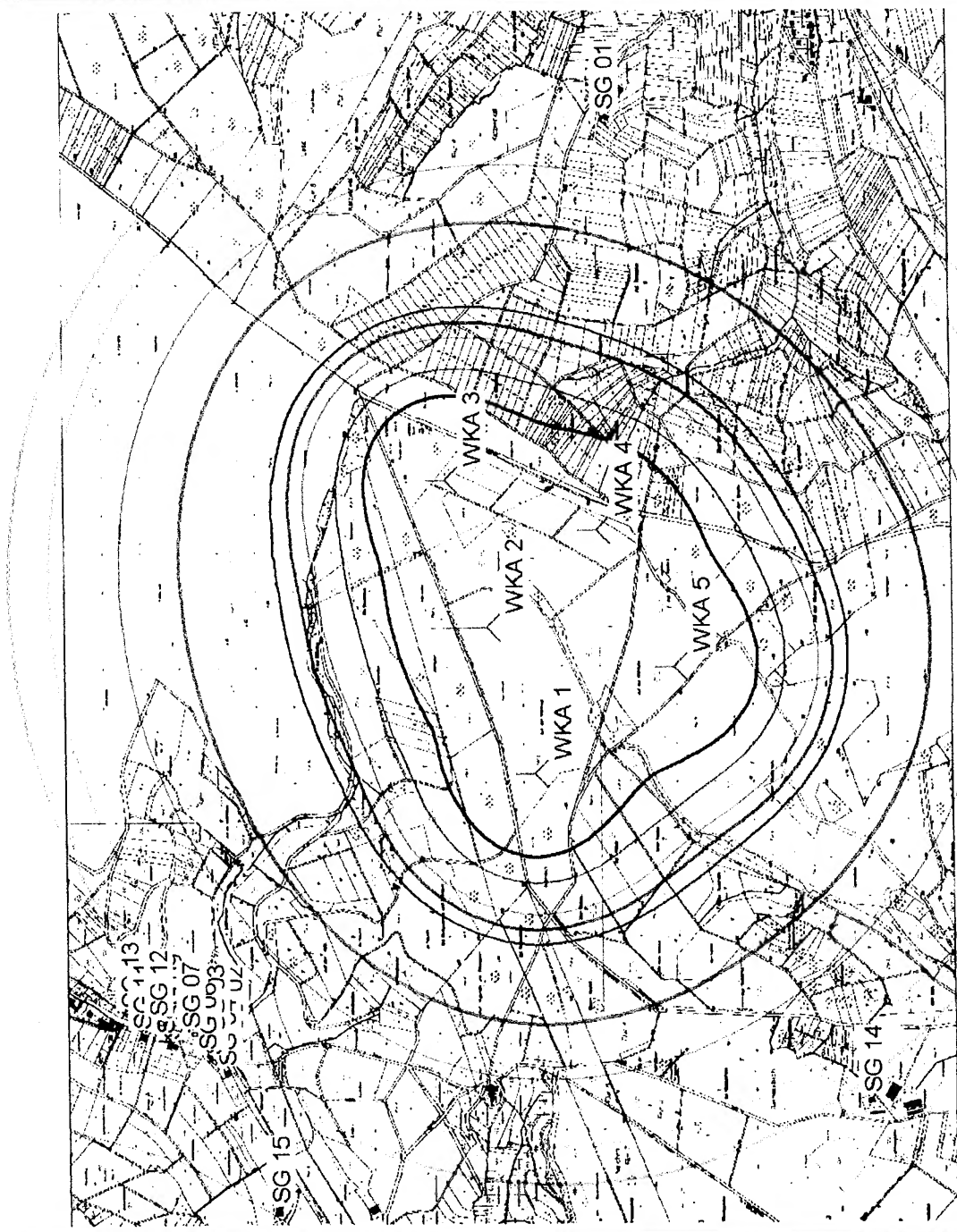
Ausdrucksseite:
20.06.03 11:08 / 1

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

Berechnet:
13.06.03 08:56/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Einwirkungsbereich 5 x REPOWER MM82 Datei: Sarmersbach5000.bmi



Karte: Sarmersbach5000 , Druckmaßstab 1:17.500, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.564.090 Nord: 5.569.289

☐ Schallkritisches Gebiet

▲ Neue WEA

- 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: 176-03-0215-03.02

Ausdruck/Seite: 20.06.03 11:09 / 1
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet: 13.06.03 09:01/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung 2xV80 + 2xD6/64

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"

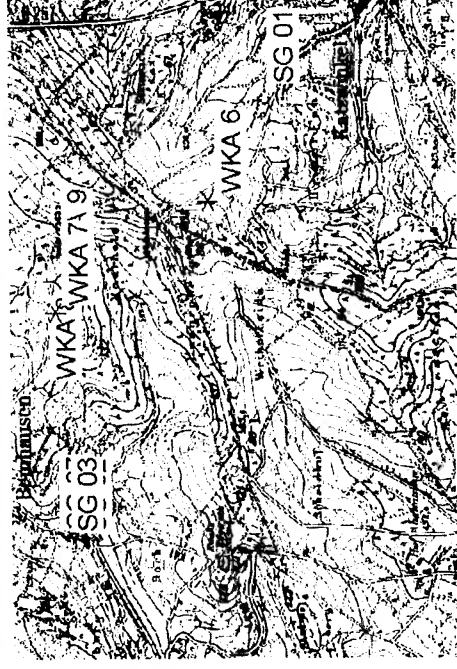
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s

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



Maßstab 1:40.000

λ, Neue WEA * Existierende WEA ■ Schallkritisches Gebiet

WEA

GK Zone: 2	Ost	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung [kW]	Rotord. [m]	Höhe [m]	Schallwerte Erzeuger Name	LWA,Ref.	Einzeltonne Daten	Oktavbandabh. Daten
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	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	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	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	105,3	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Name	GK Zone: 2		Z	Anforderungen Schall	Beurteilungspegel [dB(A)]	Anforderungen erfüllt?
		Ost	Nord				
SG 01	Berghof, Katzwinkel	2.565.323	5.568.978	513	45,0	35,7	Ja
SG 02	Lieserstraße 1, Beinhausen	2.562.941	5.569.968	480	45,0	36,2	Ja
SG 03	Lieserstraße 2, Beinhausen	2.562.946	5.570.014	480	45,0	36,4	Ja
SG 07	Hauptstraße 5, Beinhausen	2.562.956	5.570.079	480	45,0	36,7	Ja

Abstände (m)

WEA	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 07	1905	1184	804	1351

Projekt: **Sarmersbach**
Beschreibung: 176-03-0215-03.02

Ausdrucksseite:
20.06.03 11:10 / 1
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
13.06.03 09:01/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Vorbelastung 2xV80 + 2xD6/64

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: SG 01 Berghof, Katzwinkel

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 6		714	727	48,1	Ja	34,51	103,6	3,00	68,23	1,38	2,49	0,00	0,00	72,10	0,00
WKA 7		1.701	1.705	37,1	Ja	23,68	103,6	3,01	75,64	3,24	4,05	0,00	0,00	82,93	0,00
WKA 8		2.039	2.043	37,4	Ja	23,05	105,3	3,01	77,21	3,88	4,17	0,00	0,00	85,26	0,00
WKA 9		1.592	1.597	41,8	Ja	26,31	105,3	3,01	75,07	3,04	3,90	0,00	0,00	82,00	0,00
Summe															

Schallkritisches Gebiet: SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 6		1.886	1.893	44,7	Ja	22,48	103,6	3,01	76,54	3,60	3,99	0,00	0,00	84,13	0,00
WKA 7		1.215	1.225	46,3	Ja	28,02	103,6	3,01	72,76	2,33	3,50	0,00	0,00	78,58	0,00
WKA 8		851	865	54,7	Ja	34,31	105,3	3,00	69,74	1,64	2,61	0,00	0,00	73,99	0,00
WKA 9		1.381	1.391	47,0	Ja	28,16	105,3	3,01	73,87	2,64	3,64	0,00	0,00	80,15	0,00
Summe															

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 6		1.895	1.903	44,4	Ja	22,41	103,6	3,01	76,59	3,61	4,00	0,00	0,00	84,20	0,00
WKA 7		1.201	1.211	44,6	Ja	28,11	103,6	3,01	72,67	2,30	3,53	0,00	0,00	78,50	0,00
WKA 8		831	845	53,5	Ja	34,55	105,3	3,00	69,54	1,61	2,60	0,00	0,00	73,75	0,00
WKA 9		1.368	1.378	45,4	Ja	28,24	105,3	3,01	73,79	2,62	3,67	0,00	0,00	80,07	0,00
Summe															

Schallkritisches Gebiet: SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 6		1.909	1.916	44,1	Ja	22,31	103,6	3,01	76,65	3,64	4,01	0,00	0,00	84,30	0,00
WKA 7		1.184	1.194	42,3	Ja	28,22	103,6	3,01	72,54	2,27	3,58	0,00	0,00	78,39	0,00
WKA 8		804	820	51,8	Ja	34,87	105,3	3,00	69,27	1,56	2,60	0,00	0,00	73,43	0,00
WKA 9		1.351	1.362	43,2	Ja	28,33	105,3	3,01	73,68	2,59	3,71	0,00	0,00	79,98	0,00
Summe															

Projekt:
Sarmersbach

Beschreibung:
176-03-0215-03.02

Ausdruck/Seite

20.06.03 11:11 / 1

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Kamen

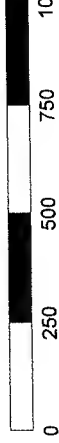
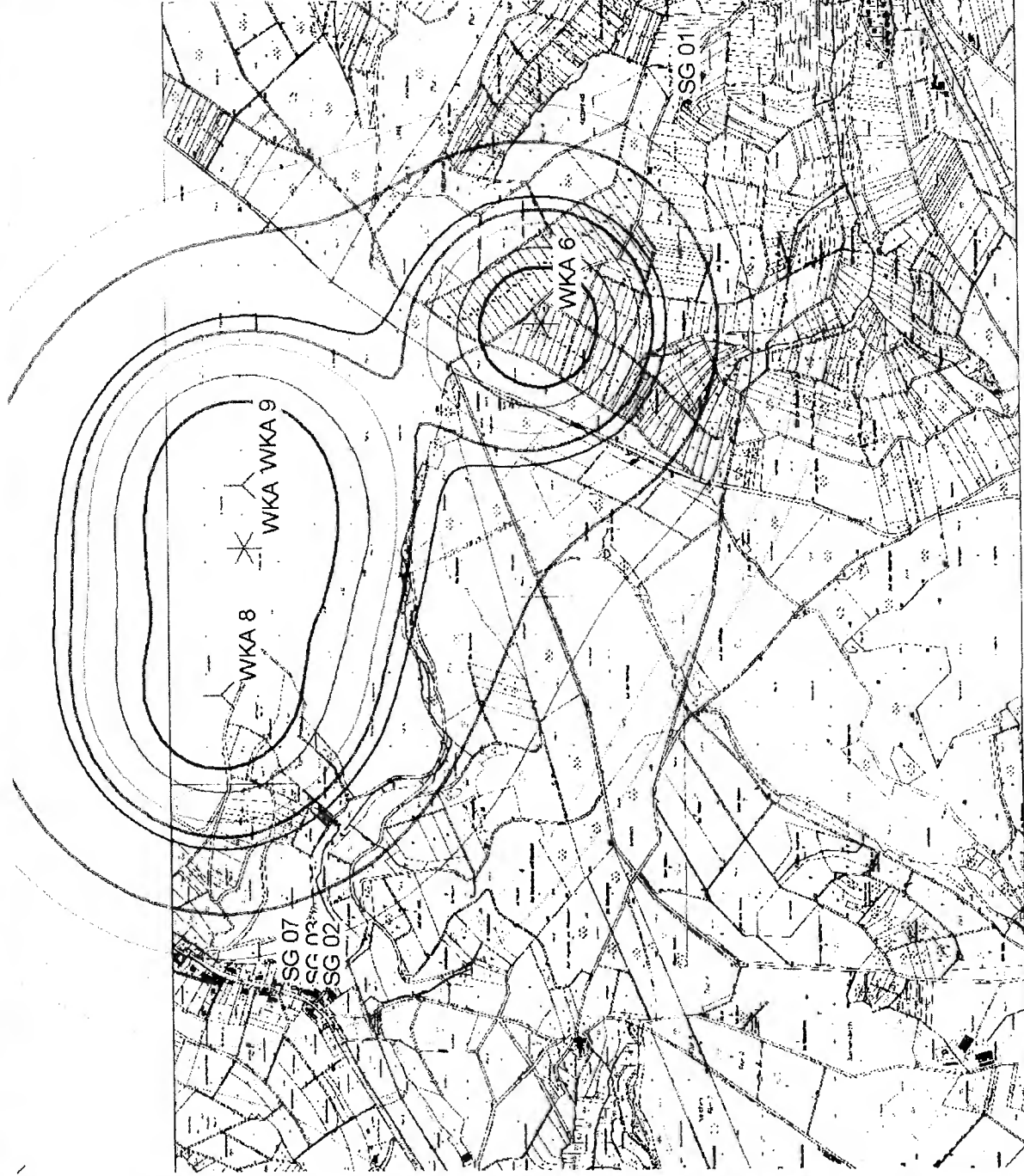
+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 09:01/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Vorbelastung 2xV80 + 2xD6/64 Datei: Sarmersbach5000.bmi



Karte: Sarmersbach5000 , Druckmaßstab 1:17.500, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.564.090 Nord: 5.569.289

* Existierende WEA

λ Neue WEA

■ Schallkritisches Gebiet

— 35 dB(A)

— 44 dB(A)

— 38 dB(A)

— 46 dB(A)

— 42 dB(A)

— 50 dB(A)

Projekt: **Sarmersbach**
 Beschreibung: 1776-03-0215-03.02

Ausdrucksseite: 20.06.03 11:15 / 1
 Lizenzierter Anwender: **SOLVENT-Planungsbüro für Reg.**
 Lünener Straße 211
 D-59174 Kamen
 +49 2307 240063

Berechnet: 13.06.03 09:02/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prognose 5xMM82 + 2xV80 + 2xD6/64

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"

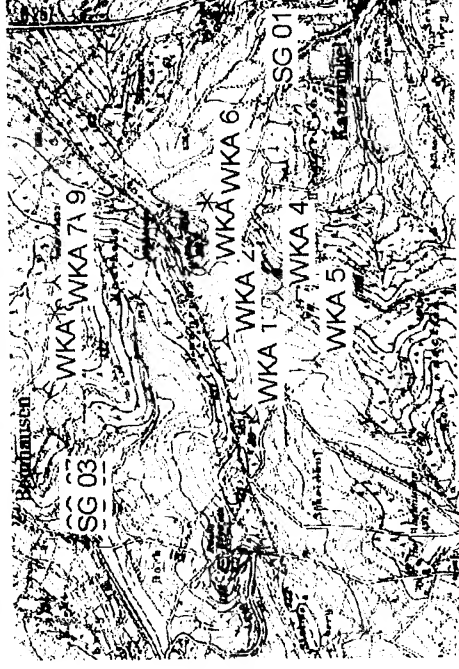
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s

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 WEA vor, wird für die WEA ein Zuschlag je nach Auffälligkeit von 0 dB, 3 dB oder 6 dB angesetzt.



Maßstab 1:40.000
 * Existierende WEA * Schallkritisches Gebiet

WEA

GK.Zone: 2	Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ	Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung [kW]	Rotord. [m]	Höhe [m]	Schallwerte Erzeuger Name	LWA.Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten
WKA 1	2.563.618	5.569.172	533 WKA 1	REPOWER	MM 82	Ja	REPOWER MM 82	2.000	82,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,0	Nein
WKA 2	2.563.998	5.569.296	541 WKA 2	REPOWER	MM 82	Ja	REPOWER MM 82	2.000	82,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,0	Nein
WKA 3	2.564.383	5.569.402	562 WKA 3	REPOWER	MM 82	Ja	REPOWER MM 82	2.000	82,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,0	Nein
WKA 4	2.564.252	5.569.007	553 WKA 4	REPOWER	MM 82	Ja	REPOWER MM 82	2.000	82,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,0	Nein
WKA 5	2.563.895	5.568.808	531 WKA 5	DEWIND	D6/64-1,25MW	Ja	DEWIND D6/64-1,25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein
WKA 6	2.564.732	5.569.379	560 DEWIND D61,25MW	DEWIND	D6/64-1,25MW	Ja	DEWIND D6/64-1,25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein
WKA 7	2.564.134	5.570.194	550 DEWIND D61,25MW	VESTAS	V80-2,0MW	Ja	VESTAS V80-2,0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
WKA 8	2.563.739	5.570.262	543 VESTAS V80/2MW	VESTAS	V80-2,0MW	Ja	VESTAS V80-2,0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
WKA 9	2.564.302	5.570.199	552 VESTAS V80/2MW	VESTAS	V80-2,0MW	Ja	VESTAS V80-2,0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet

Nein	Name	GK Zone: 2	Ost	Nord	Z	Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel	Benachteiligung	Schall [dB(A)]	Benachteiligung	Benachteiligung	Benachteiligung
SG 01	Berghof, Katzwinkel	2.565.323	5.568.978	513	45,0	39,1	Ja					
SG 02	Lieserstraße 1, Beinhausen	2.562.941	5.569.968	480	45,0	38,9	Ja					
SG 03	Lieserstraße 2, Beinhausen	2.562.946	5.570.014	480	45,0	38,9	Ja					
SG 07	Hauptstraße 5, Beinhausen	2.562.955	5.570.066	480	45,0	38,9	Ja					

Abstände (m)

Schallkritisches Gebiet	SG 01	SG 02	SG 03	SG 07
WKA 1	1712	1045	1072	1113
WKA 2	1361	1253	1271	1296
WKA 3	1032	1549	1561	1575
WKA 4	1066	1626	1646	1674
WKA 5	1430	1502	1529	1570
WKA 6	714	1886	1895	1905
WKA 7	1701	1215	1201	1184
WKA 8	2039	851	830	804
WKA 9	1592	1381	1368	1351

Projekt **Sarmersbach**
Beschreibung: 176-03-0215-03.02

Ausdruckseite
20.06.03 11:16 / 1

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

Berechnet:
13.06.03 09:02/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prognose 5xMM82 + 2xV80 + 2xD6/64

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: SG 01 Berghof, Katzwinkel

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.716	1.719	40,6	Ja	25,05	105,0	3,01	75,71	3,27	3,99	0,00	0,00	82,96	0,00
WKA 2		1.363	1.368	38,8	Ja	27,86	105,0	3,01	73,72	2,60	3,82	0,00	0,00	80,15	0,00
WKA 3		1.032	1.042	46,2	Ja	31,41	105,0	3,01	71,35	1,98	3,27	0,00	0,00	76,60	0,00
WKA 4		1.072	1.080	51,4	Ja	31,13	105,0	3,01	71,67	2,05	3,16	0,00	0,00	76,88	0,00
WKA 5		1.438	1.442	41,2	Ja	27,27	105,0	3,01	74,18	2,74	3,82	0,00	0,00	80,74	0,00
WKA 6		714	727	48,1	Ja	34,51	103,6	3,00	68,23	1,38	2,49	0,00	0,00	72,10	0,00
WKA 7		1.701	1.705	37,1	Ja	23,68	103,6	3,01	75,64	3,24	4,05	0,00	0,00	82,93	0,00
WKA 8		2.039	2.043	37,4	Ja	23,05	105,3	3,01	77,21	3,88	4,17	0,00	0,00	85,26	0,00
WKA 9		1.592	1.597	41,8	Ja	26,31	105,3	3,01	75,07	3,04	3,90	0,00	0,00	82,00	0,00
Summe															

Summe 39,06

Schallkritisches Gebiet: SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.045	1.056	46,8	Ja	31,26	105,0	3,01	71,47	2,01	3,27	0,00	0,00	76,75	0,00
WKA 2		1.253	1.263	53,5	Ja	29,24	105,0	3,01	73,03	2,40	3,34	0,00	0,00	78,76	0,00
WKA 3		1.549	1.559	60,9	Ja	26,73	105,0	3,01	74,86	2,96	3,46	0,00	0,00	81,28	0,00
WKA 4		1.626	1.635	51,8	Ja	25,92	105,0	3,01	75,27	3,11	3,71	0,00	0,00	82,08	0,00
WKA 5		1.502	1.510	42,1	Ja	26,72	105,0	3,01	74,58	2,87	3,84	0,00	0,00	81,29	0,00
WKA 6		1.886	1.893	44,7	Ja	22,48	103,6	3,01	76,54	3,60	3,99	0,00	0,00	84,13	0,00
WKA 7		1.215	1.225	46,3	Ja	28,02	103,6	3,01	72,76	2,33	3,50	0,00	0,00	78,58	0,00
WKA 8		851	865	54,7	Ja	34,31	105,3	3,00	69,74	1,64	2,61	0,00	0,00	73,99	0,00
WKA 9		1.381	1.391	47,0	Ja	28,16	105,3	3,01	73,87	2,64	3,64	0,00	0,00	80,15	0,00
Summe															

Summe 38,87

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen

WEA	Nein	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.077	1.087	48,1	Ja	30,94	105,0	3,01	73,16	2,07	3,27	0,00	0,00	77,06	0,00
WKA 2		1.273	1.283	54,6	Ja	29,07	105,0	3,01	73,16	2,44	3,33	0,00	0,00	78,93	0,00
WKA 3		1.561	1.571	60,7	Ja	26,62	105,0	3,01	74,93	2,99	3,47	0,00	0,00	81,38	0,00
WKA 4		1.649	1.657	53,2	Ja	25,77	105,0	3,01	75,39	3,15	3,70	0,00	0,00	82,24	0,00
WKA 5		1.535	1.541	43,2	Ja	26,49	105,0	3,01	74,76	2,93	3,84	0,00	0,00	81,52	0,00
WKA 6		1.895	1.903	44,4	Ja	22,41	103,6	3,01	76,59	3,61	4,00	0,00	0,00	84,20	0,00
WKA 7		1.201	1.211	44,6	Ja	28,11	103,6	3,01	72,67	2,30	3,53	0,00	0,00	78,50	0,00
WKA 8		831	845	53,5	Ja	34,55	105,3	3,00	69,54	1,61	2,60	0,00	0,00	73,75	0,00
Summe															

Projekt:

Sarmersbach

Beschreibung:

176-03-0215-03.02

Ausdruckseite

20.06.03 11:16 / 2

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Karmen

+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 09:02/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung: Prognose 5xMM82 + 2xV80 + 2xD6/64**

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein						105,3	3,01	73,79	2,62	3,67	0,00	0,00	80,07	0,00
WKA 9	1.368	1.378	45,4	Ja	28,24									
Summe	38,88													

Schallkritisches Gebiet: SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein						105,0	3,01	72,00	2,13	3,28	0,00	0,00	77,42	0,00
WKA 1	1.113	1.123	49,3	Ja	30,59									
WKA 2	1.296	1.306	55,6	Ja	28,88									
WKA 3	1.575	1.585	60,2	Ja	26,51									
WKA 4	1.674	1.683	54,5	Ja	25,60									
WKA 5	1.570	1.577	44,3	Ja	26,22									
WKA 6	1.905	1.913	43,9	Ja	22,33									
WKA 7	1.186	1.197	42,6	Ja	28,20									
WKA 8	809	824	52,0	Ja	34,81									
WKA 9	1.354	1.364	43,5	Ja	28,32									
Summe	38,91													

Projekt:
Sarmersbach

Beschreibung:
176-03-0215-03.02

Ausdruck/Seite

20.06.03 11:18 / 1

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Kamen

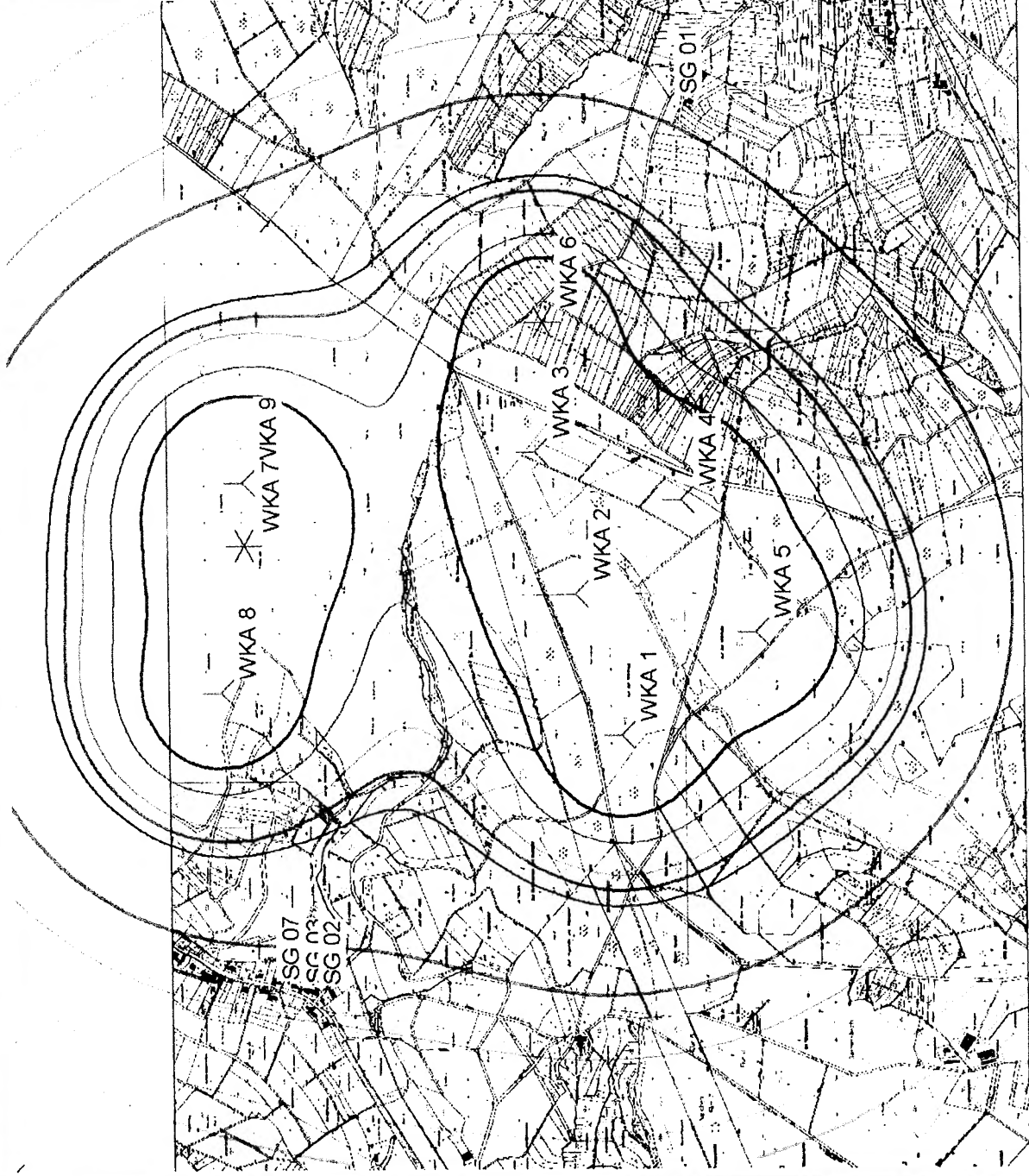
+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 09:02/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Prognose 5xMM82 + 2xV80 + 2xD6/64 Datei: Sarmersbach5000.bmi



Karte: Sarmersbach5000, Druckmaßstab 1:17.500, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost. 2.564.090 Nord: 5.569.289

* Existierende WEA

♣ Schallkritisches Gebiet

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

λ Neue WEA

— 35 dB(A)

— 44 dB(A)

— 36 dB(A)

— 45 dB(A)

— 38 dB(A)

— 46 dB(A)

— 40 dB(A)

— 48 dB(A)

— 42 dB(A)

— 50 dB(A)

REPOWER MM 82

Berechnung des Herstellers

REpower Systems AG · Rödernis Hallig · D-25813 Husum

REpower Systems AG
Werk Husum
Rödernis Hallig
D-25813 Husum

Tele: +49 - 48 41 - 6 62 - 80 00
Fax: +49 - 48 41 - 6 62 - 80 80

E-mail: info@repower.de
Internet: www.repower.de

**Vorab per Fax: 0651 96637971
02307 240066**

Ansprechpartner:  **Durchwahl/Fax**
-8 268 / -8 200

Datum:
03.06.03

E-mail: 

Schallleistungspegel REpower MM 82




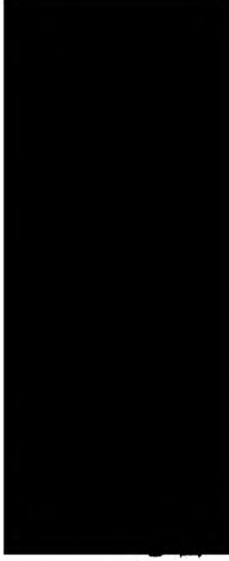
die REpower Systems AG garantiert während des Gewährleistungszeitraums für die WEA MM 82 einen Schallleistungspegel von 105 dB(A) im Normalbetrieb.

Sobald Vermessungsergebnisse vorliegen, lassen wir Ihnen diese zukommen.

Sollten diesbezüglich noch Rückfragen bestehen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung und verbleiben

mit freundlichen Grüßen aus Husum







DEWIND D6/64 1250 kW

WINDconsult Bericht Nr. WICO 188SE602/01 vom 15.08.2002

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

nach

FGW-Richtlinie /1/

Standort:

Windpark Gerdau-Schwienau
(Niedersachsen)

Borghagen, 15. August 2002

Außerwöhnliche 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 Einzelergebnisse 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 $L_{N,ges} + dR/2 \pm 20\%$ nach /1/
Turmdurchmesser am Turmfuß	b_f	3,90	m	Herstellerangabe
Abstand Rotationsebene Rotor – Turmmittellinie	l_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
Gesamt nabenhöhe	$h_{N,ges}$	91,50	m	Bezug: schallharte Platte
Entfernung Schallquelle Meßposition	R_e	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

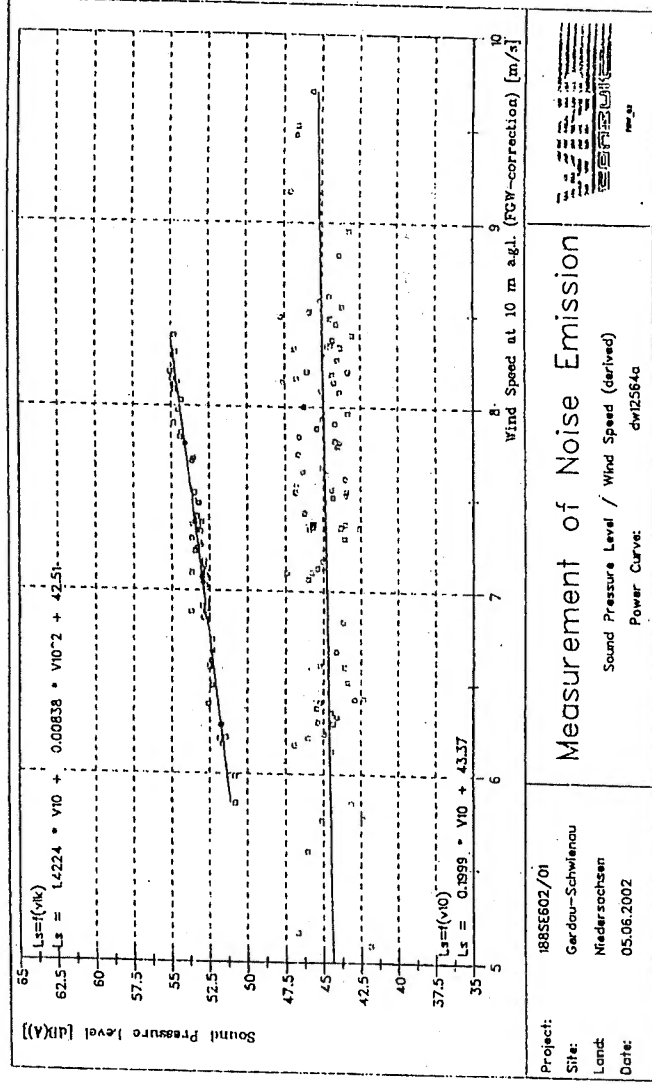


Abb. 3: A-bewerteter Schalldruckpegel als Funktion der berechneten Windgeschwindigkeit für beide Betriebszustände der WEA (1-Minuten-Mittelwerte)

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 $L_{A\text{F}eq}$	dB(A)	51,3	52,9	54,4	55,1
Fremdgeräusch					
Anzahl Meßwerte je Windklasse		17	20	38	
Mittelwert $L_{A\text{F}eq}$	dB(A)	44,6	44,8	45,0	45,0
Schalleistungspegel					
Störabstand	dB	6,7	8,1	9,4	10,1
Mittelwert $L_{A\text{F}eq, k}$	dB(A)	50,3	52,2	53,9	54,6
Schalleistungspegel $L_{WA, P1}$	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 Nabhöhe der vermessenen WEA bei $v_{10} = 8,4 \text{ ms}^{-1}$ in 10 m ü.G.

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

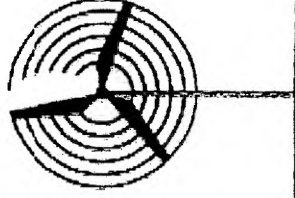
Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

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





WINDTEST

Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

Kurzbericht WT 1891/01
 Ergebniszusammenfassung der Geräuschemissionsmessung
 nach FGW I-Teil 1 an der Windenergieanlage

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

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



Dieses Bericht enthält die Messergebnisse der Geräuschemissionsmessung der WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH. Wenn Sie Änderungen an den Messbedingungen vornehmen, sind Sie verpflichtet, dies dem Auftraggeber mitzuteilen. Die Messergebnisse sind nur für den angegebenen Zweck gültig. Die Messergebnisse sind nicht für andere Zwecke geeignet. Die Messergebnisse sind nicht für die Haftung des Auftraggebers geeignet. Die Messergebnisse sind nicht für die Haftung des Auftraggebers geeignet.

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 (luf/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
 Getriebeartenbezeichnung: GPV 440
 Getrieberseriennummer: 3040,0
 Generatorhersteller: Weier
 Generatorartenbezeichnung: Weier 2MW
 Generatorseriennummer: 3040,0
 Generatordrehzahlbereich: 860-1680
 Generatornennleistung: 2 MW
 Die vollständige Herstellerbescheinigung ist dem Bericht WT1643/00 zu entnehmen.

Messgeometrie:

Messentfernung Ro: 107,0 m
 Fundamenthöhe hf: 1,0 m
 Mikrofonhöhe ha: 0,0 m
 Rotationsebene ⇒ Turmmittelpkt. d: 4,5 m

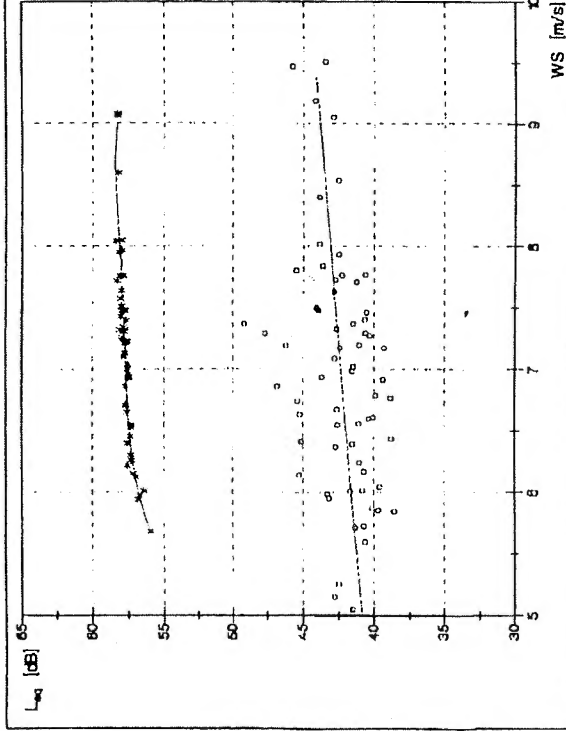
Messbedingungen:

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_{we1}: 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 _{weg} (dB)	L _{ti} (dB)	L _{wacc} (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



WINDTEST
Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

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

Vestas V80-2.0 MW OptiSpeed™ "105,1 dB"

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

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

Oktavanalyse für 8 m/s in 10m Höhe

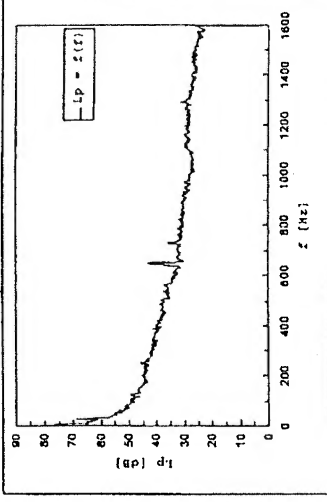
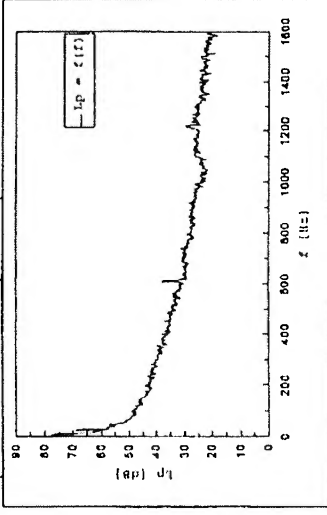
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
76,4	83,4	91,3	98,0	100,3	98,9	97,6	92,5	75,6

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 - Spektren (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.

4.1.1 Die DECIBEL Berechnungsmethoden

Die Geräuschemission einer Windkraftanlage wird durch den Schalleistungspegel L_w beschrieben.

Schalleistungspegel L_w - ist der maximale Wert in dB / dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionspunkt, WKA) abgestrahlt wird. Der Wert ist frequenzbandabhängig. 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 entgegen gesetzt zur Windrichtung liegt.

Schalldruckpegel L_p - ist der Wert in dB, der an einem beliebigen Emissionspunkt (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrophon, 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 Emissionsrichtwerte eingehalten werden.

Die Berechnung der Lärmmissionen einer oder mehrerer WKA an einem bestimmten Emissionspunkt bedarf folgender Informationen und Eingabedaten:

- WKA-Platzierung (X,Y,Z-Koordinaten),
- Nabenhöhe der WKA einschli. des Schalleistungspegels (LWAref) für eine bestimmte Windgeschwindigkeit, evtl. frequenzabhängig,
- Angabe eines Einzelton- oder /und Impulzsusatzes (falls vorhanden),
- Emissionspunkt 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 Ausbreitungsberechnung 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 Emissionspunkt berechnet sich nach der ISO 9613-2 dann wie folgt:

$$L_{A1}(D_W) = L_{wA} + D_c - A \quad (1)$$

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:

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

Mit:

h_a: Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h' : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in der Regel 5 m)

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 Immissionspunkts (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:

$$A = A_{div} + A_{aim} + A_{gr} + A_{ber} + A_{misc} \quad (5)$$

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt.

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

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

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

A_{gr} : Bodendämpfung

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

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_r : Quellhöhe (Nebenhöhe); h_s : Aufpunkthöhe 5 m

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

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

Berechnungsverfahren in Oktaven

Nach der ISO 9813-2 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_{AT} berechnet sich dann mit:

$$L_{AT} (DW) = 10 \lg [10^{0,1L_{AT}(63)} + 10^{0,1L_{AT}(125)} + 10^{0,1L_{AT}(250)} + 10^{0,1L_{AT}(500)} + 10^{0,1L_{AT}(1000)} + 10^{0,1L_{AT}(2000)} + 10^{0,1L_{AT}(4000)} + 10^{0,1L_{AT}(8000)}] \quad (10)$$

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

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

$$L_{AT} (DW) = (L_w + A_i) + D_c - A \quad (11)$$

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

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

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

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

$$A = A_{div} + A_{aim} + A_{gr} + A_{ber} + A_{misc} \quad (12)$$

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung (=VDI 2714 Abstandsmaß D_s)
 A_{aim} : Dämpfung aufgrund der Luftabsorption, abhängig von der Frequenz (=VDI 2714 Luftabsorptionsmaß DL)
 A_{gr} : Bodendämpfung (=VDI 2714 Boden und Meteorologie-dämpfungsmaß DBM)

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), worst case ohne A_{bar} = 0.
A_{ntsc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bepflanzung, Industrie), Worst case A_{ntsc} = 0.

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

$$A_{air} = \alpha d / 1000 \quad (13)$$

mit:
α : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

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

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

Langzeit-Mittelungsspegel (Resultierender Beurteilungsspegel)

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:

$$L_{AT}(L) = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATi} - C_{mei} + K_{Ti} + K_{II})} \quad (14)$$

L_{AT} : Beurteilungsspegel am Immissionspunkt
L_{ATi} : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle
i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n
K_{Ti} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle **i**, abhängig von den lokalen Vorschriften
K_{II} : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle **i** abhängig von den lokalen Vorschriften
C_{mei} : Meteorologische Korrektur. Diese bestimmt sich nach den Gleichungen:
C_{mei} = 0 für **dp < 10 (h_s+h_i)**

C_{mei} = C0 [1-10(h_s+h_i)/dp] für **dp > 10**,
d_p: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt projiziert auf den Boden.
 wobei der Faktor **C0** abhängig von den Witterungsbedingungen zwischen 0 und 5 dB liegen kann. Werte über 2 dB treten nur in Ausnahmefällen auf. In WindPRO kann **C0** individuell für jede Schallberechnung definiert werden.