



Schallgutachten

176-03-0215-03.03

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

1 Ergebnisübersicht

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens von fünf geplanten Windkraftanlagen des Typs **DEWIND D8** 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 04 Hauptstraße 1, Beinhausen
- SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen
- SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen
- SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen
- SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen

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

Werden an dem geplanten Standort fünf Windkraftanlagen des Typs

DEWIND D8

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

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
SG 01 Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,2 dB(A)
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,4 dB(A)
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,5 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)

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

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

2 Erläuterung der Vorgehensweise

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

Jeder Schall, den wir als störend und unangenehm empfinden, wird als Lärm bezeichnet. Die Lautstärke ist der bedeutendste, aber nicht der einzige Einflussfaktor auf diese Empfindung. Auch die Einwirkungsdauer, die Frequenzzusammensetzung, die Tageszeit und die subjektive Einstellung der Person können maßgeblichen Einfluss auf die Schallempfindungen haben. Das Knattern eines Motorrades oder eines Presslufthammers stört uns, weil es große Schallpegel und damit hohe Lautstärken bewirkt. Das hohe Quietschen einer 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 Anlagenleistungen die Schallemissionen etwa halbiert werden konnten.

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

2.1 Betrachtungen zum Schallfeld

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

2.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle

Wird ein Raumgebiet durch eine Schallwelle erfasst, so schwingen die Teilchen des Übertragungsmediums um ihre Ruhelage, sie schlagen aus. Bei der Ausbreitung einer Schallwelle ändert sich zeitlich und räumlich periodisch der Abstand der Teilchen zur Ruhelage (Schallausschlag), ihre Momentangeschwindigkeit sowie Druck und Dichte des Mediums. Die Momentangeschwindigkeit der Teilchen, die Schallschnelle v , gibt an, wie schnell sich die Teilchen um ihre Ruhelage bewegen. Sie ist nicht direkt messbar, da sich die akustischen Schwingungen mit den Wärmebewegungen überlagern.

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

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

Dabei bedeuten:

y = Schallausschlag

y_0 = Ausschlagamplitude

ω = $2\pi f$

c = Schallgeschwindigkeit

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

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

Dabei bedeuten:

y_0 = Ausschlagamplitude

v_0 = Schallschnellamplitude

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

$$v_0 = y_0 \cdot \omega$$

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

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

2.1.2 Schalldruck

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

An der Reizschwelle beträgt er lediglich 20 μPa , bei Zimmerlautstärke sind es bereits 20.000 μPa , und an der Schmerzschwelle werden sogar 60.000.000 μPa gemessen. Für den *Schalldruck* p gilt:

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

Dabei bedeutet:

p_0 = Schalldruckamplitude

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

$$p_0 = \gamma_0 \cdot \omega \cdot \rho \cdot c = v_0 \cdot \rho \cdot c$$

Dabei bedeuten:

p_0 = Schalldruckamplitude

γ_0 = Ausschlagamplitude

ρ = Dichte des Mediums

c = Schallgeschwindigkeit des Mediums

v_0 = Schallschnelleamplitude

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

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

2.1.3 Schallpegel

Da der Schalldruck durch einen außerordentlich großen Messbereich gekennzeichnet ist, gibt man ihn als Verhältnissgröße, 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

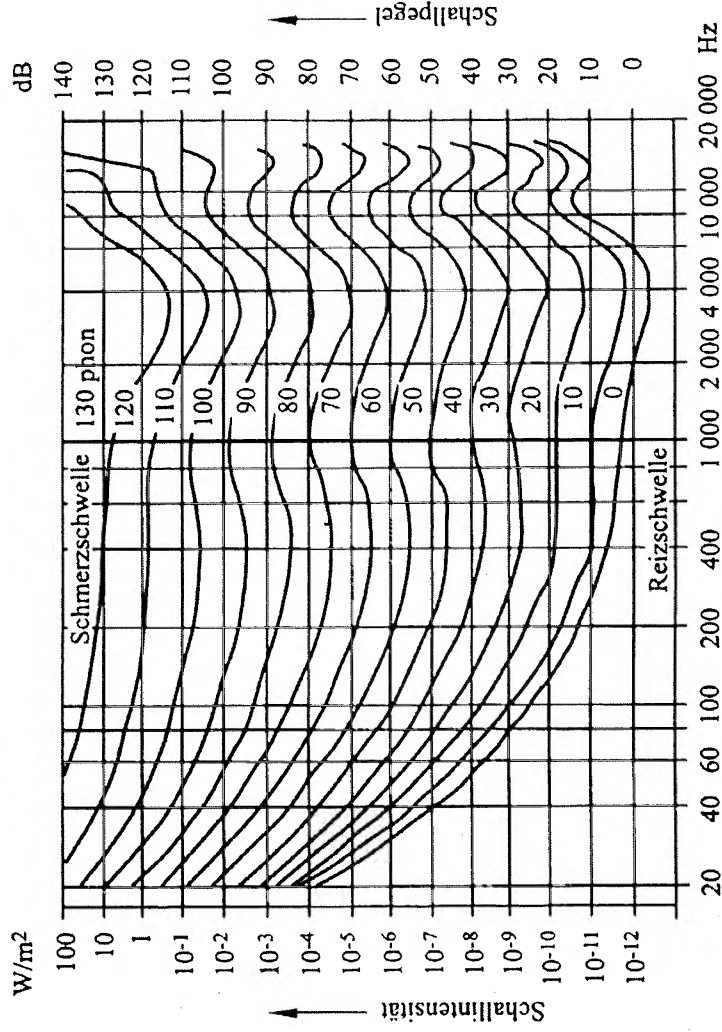


Abbildung 2-1, Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson

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:

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

Für n gleichstarke Schallquellen vereinfacht sich die Gleichung zu:

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

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 Merkregelein verwendet:

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

2.2 Das menschliche Hörempfinden

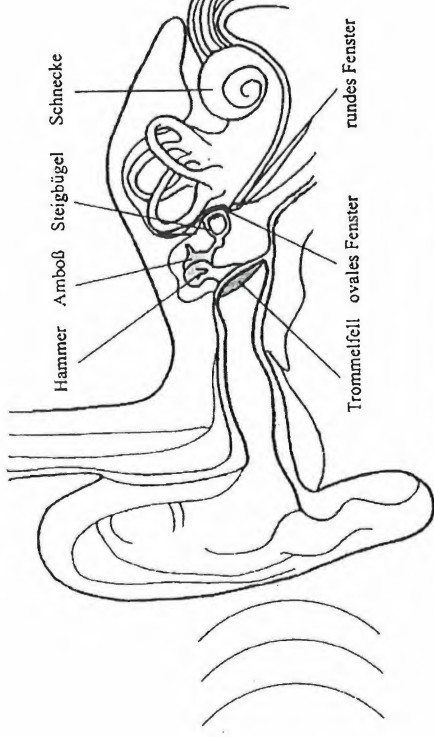


Abbildung 2-2, Aufbau des menschlichen Ohrs

2.2.1 Mittelungspegel

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

2.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz

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

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

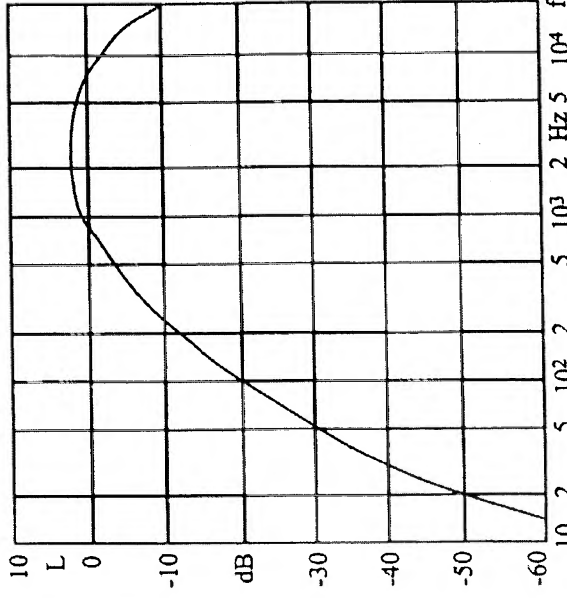


Abbildung 2-3, Dämpfungskurve des A-Filters

In der Praxis ist es üblich, Geräuschesituationen auf der Grundlage der A-Bewertung zu charakterisieren. Dieser Bewertungsmaßstab ist der Besonderheit unseres Gehörs angepasst, das für Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz besonders empfindlich ist. Der Einfluss der Frequenz auf unsere Lautstärkeempfindung ist an der Hörfächenkurve (Abbildung 2-4) ablesbar.

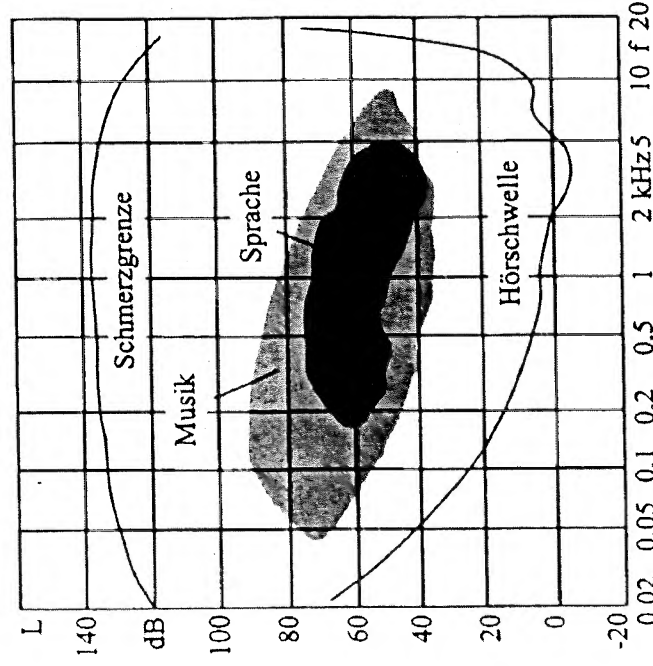


Abbildung 2-4, Hörfäche

Das A-Filter sorgt dafür, dass die mittleren Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz ungehindert passieren können und die höheren und tieferen Anteile unterdrückt werden (Abbildung 2-3). Damit bei Schallpegelangaben erkennbar ist, dass sie 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	$10^{-12} = 1 I_0$
Flüstern	200	20	$10^{-10} = 10^2 I_0$
Zimmerlautstärke	20.000	60	$10^{-6} = 10^6 I_0$
Verkehrslärm (stark)	200.000	80	$10^{-4} = 10^8 I_0$
Presslufthammer	600.000	90	$10^{-3} = 10^9 I_0$
Schmerzschwellen	60.000.000	130	$10^1 = 10^{13} I_0$

Tabelle 1, Beispiele für Schalldrücke, Schallpegel und Schallintensitäten

Schallpegelwerte werden mit Hilfe von Schallpegelmessern, die aus Mikrophon, Frequenzfilter, Verstärker und Anzeige bestehen (Abbildung 2-5), ermittelt. Das Mikrophon transformiert die Druckschwankungen in Spannungsschwankungen. Der nachgeschaltete Verstärker erhöht die Spannungswerte, so dass sie analog oder digital angezeigt werden können. Das Filter, zumeist ein A-Filter, realisiert die Frequenzbewertung.

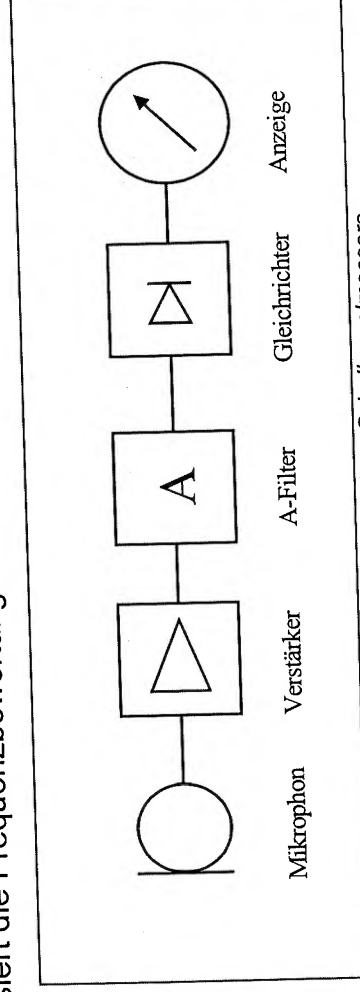


Abbildung 2-5, Blockschaltbild eines Schallpegelmessers

2.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2

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

Die Formel zur Schalldruckpegelberechnung einer Windkraftanlage lautet:

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

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

D_C: Richtungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D_Ω: D_C = D_Ω: + 0
Zusätzlich bedingt durch Reflexion am Boden gilt:

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

Mit:

h_s: Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h_r: Höhe des Immissionspunktes über Grund

d_p: Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger projiziert

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

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

A_{div}: Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

A_{atm}: Dämpfung durch die Luftabsorption: $A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000$

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

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

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

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

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

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

Eine Erläuterung der genauen Vorgehensweise bei der Berechnung des Schallpegels nach der DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.2.1.12, Modul Decibel) befindet sich im angefügten Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang.

2.3 Schallemissionen von Windkraftanlagen unter bauordnungsrechtlichen Gesichtspunkten²

[...] In dem grundrechtrelevanten Bereich des Schutzes vor Lärmemissionen darf nur der Gesetzgeber absolute Grenzwerte festlegen. Die Rechtsqualität demokratisch legitimer 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 Lämbetroffenen 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: Lärmimmissionen solcher Anlagen treten nie in einer unbelasteten (ruhigen) Situation auf, vielmehr lärmt die Anlage nur, wenn der Wind weht - und dieser produziert ebenfalls Geräuschimmissionen. Die Drehgeschwindigkeit des Rotors hängt von der Stärke des Windes ab und somit stehen Geräuschvorbelastung durch den Wind und Lärm der Windkraftanlage in untrennbarem Zusammenhang. Zudem ist festzustellen, dass das Windgeräusch den Lärm des Rotors überdecken kann. Die Lärmimmission durch die aerodynamische Umströmung des Rotors liegt im Grenzbereich von 1.000 Hz und sind als „Zisch“laute dem Windgeräusch ähnlich. [...] Nur soweit mechanische Geräusche des Triebstranges entstehen, können in der natürlichen Umgebung fremde und damit als belästigend empfundene Immissionen auftreten. Damit wird deutlich, dass der sog. Verdeckungseffekt von einer Vielzahl auch konstruktiver Bedingungen abhängt. ein allgemeiner Rechtssatz, dass Lärmimmissionen von Windkraftanlagen wegen des möglichen Verdeckungseffekts grundsätzlich keine den Nachbarn beeinträchtigenden Wirkungen zeitigen können, lässt sich nicht aufstellen.

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

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

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

3 Schallgutachten

Der Standort

Sarmersbach

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

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

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

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

3.1 Prognoseverfahren

Die im vorliegenden Gutachten dargestellte Schallimmissionsprognose für fünf Windkraftanlagen des Typs DEWIND D8 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 implementation der Software WINDpro im Anhang zu Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang zu entnehmen (Berechnung auf Basis von A-bewerteten Schallleistungspegeln 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 Schallleistungspegels (keine oktavbezogenen Werte) durchgeführt.

3.2 Daten der beurteilten Windkraftanlagen

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der beurteilten Windkraftanlagen des Typs DEWIND D8 wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Naben- höhe (m)	Gauß-Krüger- Koordinaten		Höhe über NN	Schall- leistungs- pegel
			Rechtswert	Hochwert		
WKA 1	DEWIND D8	100,0	²⁵ 63618	⁵⁵ 69172	533 m	105,3 dB(A)
WKA 2	DEWIND D8	100,0	²⁵ 63998	⁵⁵ 69296	541 m	105,3 dB(A)
WKA 3	DEWIND D8	100,0	²⁵ 64383	⁵⁵ 69402	562 m	105,3 dB(A)
WKA 4	DEWIND D8	100,0	²⁵ 64252	⁵⁵ 69007	553 m	105,3 dB(A)
WKA 5	DEWIND D8	100,0	²⁵ 63895	⁵⁵ 68808	531 m	105,3 dB(A)

(Schallleistungspegel gemäß einer Vermessung durch WINDconsult, Bargeslagen, Bericht Nr. WICO 137SE402 vom 07.11.2002. Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.)

3.3 Einwirkungsbereich

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

Gemäß der anzuwendenden TA-Lärm (Stand: 26.08.98) Absatz 2.2 ist der Einwirkungsbereich einer Anlage durch die Fläche bestimmt, in der die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für die Fläche maßgeblichen Immissionsrichtwert liegt.

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

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

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

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert
SG 01 Berghof, Katzwinkel	45,0 dB(A)	36,7 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,8 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,6 dB(A)
SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,3 dB(A)
SG 08 Hauptstraße 6, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,8 dB(A)
SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,1 dB(A)
SG 10 Hauptstraße 8, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,7 dB(A)
SG 11 Hauptstraße 8b, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,4 dB(A)
SG 12 Hauptstraße 10, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,9 dB(A)
SG 13 Hauptstraße 13, Beinhausen	45,0 dB(A)	34,5 dB(A)
SG 14 Hof Ahrhausen, Sarmersbach	45,0 dB(A)	34,9 dB(A)
SG 15 Kapellenstraße 7, Neichen	45,0 dB(A)	33,2 dB(A)

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

- SG 01 Berghof, Katzwinkel
- SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen
- SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen
- SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen
- SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen
- SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen
- SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen
- SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen

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

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

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

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

3.4 Daten der beurteilten Immissionsorte

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

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

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

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

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

Betrachtete Immissionsorte:

- **SG 01 Berghof, Katzwinkel**

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

- **SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen**

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

- **SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen**

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

- **SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen**

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

- **SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen**

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

- **SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen**

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

- **SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen**

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

- **SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen**

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

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

Die folgende Tabelle gibt die Koordinaten der beurteilten Immissionsorte wieder:

Immissionsort	Gauß-Krüger-Koordinaten		Entfernung zum nächstgelegenen WKA-Standort in m
	Rechtswert	Hochwert	
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 04 Hauptstraße 1, Beinhausen	²⁵ 62892	⁵⁵ 69947	1114
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen	²⁵ 62920	⁵⁵ 69983	1122
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen	²⁵ 62935	⁵⁵ 69999	1122
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	²⁵ 62990	⁵⁵ 70027	1113
SG 08 Hauptstraße 7, Beinhausen	²⁵ 63010	⁵⁵ 70090	1138

3.5 Vorbelastung

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

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

Anlage	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

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

Schallleistungspegel 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 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,3 dB(A)
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,7 dB(A)
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	35,9 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	36,7 dB(A)
SG 08 Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	37,1 dB(A)

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

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

3.6 Prognoseergebnis

An den betrachteten Immissionsorten wurde die kumulierte Schallbelastung durch die beurteilten Windkraftanlage des Typs DEWIND D8 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)	39,2 dB(A)
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,2 dB(A)
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,4 dB(A)
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen	45,0 dB(A)	38,5 dB(A)
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,0 dB(A)
SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen	45,0 dB(A)	39,2 dB(A)

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

3.7 Qualität der Prognose

3.7.1 Prognoseverfahren

Die Prognose wurde gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro (Version 2.2.1.12) erstellt. Diese Berechnung basiert auf vermessenen oder berechneten Schalleistungspegeln, die den FGW-Richtlinien (Technischer Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels 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, das 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 Schalleistungspegel 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 fünf geplanten Windkraftanlagen des Typs **DEWIND D8** 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, Bargeschlag Prüfbericht Nr. WICO 137SE402 vom 07.11.2002. Gemäß dieser Vermessung hat diese Anlage bei Betrieb mit 95% der Nennleistung einen Schalleistungspegel von **105,3 dB(A)**.

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

Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.

Für die beiden weiteren Windkraftanlagentyp des Anlagentyps **VESTAS V80 106,0 (dänische Bezeichnung 105,1)** liegt das Ergebnis folgender Vermessung vor:

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

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

Es sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.

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 die Anlagentypen **DEWIND D8**, **VESTAS V80 106,0** (**dänische Bezeichnung 105,1**) und **DEWIND D6/64 1,25MW** wird die *Unsicherheit der Produktionsstreuung* gemäß der Empfehlung „Schallimmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen – Empfehlung des Arbeitskreises Geräusche von Windenergieanlagen, Oktober 1999“ mit 2 dB(A) angegeben, da derzeit jeweils eine Vermessung gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.) vorliegt.

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

3.7.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse

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

Wie in Kapitel 3.7.2 dieses Gutachtens dargestellt, wird in Bezug auf die geplanten Anlagen der Typen **DEWIND D8** und **VESTAS V80 106,0** (**dänische Bezeichnung 105,1**) sowie die zwei bestehenden Anlagen des Typs **DEWIND D6/64 1,25MW** die Messunsicherheit angegeben mit $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$.

Wie in Kapitel 3.7.3 dieses Gutachtens ausgeführt, wird in Bezug auf die geplanten Anlagen des Typs **DEWIND D8** und **VESTAS V80 106,0** (**dänische Bezeichnung 105,1**) sowie die zwei bestehenden Anlagen des Typs **DEWIND D6/64 1,25MW** die Unsicherheit durch die Produktionsstreuung mit 2 dB(A) angenommen. Unter dieser Voraussetzung und unter der Annahme eines 95% Konfidenzintervalls ergibt sich die Standardabweichung, welche die Serienstreuung der Emissionsdaten beschreibt, mit: $\sigma_P = 1,2 \text{ dB}$.

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

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

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

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

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

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

L_m : prognostizierter Immissionswert

z : Standardnormalvariable

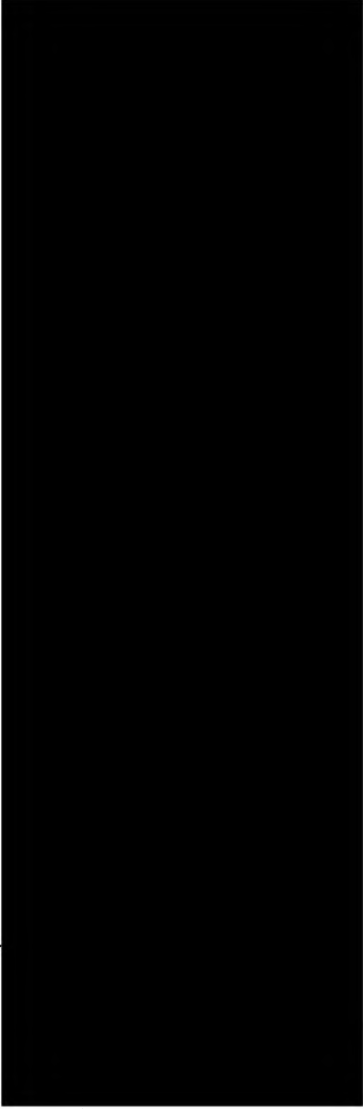
Wird bei dieser Berechnung von normalverteilten Prognosefehlern und einem Konfidenzintervall von 90% ausgegangen (Standardnormalvariable $z = 1,28$), so wird der maßgebliche Richtwert der TA-Lärm dann sicher eingehalten, wenn der prognostizierte Immissionswert $1,28 \cdot 1,98 \text{ dB} = 2,5 \text{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

4 Abschlusserklärung

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

Die Berechnungen wurden gemäß der deutschen Norm DIN-ISO 9613-2 und der TA-Lärm vom 26.08.99 mit der Software WINDpro (Version 2.2.1.12, Modul Decibel) durchgeführt.

Kamen, den 20. Juni 2003

A large black rectangular box redacting the signature and name of the person who issued the declaration.

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:
 - DEWIND D8
 - VESTAS V80 106,0
 - DEWIND D6/64 1,25MW
- Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro

Projekt
Sarmersbach

Beschreibung:
176-03-0215-03.03

Ausdruck/Seite
20.06.03 12:19 / 1
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet
13.06.03 10:02/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xD8

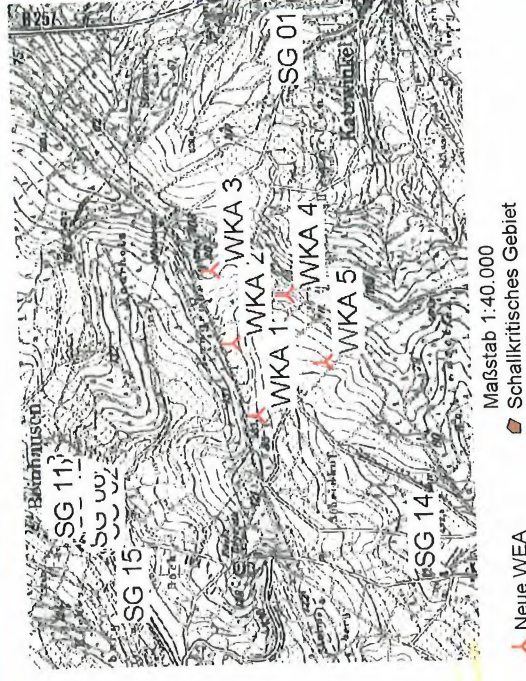
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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.



WEA

GK Zone: 2 Ost	GK Zone: 2 West	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	Ja	DEWIND	D8/80-2MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 2	2.563.998	5.569.296	541 WKA 2	Ja	DEWIND	D8/80-2MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 3	2.564.383	5.569.402	562 WKA 3	Ja	DEWIND	D8/80-2MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 4	2.564.252	5.569.007	553 WKA 4	Ja	DEWIND	D8/80-2MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein
WKA 5	2.563.895	5.568.808	531 WKA 5	Ja	DEWIND	D8/80-2MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet

Nein

Anforderungen Beurteilungspegel Anforderungen erfüllt?

Name	GK Zone: 2 Ost	GK Zone: 2 West	Z [m]	Schall [dB(A)]	Berechnet [dB(A)]	Schall
SG 01 Berghof, Katzwinkel	2.565.317	5.568.964	513	45,0	36,7	Ja
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhäusen	2.562.941	5.569.968	480	45,0	35,8	Ja
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhäusen	2.562.942	5.570.004	480	45,0	35,6	Ja
SG 04 Hauptstraße 1, Beinhäusen	2.562.857	5.569.985	480	45,0	35,1	Ja
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhäusen	2.562.885	5.570.022	480	45,0	35,1	Ja
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhäusen	2.562.900	5.570.037	480	45,0	35,1	Ja
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhäusen	2.562.955	5.570.066	480	45,0	35,3	Ja
SG 08 Hauptstraße 6, Beinhäusen	2.562.921	5.570.115	487	45,0	34,8	Ja
SG 09 Hauptstraße 7, Beinhäusen	2.562.968	5.570.106	484	45,0	35,1	Ja
SG 10 Hauptstraße 8, Beinhäusen	2.562.939	5.570.136	488	45,0	34,7	Ja
SG 11 Hauptstraße 8b, Beinhäusen	2.562.948	5.570.195	499	45,0	34,4	Ja
SG 12 Hauptstraße 10, Beinhäusen	2.562.983	5.570.153	489	45,0	34,9	Ja
SG 13 Hauptstraße 13, Beinhäusen	2.563.003	5.570.228	500	45,0	34,5	Ja
SG 14 Hof Ahnhausen, Sarmersbach	2.562.773	5.568.311	497	45,0	34,9	Ja
SG 15 Kapellenstr. 7, Neichen	2.562.502	5.569.850	490	45,0	33,2	Ja

Abstände (m)

SGK	WKA 1	WKA 2	WKA 3	WKA 4	WKA 5
SGK 01	1712	1361	1032	1066	1430
SGK 02	1046	1253	1549	1626	1502
SGK 03	1072	1271	1561	1646	1529
SGK 04	1114	1333	1633	1704	1569
SGK 05	1122	1329	1621	1702	1579
SGK 06	1123	1325	1613	1699	1579

Projekt: **Sarmersbach**
Beschreibung: 176-03-0215-03.03

Ausdruck/Seite
20.06.03 12:19 / 2
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet
13.06.03 10:02/2.2.1.12

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xD8

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	1206	1572	1945	1634	1228
SG 15	1306	1595	1933	1942	1740

Projekt:
Sarmersbach
Beschreibung:
176-03-0215-03.03Ausdruck/Salle
20.06.03 12:20 / 1
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063Berechnet
13.06.03 10:02/2.2.1.12**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xD8

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		Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
Nein		[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
WKA 1	1.712	1.716	40,6	Ja	25,37	105,3	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	28,18	105,3	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	31,70	105,3	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	31,49	105,3	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	27,63	105,3	3,01	74,14	2,73	3,81	0,00	0,00	80,67	0,00	
Summe		36,69													

Schallkritisches Gebiet: SG 02 Lieserstraße 1, Beinhausen

WEA		Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Beurteilungspegel	LWA, Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
Nein		[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
	WKA 1	1.046	1.056	46,8	Ja	31,56	105,3	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	29,54	105,3	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	27,03	105,3	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	26,22	105,3	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	27,02	105,3	3,01	74,58	2,87	3,84	0,00	0,00	81,29	0,00
	Summe	35,83													

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Lieserstraße 2, Beinhausen

WEA		Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
Nein		[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
	WKA 1	1.072	1.082	47,9	Ja	31,29	105,3	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	29,39	105,3	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	26,93	105,3	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	26,09	105,3	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	26,82	105,3	3,01	74,73	2,92	3,84	0,00	0,00	81,49	0,00
	Summe	35.60													

Schallkritisches Gebiet: SG 04 Hauptstraße 1, Beinhausen

WEA		Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Beurteilungspegel	LWA,Ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
Nein		[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
	WKA 1	1.114	1.123	48,0	Ja	30,84	105,3	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	28,81	105,3	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	26,39	105,3	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	25,64	105,3	3,01	75,67	3,25	3,74	0,00	0,00	82,66	0,00

Projekt:
Sarmersbach

Beschreibung:

176-03-0215-03.03

Ausdruck/Seite

20.06.03 12:20 / 2

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Kamen

+49 2307 240063

Berechnet

13.06.03 10:02/2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xD8

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 5	1.569	1.576	42,9	Ja	26,50	105,3	3,01	74,95	2,99	3,86	0,00	0,00	81,81	0,00
Summe	35,12													

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														
WKA 1	1.122	1.132	48,8	Ja	30,77	105,3	3,01	72,08	2,15	3,31	0,00	0,00	77,54	0,00
WKA 2	1.329	1.338	55,3	Ja	28,86	105,3	3,01	73,53	2,54	3,38	0,00	0,00	79,45	0,00
WKA 3	1.621	1.631	62,1	Ja	26,47	105,3	3,01	75,25	3,10	3,49	0,00	0,00	81,84	0,00
WKA 4	1.702	1.711	53,6	Ja	25,67	105,3	3,01	75,66	3,25	3,72	0,00	0,00	82,64	0,00
WKA 5	1.579	1.586	43,7	Ja	26,44	105,3	3,01	75,01	3,01	3,85	0,00	0,00	81,87	0,00
Summe	35,09													

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														
WKA 1	1.124	1.134	49,1	Ja	30,76	105,3	3,01	72,09	2,15	3,30	0,00	0,00	77,55	0,00
WKA 2	1.325	1.334	55,5	Ja	28,91	105,3	3,01	73,50	2,53	3,37	0,00	0,00	79,40	0,00
WKA 3	1.613	1.623	61,7	Ja	26,53	105,3	3,01	75,20	3,08	3,49	0,00	0,00	81,78	0,00
WKA 4	1.699	1.708	54,0	Ja	25,70	105,3	3,01	75,65	3,24	3,71	0,00	0,00	82,61	0,00
WKA 5	1.581	1.588	44,0	Ja	26,43	105,3	3,01	75,02	3,02	3,85	0,00	0,00	81,88	0,00
Summe	35,11													

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														
WKA 1	1.113	1.123	49,3	Ja	30,88	105,3	3,01	72,01	2,13	3,28	0,00	0,00	77,42	0,00
WKA 2	1.296	1.306	55,6	Ja	29,18	105,3	3,01	73,32	2,48	3,33	0,00	0,00	79,13	0,00
WKA 3	1.575	1.585	60,2	Ja	26,81	105,3	3,01	75,00	3,01	3,49	0,00	0,00	81,50	0,00
WKA 4	1.674	1.683	54,5	Ja	25,90	105,3	3,01	75,52	3,20	3,69	0,00	0,00	82,40	0,00
WKA 5	1.570	1.577	44,3	Ja	26,52	105,3	3,01	74,96	3,00	3,83	0,00	0,00	81,79	0,00
Summe	35,29													

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														
WKA 1	1.173	1.181	53,6	Ja	30,38	105,3	3,01	72,45	2,24	3,24	0,00	0,00	77,93	0,00
WKA 2	1.353	1.361	59,6	Ja	28,75	105,3	3,01	73,68	2,59	3,29	0,00	0,00	79,56	0,00
WKA 3	1.626	1.635	63,7	Ja	26,47	105,3	3,01	75,27	3,11	3,46	0,00	0,00	81,84	0,00
WKA 4	1.732	1.739	58,7	Ja	25,56	105,3	3,01	75,81	3,30	3,64	0,00	0,00	82,75	0,00
WKA 5	1.630	1.636	48,3	Ja	26,14	105,3	3,01	75,28	3,11	3,78	0,00	0,00	82,17	0,00
Summe	34,76													

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														
WKA 1	1.138	1.147	51,2	Ja	30,68	105,3	3,01	72,19	2,18	3,26	0,00	0,00	77,63	0,00
WKA 2	1.310	1.319	57,2	Ja	29,09	105,3	3,01	73,41	2,51	3,30	0,00	0,00	79,22	0,00
WKA 3	1.590	1.590	60,8	Ja	26,78	105,3	3,01	75,03	3,02	3,48	0,00	0,00	81,53	0,00
WKA 4	1.690	1.698	56,5	Ja	25,83	105,3	3,01	75,60	3,23	3,66	0,00	0,00	82,48	0,00
WKA 5	1.595	1.601	46,1	Ja	26,37	105,3	3,01	75,09	3,04	3,81	0,00	0,00	81,94	0,00

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Einwirkungsbereich 5xD8**Schallkritisches Gebiet: SG 15 Kapellenstr. 7, Neichen**

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abars	Amisc	A	Cmet
Nein														
WKA 1	1.306	1.313	52,7	Ja	29,03	105,3	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	26,58	105,3	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	24,27	105,3	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	24,00	105,3	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	25,29	105,3	3,01	75,84	3,32	3,87	0,00	0,00	83,02	0,00
Summe	33,20													

Projekt:
Sarmersbach

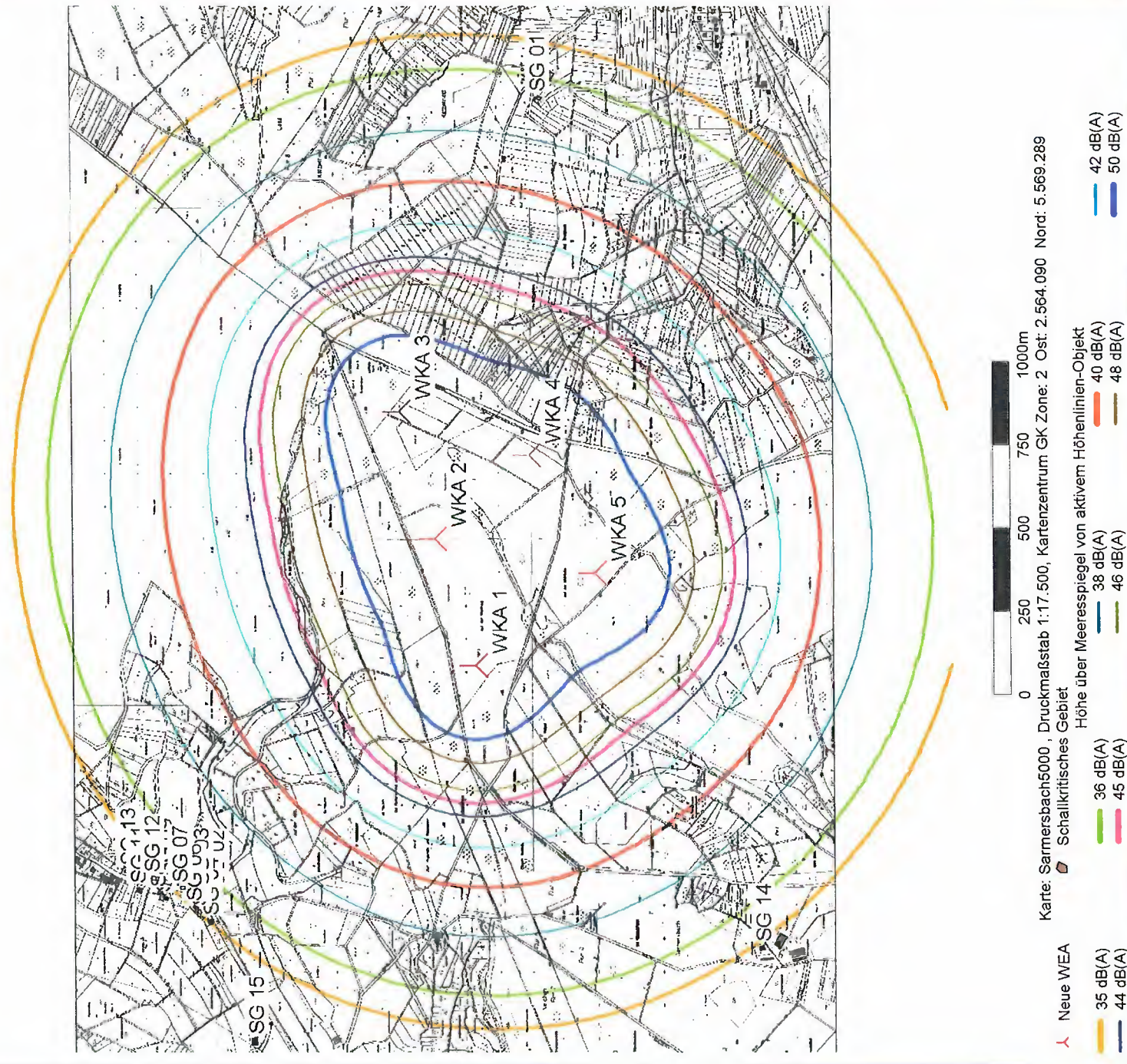
Beschreibung:
176-03-0215-03.03

Ausdrucksdatei:
20.06.03 12:21 / 1
Überprüfter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
13.06.03 10:02/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Einwirkungsbereich 5xD8 Datei: Sarmersbach5000.bmi



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

WEA

GK Zone: 2		WEA Typ		Z	Reihendaten/ Beschreibung	Hersteller	Typ	Leistung [kW]	Robrd. [m]	Höhe [m]	Schallwerte Erzeuger Name	LWA,Ref.	Einzelhöhe	Oktavbandabh. Daten
Ost	Nord	Aktuell												
WKA 6	2.564.732	5.569.379	560	DEWIND D6/1.25MW	Ja	DEWIND	D6/64-1.25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein
WKA 7	2.564.134	5.570.194	550	DEWIND D6/1.25MW	Ja	DEWIND	D6/64-1.25MW	1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein
WKA 8	2.563.739	5.570.262	543	VESTAS V80/2MW	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
WKA 9	2.564.302	5.570.199	552	VESTAS V80/2MW	Ja	VESTAS	V80-2.0MW	2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

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

Abstände (m)

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



Maßstab 1:40.000
★ Existierende WEA ★ Schallkritisches Gebiet

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 = Omega)

LWA _{ref} :	Schalleistungspegel WKA
K:	Einzelöne
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		35,72													

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		36,17													

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		36,39													

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 6		1.971	1.978	46,6	Ja	21,94	103,6	3,01	76,92	3,76	3,99	0,00	0,00	84,67	0,00
WKA 7		1.294	1.303	47,8	Ja	27,29	103,6	3,01	73,30	2,48	3,54	0,00	0,00	79,31	0,00
WKA 8		925	938	56,5	Ja	33,37	105,3	3,01	70,44	1,78	2,71	0,00	0,00	74,94	0,00
WKA 9		1.461	1.470	48,5	Ja	27,50	105,3	3,01	74,35	2,79	3,67	0,00	0,00	80,81	0,00
Summe		35,27													

Projekt
Sarmersbach
Beschreibung:
176-03-0215-03.03

Ausdruck/Seite
20.06.03 12:27 / 2
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
13.06.03 10:05/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Vorbelastung 2xV80 + 2xD6/64

Schallkritisches Gebiet: SG 05 Hauptstraße 2, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungsspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein														
WKA 6	1.956	1.953	45,8	Ja	22,02	103,6	3,01	76,86	3,73	4,00	0,00	0,00	84,59	0,00
WKA 7	1.261	1.271	46,0	Ja	27,56	103,6	3,01	73,08	2,41	3,55	0,00	0,00	79,05	0,00
WKA 8	887	901	55,1	Ja	33,81	105,3	3,00	70,10	1,71	2,68	0,00	0,00	74,49	0,00
WKA 9	1.428	1.438	46,8	Ja	27,74	105,3	3,01	74,15	2,73	3,68	0,00	0,00	80,57	0,00
Summe														
					35,69									

Schallkritisches Gebiet: SG 06 Hauptstraße 3, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungsspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein														
WKA 6	1.947	1.954	45,4	Ja	22,08	103,6	3,01	76,82	3,71	4,00	0,00	0,00	84,53	0,00
WKA 7	1.244	1.254	45,1	Ja	27,70	103,6	3,01	72,96	2,38	3,56	0,00	0,00	78,90	0,00
WKA 8	869	883	54,3	Ja	34,04	105,3	3,00	69,92	1,68	2,67	0,00	0,00	74,26	0,00
WKA 9	1.411	1.421	45,9	Ja	27,87	105,3	3,01	74,05	2,70	3,69	0,00	0,00	80,44	0,00
Summe														
					35,91									

Schallkritisches Gebiet: SG 07 Hauptstraße 5, Beinhausen

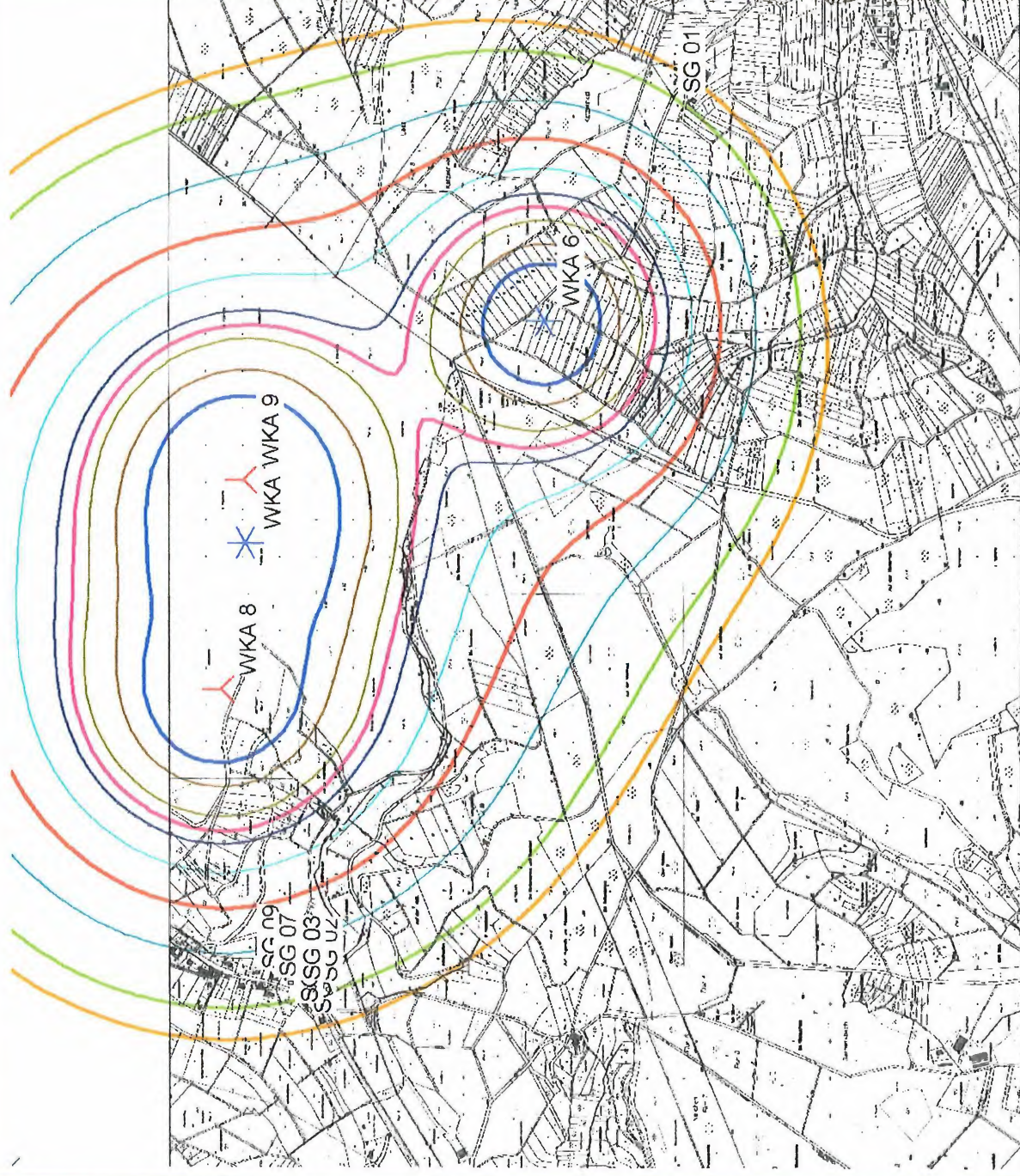
WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungsspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein														
WKA 6	1.909	1.916	44,1	Ja	22,31	103,6	3,01	76,65	3,64	4,01	0,00	0,00	84,30	0,00
WKA 7	1.184	1.194	42,3	Ja	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														
					36,70									

Schallkritisches Gebiet: SG 09 Hauptstraße 7, Beinhausen

WEA	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Beurteilungsspegel [dB(A)]	LWA,Ref. [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
Nein														
WKA 6	1.911	1.918	45,1	Ja	22,32	103,6	3,01	76,65	3,64	3,99	0,00	0,00	84,29	0,00
WKA 7	1.162	1.172	42,2	Ja	28,45	103,6	3,01	72,38	2,23	3,56	0,00	0,00	78,16	0,00
WKA 8	776	792	51,3	Ja	35,28	105,3	3,00	68,97	1,50	2,55	0,00	0,00	73,02	0,00
WKA 9	1.330	1.340	43,1	Ja	28,53	105,3	3,01	73,54	2,55	3,69	0,00	0,00	79,78	0,00
Summe														
					37,05									

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

Neue WEA * Existierende 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)

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prognose 5xD8 + 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, CO: 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 Ferengebiet: 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.

WEA

GK Zone: 2		Nord	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ		Hersteller	Typ
Ost	West				Aktuell	Alt		
WKA 1	2.563.618	5.569.172	533	WKA 1	Ja		DEWIND	D8/80-2MW
WKA 2	2.563.998	5.569.296	541	WKA 2	Ja		DEWIND	D8/80-2MW
WKA 3	2.564.383	5.569.402	562	WKA 3	Ja		DEWIND	D8/80-2MW
WKA 4	2.564.252	5.569.007	553	WKA 4	Ja		DEWIND	D8/80-2MW
WKA 5	2.563.895	5.568.808	531	WKA 5	Ja		DEWIND	D8/80-2MW
WKA 6	2.564.732	5.569.379	560	DEWIND D6/1,25MW	Ja		DEWIND	D6/64-1,25MW
WKA 7	2.564.134	5.570.194	550	DEWIND D6/1,25MW	Ja		DEWIND	D6/64-1,25MW
WKA 8	2.563.739	5.570.262	543	VESTAS V80/2MW	Ja		VESTAS	V80-2,0MW
WKA 9	2.564.302	5.570.199	552	VESTAS V80/2MW	Ja		VESTAS	V80-2,0MW

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet
Nein

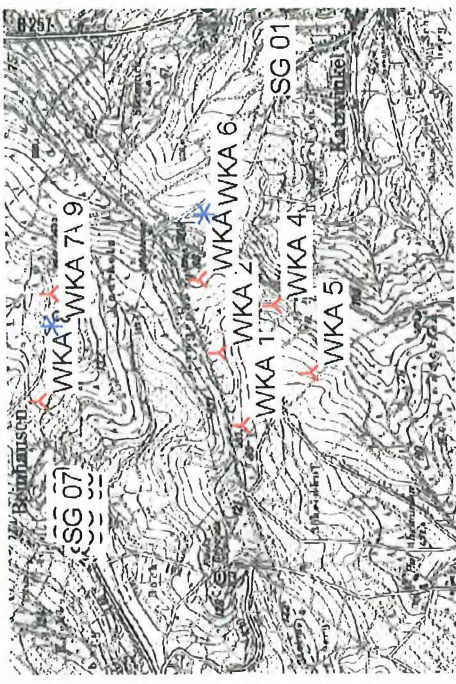
GK Zone: 2

Name	GK Zone: 2		Nord	Z	[m]
	Ost	West			
SG 01 Berghof, Katzwinkel	2.565.323	5.568.978	513		
SG 02 Lieserstraße 1, Beinhäusen	2.562.941	5.569.968	480		
SG 03 Lieserstraße 2, Beinhäusen	2.562.946	5.570.014	480		
SG 04 Hauptstraße 1, Beinhäusen	2.562.857	5.569.985	480		
SG 05 Hauptstraße 2, Beinhäusen	2.562.885	5.570.022	480		
SG 06 Hauptstraße 3, Beinhäusen	2.562.900	5.570.037	480		
SG 07 Hauptstraße 5, Beinhäusen	2.562.955	5.570.066	480		
SG 09 Hauptstraße 7, Beinhäusen	2.562.974	5.570.128	484		

Abstände (m)

Schallkritisches Gebiet

WEA	SG 01	SG 02	SG 04	SG 05	SG 06	SG 07	SG 09	SG 06
WKA 1	1712	1046	1114	1122	1072	1113	1138	1123
WKA 2	1361	1253	1333	1329	1271	1296	1310	1325
WKA 3	1032	1549	1633	1621	1561	1575	1580	1613
WKA 4	1066	1626	1704	1702	1646	1674	1690	1699
WKA 5	1430	1502	1569	1579	1529	1570	1595	1579
WKA 6	714	1886	1971	1956	1895	1905	1908	1947
WKA 7	1701	1215	1294	1261	1201	1184	1162	1244
WKA 8	2039	851	925	887	830	804	776	869
WKA 9	1592	1381	1461	1428	1368	1351	1330	1411



Maßstab 1:40.000
★ Existierende WEA
★ Schallkritisches Gebiet

▲ Neue WEA

Leistung	Rotord.	Höhe	Schallwerte	LWA.Ref.	Einzeltonne	Oktavbandabh.
[kW]	[m]	[m]	Erzeuger Name	[dB(A)]	Daten	
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein
1.250	64,0	91,5	USER	Benutzerdefiniert	103,6	Nein
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein
2.000	80,0	100,0	USER	Benutzerdefiniert	105,3	Nein

Projekt:
Sarnersbach
Beschreibung:
176-03-0215-03.03

Ausdruck/Seite
20.06.03 12:30 / 1
Lizenzierter Anwender:
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:
13.06.03 10:06/2.2.1.12

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prognose 5xD8 + 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	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.716	1.720	40,6	Ja	25,34	105,3	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	28,16	105,3	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	31,71	105,3	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	31,43	105,3	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	27,57	105,3	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						39,23									

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	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.046	1.056	46,8	Ja	31,56	105,3	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	29,54	105,3	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	27,03	105,3	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	26,22	105,3	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	27,02	105,3	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						39,01									

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	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
WKA 1		1.077	1.087	48,1	Ja	31,24	105,3	3,01	71,73	2,07	3,27	0,00	0,00	77,06	0,00
WKA 2		1.273	1.283	54,6	Ja	29,37	105,3	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	26,92	105,3	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	26,07	105,3	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	26,79	105,3	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

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Prognose 5xD8 + 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														
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	39,01													

Schallkritisches Gebiet: SG 04 Hauptstraße 1, 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														
WKA 1	1.114	1.123	48,0	Ja	30,84	105,3	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	28,81	105,3	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	26,39	105,3	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	25,64	105,3	3,01	75,67	3,25	3,74	0,00	0,00	82,66	0,00
WKA 5	1.569	1.576	42,9	Ja	26,50	105,3	3,01	74,95	2,99	3,86	0,00	0,00	81,81	0,00
WKA 6	1.971	1.978	46,6	Ja	21,94	103,6	3,01	73,30	2,48	3,54	0,00	0,00	79,31	0,00
WKA 7	1.294	1.303	47,8	Ja	27,29	105,3	3,01	70,44	1,78	2,71	0,00	0,00	74,94	0,00
WKA 8	925	938	56,5	Ja	33,37	105,3	3,01	74,35	2,79	3,67	0,00	0,00	80,81	0,00
WKA 9	1.461	1.470	48,5	Ja	27,50	105,3	3,01	74,35	2,79	3,67	0,00	0,00	80,81	0,00
Summe	38,21													

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														
WKA 1	1.122	1.132	48,8	Ja	30,77	105,3	3,01	72,08	2,15	3,31	0,00	0,00	77,54	0,00
WKA 2	1.329	1.338	55,3	Ja	28,86	105,3	3,01	73,53	2,54	3,38	0,00	0,00	79,45	0,00
WKA 3	1.621	1.631	62,1	Ja	26,47	105,3	3,01	75,25	3,10	3,49	0,00	0,00	81,84	0,00
WKA 4	1.702	1.711	53,6	Ja	25,67	105,3	3,01	75,66	3,25	3,72	0,00	0,00	82,64	0,00
WKA 5	1.579	1.586	43,7	Ja	26,44	105,3	3,01	75,01	3,01	3,85	0,00	0,00	81,87	0,00
WKA 6	1.956	1.963	45,8	Ja	22,02	103,6	3,01	76,86	3,73	4,00	0,00	0,00	84,59	0,00
WKA 7	1.261	1.271	46,0	Ja	27,56	103,6	3,01	73,08	2,41	3,55	0,00	0,00	79,05	0,00
WKA 8	887	901	55,1	Ja	33,81	105,3	3,00	70,10	1,71	2,68	0,00	0,00	74,49	0,00
WKA 9	1.428	1.438	46,8	Ja	27,74	105,3	3,01	74,15	2,73	3,68	0,00	0,00	80,57	0,00
Summe	38,41													

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														
WKA 1	1.124	1.134	49,1	Ja	30,76	105,3	3,01	72,09	2,15	3,30	0,00	0,00	77,55	0,00
WKA 2	1.325	1.334	55,5	Ja	28,91	105,3	3,01	73,50	2,53	3,37	0,00	0,00	79,40	0,00
WKA 3	1.613	1.623	61,7	Ja	26,53	105,3	3,01	75,20	3,08	3,49	0,00	0,00	81,78	0,00
WKA 4	1.699	1.708	54,0	Ja	25,70	105,3	3,01	75,65	3,24	3,71	0,00	0,00	82,61	0,00
WKA 5	1.581	1.588	44,0	Ja	26,43	105,3	3,01	75,02	3,02	3,85	0,00	0,00	81,88	0,00
WKA 6	1.947	1.954	45,4	Ja	22,08	103,6	3,01	76,82	3,71	4,00	0,00	0,00	84,53	0,00
WKA 7	1.244	1.254	45,1	Ja	27,70	103,6	3,01	72,96	2,38	3,56	0,00	0,00	78,90	0,00
WKA 8	869	883	54,3	Ja	34,04	105,3	3,00	69,92	1,68	2,67	0,00	0,00	74,26	0,00
WKA 9	1.411	1.421	45,9	Ja	27,87	105,3	3,01	74,05	2,70	3,69	0,00	0,00	80,44	0,00
Summe	38,53													

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														
WKA 1	1.113	1.123	49,3	Ja	30,88	105,3	3,01	72,01	2,13	3,28	0,00	0,00	77,42	0,00
WKA 2	1.296	1.306	55,6	Ja	29,18	105,3	3,01	73,32	2,48	3,33	0,00	0,00	79,13	0,00
WKA 3	1.575	1.585	60,2	Ja	26,81	105,3	3,01	75,00	3,01	3,49	0,00	0,00	81,50	0,00
WKA 4	1.674	1.683	54,5	Ja	25,90	105,3	3,01	75,52	3,20	3,69	0,00	0,00	82,40	0,00
WKA 5	1.570	1.577	44,3	Ja	26,52	105,3	3,01	74,96	3,00	3,83	0,00	0,00	81,79	0,00

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Prognose 5xD8 + 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														
WKA 6	1.905	1.913	43,9	Ja	22,33	103,6	3,01	76,63	3,63	4,01	0,00	0,00	84,28	0,00
WKA 7	1.186	1.197	42,6	Ja	28,20	103,6	3,01	72,56	2,27	3,57	0,00	0,00	78,41	0,00
WKA 8	809	824	52,0	Ja	34,81	105,3	3,00	69,32	1,57	2,61	0,00	0,00	73,49	0,00
WKA 9	1.354	1.364	43,5	Ja	28,32	105,3	3,01	73,70	2,59	3,70	0,00	0,00	79,99	0,00
Summe	39,03													

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														
WKA 1	1.152	1.161	52,4	Ja	30,56	105,3	3,01	72,30	2,21	3,24	0,00	0,00	77,75	0,00
WKA 2	1.319	1.328	58,2	Ja	29,03	105,3	3,01	73,46	2,52	3,29	0,00	0,00	79,28	0,00
WKA 3	1.584	1.594	61,4	Ja	26,76	105,3	3,01	75,05	3,03	3,48	0,00	0,00	81,55	0,00
WKA 4	1.700	1.708	57,8	Ja	25,78	105,3	3,01	75,65	3,24	3,64	0,00	0,00	82,53	0,00
WKA 5	1.609	1.616	47,4	Ja	26,28	105,3	3,01	75,17	3,07	3,79	0,00	0,00	82,03	0,00
WKA 6	1.911	1.918	45,1	Ja	22,32	103,6	3,01	76,65	3,64	3,99	0,00	0,00	84,29	0,00
WKA 7	1.162	1.172	42,2	Ja	28,45	103,6	3,01	72,38	2,23	3,56	0,00	0,00	78,16	0,00
WKA 8	776	792	51,3	Ja	35,28	105,3	3,00	68,97	1,50	2,55	0,00	0,00	73,02	0,00
WKA 9	1.330	1.340	43,1	Ja	28,53	105,3	3,01	73,54	2,55	3,69	0,00	0,00	79,78	0,00
Summe	39,16													

Projekt
Sarmersbach

Beschreibung:
176-03-0215-03.03

Ausdruck/Seite

20.06.03 12:31 / 1

Lizenzierter Anwender:

SOLVENT-Planungsbüro für Reg.

Lünener Straße 211

D-59174 Kamen

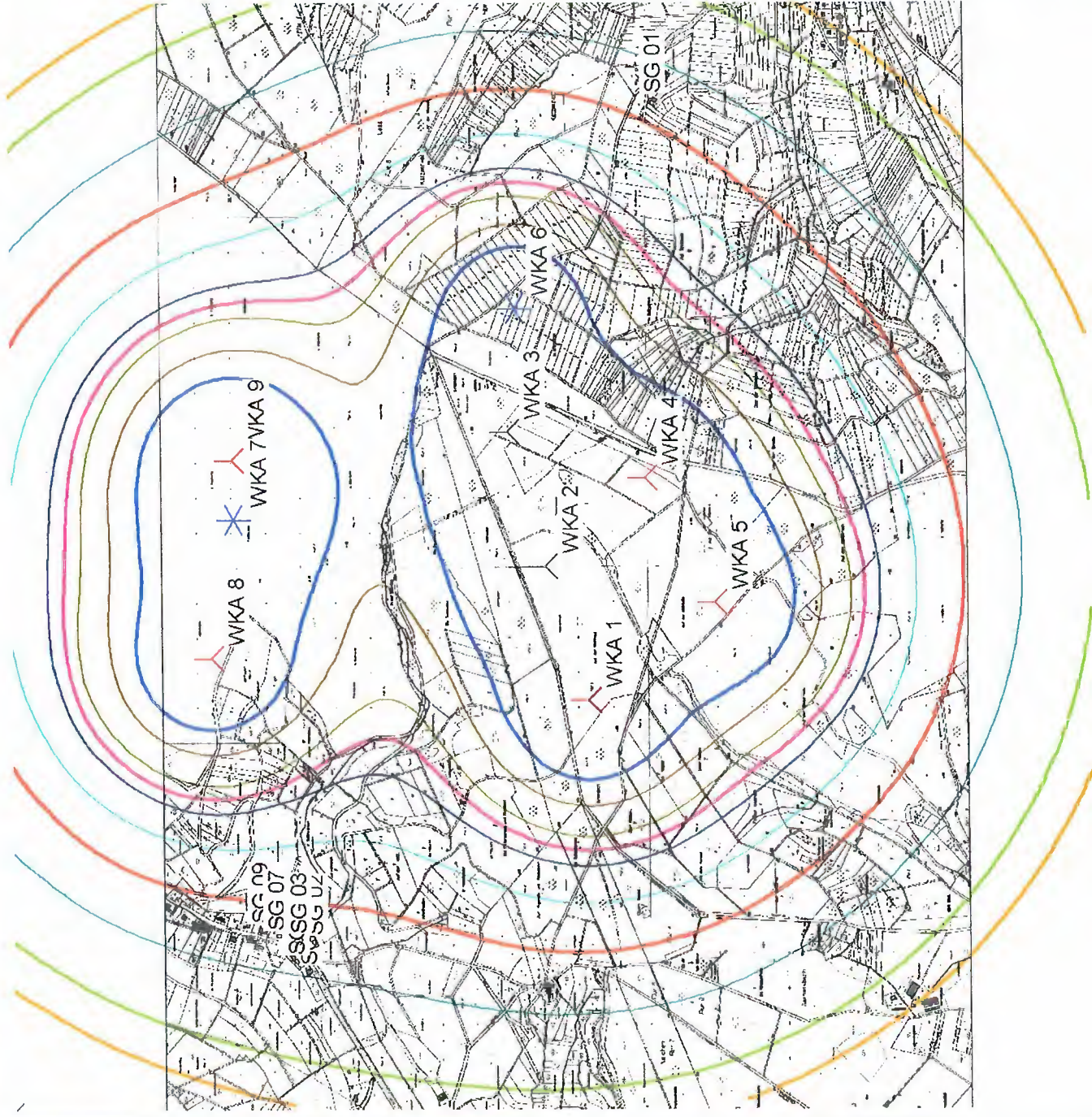
+49 2307 240063

Berechnet:

13.06.03 10:06/2.2.1.12

DECIBEL - Sarmersbach5000

Berechnung: Prognose 5xD8 + 2xV80 + 2xD6/64 Datei: Sarmersbach5000.bmi



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

Neue WEA

35 dB(A)

44 dB(A)

Existierende WEA

36 dB(A)

45 dB(A)

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

40 dB(A)

48 dB(A)

42 dB(A)

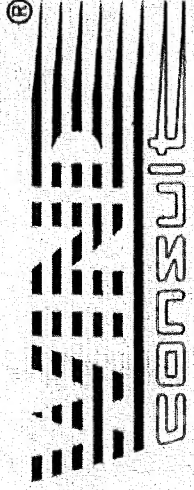
50 dB(A)

DEWIND D8

WINDconsult Bericht Nr. WICO 137SE402 vom 07.11.2002

WIND-consult

Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energiewandlung mbH



Report

WICO 137SE402

Measurement of Noise Emission of Wind Turbine DeWind D8-2000

according to

Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen

Location:

**Siestedt
(Saxony-Anhalt)**

Bargeshagen, 7. November 2002



DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Location	Siestedt (Saxony-Anhalt)
Task	Measurement of sound pressure level and determination of the emission parameters of a wind turbine (WT)
Object of Measurement	DeWind D8-2000 hub height 80 m
Kind of Measurement /	Acoustic Measurement according to /1/
Test	- determination of sound power level - determination of tonality
Client	DeWind AG Seelandstrasse 1 D-23569 Lübeck
Order/	2002-04-11/
Confirmation of order	2001-04-23
Customer	WIND-consult GmbH Reuterstraße 9 D-18211 Bargeschagen Tel. +49 (0) 38203-507 25 Fax +49 (0) 38203-507 23

Preparation	Inspection
[Redacted]	

Bargeschagen, 7. November 2002

The report may not be reproduced, except in full, without the written approval of WIND-consult GmbH. The results refer exclusively to the object of measurement.

5 Deviations

The following deviations according to /1/ have to be mentioned:

1. Informations, which supplement the manufacturer's certificate (see enclosure 4):
 - (1) Tower foot diameters: 3970 mm
2. There are no photos of the measurement location. The situation at the measurement location can be taken from the description in section 2 and from site plan (see enclosure 1).
3. The calibration data before and after the measurement can be taken from the measurement protocol. The measurement system was calibrated before and after measurement.
4. The uncertainty of measurement is declared as estimation of the general uncertainty of measurement. In case of the determination of the Tonality, the directivity and the one-third octave band spectra the uncertainty was not declared.
5. The power-curve is calculated.

6 Summary

The wind turbine DeWind D8-2000 with hub height $h_N = 80$ m was measured acoustically on the 28 th of October 2002. The Data evaluation was done in accordance with /1/.

Subjectly there were no strange noises of the WT noise, besides one small tonal component.

The results of the acoustic measurement are shown in Tab. 13.

Great-middle	ms ⁻¹	6	7	8	8,9 ¹⁾
Reference – electric power ²⁾	kW	810	1255	1682	1900
Tonality K_{TN}	dB	0 _{11,4} Hz	0 ₁₂₀ Hz	2 ₁₂₄ Hz	2 ₁₂₄ Hz
Impulsivity K_{IN}	dB	0	0	0	0
Sound power level $L_{WA,P}$	dB(A)	102,0	103,0	104,2	105,3

Tab. 13: Result overview

- 1) The working point of 95% of the rated power, for which the maximum sound power level were declared, is under consideration of the power curve and the hub height on the measured WT $v_{10} = 8,9$ ms-1 in 10 m a. g. l.
- 2) Determination basis: Power curve, which is taken as basis for the determination of the sound power level (see enclosure 5).

The A-weighted spectra of sound power level are represented in enclosure 6.

The uncertainty of measurement is estimated with $U_{95} = 1,3$ dB.

This investigation was carried out impartially by WIND-consult GmbH in accordance with the state of the art and to their best knowledge and belief.

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

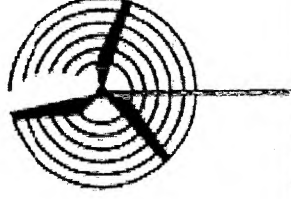
Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH

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 W11061010

Ergebniszusammenfassung der Geräuschemissionsmessung

nach FGW I-Teil 1 an der Windenergieanlage

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

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

Dieser Bericht darf auszugsweise nur für den angegebenen Zweck verwendet werden. Eine Vervielfältigung oder Verbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der WINDTEST KWK GmbH. Dieser Bericht ist Eigentum der WINDTEST KWK GmbH. Die WINDTEST KWK GmbH ist nicht haftbar für Schäden, die aus der Verwendung dieses Berichts resultieren. Er umfasst insgesamt 2 Seiten.

Technische Daten der WEA:

Anlagenbezeichnung: Vestas V80-2.0 MW OptiSpeed™ "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: OptiSpeed™ und OptiTip™
 Turmausführung: konischer Rohrturm
 Rotorblätterhersteller: Vestas
 Rotorblatttyp: Vestas 39m
 Rotorblattseriennummer: 24006, 24008, 24009
 Rotorblattdurchmesser: 80,0 m
 Rotorachse (horizontal/vertikal): horizontal
 Anordnung zum Turm (lu/lee): lu/seitig
 Anzahl der Rotorblätter: 3
 Rotordrehzahlbereich: 8,57-16,74 min⁻¹
 Rotordrehzahl bei 8 m/s in 10 m Höhe: 16,7 min⁻¹
 (Rauhigkeitslänge 0,05 m)
 Rotordrehzahl bei Nennleistung: 16,7 min⁻¹
 Getriebehersteller: Lohmann & Stolterfoht
 Getriebeartenbezeichnung: GPV 440
 Getriebeseriennummer: 3040,0
 Generatorhersteller: Weier
 Generatortypenbezeichnung: Weier 2MW
 Generatorseriennummer: 3040,0
 Generatorleistungsbereich: 860-1680
 Generatornennleistung: 2 MW
 Die vollständige Herstellerbeschreibung ist dem Bericht WT1643/00 zu entnehmen.

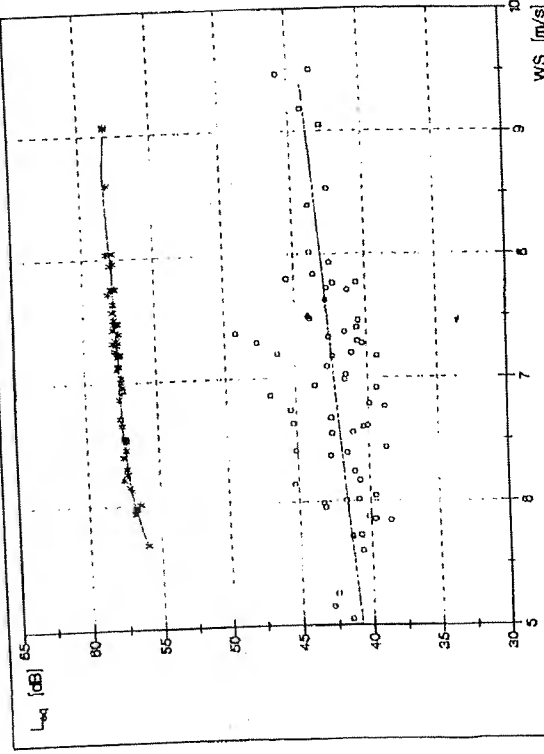
Messbedingungen:

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

Leistungskurve:

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

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



WG in 10m Höhe (m/s)	L _{Aeq} (dB)	L _{in} (dB)	L _{10sec} (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 $s_{rel} = 0,5 \text{ dB}$

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"
Impulzzuschlag [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Oktavanalyse für 8 m/s in 10m Höhe

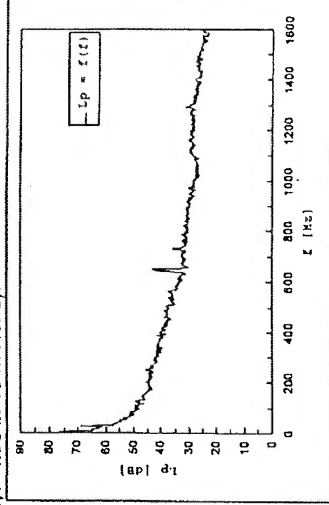
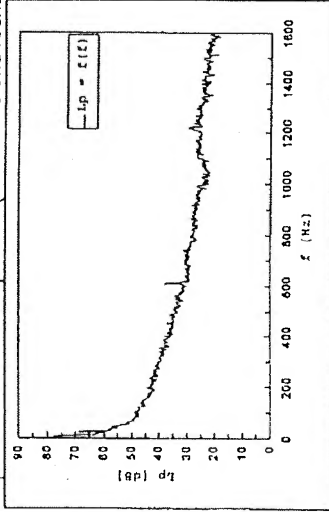
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
76,4	83,4	91,3	98,0	100,3	98,9	97,6	92,5	75,6

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

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

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

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



Ergebnistabelle:

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

Bemerkungen:

** Die Windgeschwindigkeit bei 95% der Nennleistung beträgt 9,1 m/s.
Messung und Auswertung erfolgten gemäß FGW-Richtlinie. Abweichend von den Vorgaben wurden die Messergebnisse im Bericht in gekürzter Fassung dargestellt. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf das Ergebnis, da alle relevanten Daten hier dargestellt sind.

DEWIND D6/64 1250 kW

WINDconsult Bericht Nr. WICO 188SE602/01 vom 15.08.2002

W1012-000000000000

W1012-000000000000

WICO 188SE602/01

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

nach

FGW-Richtlinie /1/

Standort:

Windpark Gerdau-Schwienau
(Niedersachsen)

Bargeshagen, 15. August 2002



2002-08-15 10:00:00

Das Dokument ist Eigentum der Bundesregierung. Es darf nicht ohne Genehmigung der Bundesregierung ververvielt werden.

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

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

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

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

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

Parameter	Symbol	Betrag	Einheit	Bemerkung
1.) Horizontale Entfernung Schallquelle – Meßposition				
Meßentfernung	R_{qm}	123,80	m	gemessen auf Turmaußenhaut $h_{N,ges} + d_R/2 \pm 20\%$ nach /1/
Turmdurchmesser am Turmfuß	b_f	3,90	m	Herstellerangabe
Abstand Rotationsebene Rotor – Turmmittellinie	r_e	3,81	m	Herstellerbescheinigung
2.) Vertikale Entfernung Schallquelle – Meßposition				
Nabenhöhe	h_N	91,50	m	Herstellerbescheinigung
Offset	h_f	0,00	m	Messung vor Ort, Differenz zwischen schallharter Platte und Turmfuß
Gesamtnabenhöhe	$h_{N,ges}$	91,50	m	Bezug: schallharte Platte
Entfernung Schallquelle – Meßposition	R_q	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

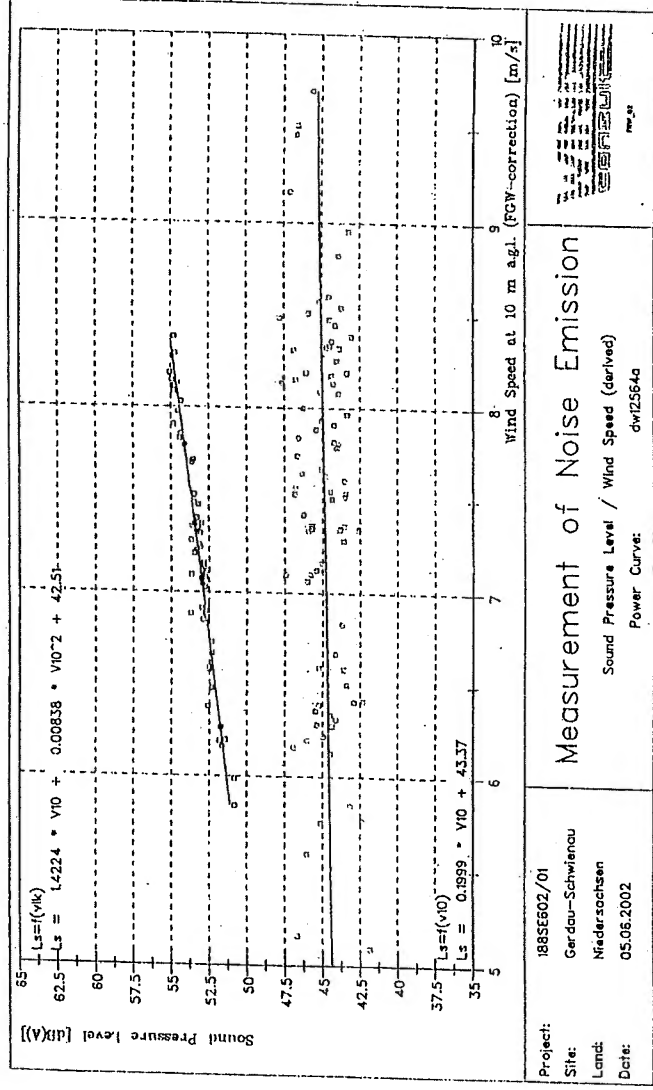


Abb. 3: A-bewerteter Schalldruckpegel als Funktion der berechneten Windgeschwindigkeit für beide Betriebszustände der WEA (1-Minuten-Mittelwerte)

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

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

Tab. 3 Ergebnisse Schalleistungspegel-Bestimmung

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

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

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

$$A_{abm} = \alpha_d \cdot d / 1000 \quad (13)$$

mit:
 α_d : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

Der Luftdämpfungskoeffizient α_d 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:

Bandmitten- frequenz, [Hz]	α_d [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-Mittelungsspiegel (Resultierender Beurteilungsspiegel)

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

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

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

C_{met} = C0 [1-10($h_a + h_r$)/dp] für $dp > 10$,
dp: 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.

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

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

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

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

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

A_{atm} : d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt, Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

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

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

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

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

h_s : Quellhöhe (Nebenhöhe); h_r : Aufpunkthöhe 5 m
 A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), allgemein besteht kein Schallschutz: $A_{bar} = 0$.

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

$$L_{A,T} (DW) = 10 \lg(10^{0,1L_{A,T}(125)} + 10^{0,1L_{A,T}(150)} + 10^{0,1L_{A,T}(200)} + 10^{0,1L_{A,T}(250)} + 10^{0,1L_{A,T}(315)} + 10^{0,1L_{A,T}(400)} + 10^{0,1L_{A,T}(500)} + 10^{0,1L_{A,T}(630)} + 10^{0,1L_{A,T}(800)} + 10^{0,1L_{A,T}(1000)} + 10^{0,1L_{A,T}(1250)} + 10^{0,1L_{A,T}(1600)} + 10^{0,1L_{A,T}(2000)} + 10^{0,1L_{A,T}(2500)} + 10^{0,1L_{A,T}(3150)} + 10^{0,1L_{A,T}(4000)} + 10^{0,1L_{A,T}(5000)} + 10^{0,1L_{A,T}(6300)} + 10^{0,1L_{A,T}(8000)}) \quad (10)$$

Mit:

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

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

$$L_{A,T} (DW) = (L_W + A_i) + D_0 - A \quad (11)$$

Mit:

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

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

D_0 : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden D_0 (siehe oben):

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

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

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

4.1.1 Die DECIBEL Berechnungsmethoden

Die Geräuschmission 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 frequenzunabhängig. 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 Behauung, 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 Immissionspunkt (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung), berechnet oder einfach auf natürliche Art wahrgenommen werden kann (z.B. durch das menschliche Ohr). Der Schalldruckpegel unter Berücksichtigung von Zuschläge wird Beurteilungspegel genannt und bildet die Grundlage für die Beurteilung der Geräuschmissionen zur Überprüfung ob die Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

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

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

4.1.1.1 Die Internationale Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2, allgemein

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.

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 Immissionspunkt berechnet sich nach der ISO 9613-2 dann wie folgt:

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

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

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

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

D_r beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

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

Mit:

h_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)