



Schallgutachten

039-04-1901-03.01

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

Billerbeck - Osthellermark

Auftraggeber: SL Windenergie GmbH
Allinghofstr. 56
45964 Gladbeck

Erstellt am: 24.03.2004

Erstellt von: Planungsbüro SOLvent
Lünener Str. 211
59174 Kamen

Tel 02307 / 24 00 63 Fax 24 00 66

Inhalt

INHALT	2
1 ERGEBNISÜBERSICHT	3
2 ERLÄUTERUNG DER VORGEHENSWEISE	5
2.1 BETRACHTUNGEN ZUM SCHALLFELD	5
2.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle	6
2.1.2 Schalldruck	7
2.1.3 Schallpegel	8
2.1.4 Addition von Schallpegeln	9
2.2 DAS MENSCHLICHE HÖREMPFINDEN	10
2.2.1 Mittelungspegel	10
2.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz	10
2.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2	13
2.3 SCHALLEMISSIONEN VON WINDKRAFTANLAGEN UNTER BAUORDNUNGSRECHTLICHEN GESICHTSPUNKTEN	14
3 SCHALLGUTACHTEN	15
3.1 PROGNOSEVERFAHREN	15
3.2 DATEN DER BEURTEILTEN WINDKRAFTANLAGEN	16
3.3 EINWIRKUNGSBEREICH	17
3.4 DATEN DER BEURTEILTEN IMMISSIONSORTE	19
3.5 VORBELASTUNG	22
3.6 PROGNOSEERGEBNIS	24
3.7 QUALITÄT DER PROGNOSE	25
3.7.1 Prognoseverfahren	25
3.7.2 Vermessungsberichte	26
3.7.3 Auswirkung der Produktionsstreuung	26
3.7.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse	27
4 ABSCHLUSSERKLÄRUNG	29
5 ANHANG	30

Werden an dem geplanten Standort zwei Windkraftanlagen des Typs

ENERCON E-58

mit einer Nabenhöhe von 70,5 m errichtet, und setzt man den für diesen Windkraftanlagentyp vermessenen und vom Hersteller garantierten Schalleistungspegel von 101,0 dB(A) an, so werden für die betrachteten Immissionsorte folgende Gesamtimmisionswerte prognostiziert:

Immissionsort	Richtwert	Schallimmisionswert
Osthellermark 7	45,0 dB(A)	38,0 dB(A)
Osthellermark 8	45,0 dB(A)	40,6 dB(A)
Osthellermark 9	45,0 dB(A)	42,7 dB(A)
Osthellermark 10	45,0 dB(A)	43,1 dB(A)
Osthellermark 12	45,0 dB(A)	41,8 dB(A)
Osthellermark 13	45,0 dB(A)	34,0 dB(A)
Hastehausen 18	45,0 dB(A)	35,9 dB(A)
Hastehausen 19	45,0 dB(A)	35,4 dB(A)
Hastehausen Ortslage	45,0 dB(A)	41,0 dB(A)
Alstätte 12	45,0 dB(A)	34,8 dB(A)

Bei der Berechnung der Immissionswerte wurde die Vorbelastung durch zwei bereits bestehenden Anlagen, einer des Typs ENERCON E-40 500 kW mit einer Nabenhöhe von 65,0 m und einer des Typs ENERCON E-40 600 kW mit einer Nabenhöhe von 77,9 m berücksichtigt.

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

1 Ergebnisübersicht

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens von zwei geplanten Windkraftanlagen des Typs ENERCON E-58 mit einer Nabenhöhe von 70,5 m am Standort

Billerbeck - Osthellermark

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:

- Osthellermark 7
- Osthellermark 8
- Osthellermark 9
- Osthellermark 10
- Osthellermark 12
- Osthellermark 13
- Hastehausen 18
- Hastehausen 19
- Hastehausen Ortslage
- Altstätte 12

Bei allen betrachteten Immissionsorten handelt es sich um Wohngebäude im Außenbereich der Stadt Billerbeck sowie der Gemeinde Nottuln. 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.

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 Motorrads oder eines Presslufthammers stört uns, weil es große Schallpegel und damit hohe Lautstärken bewirkt. Das hohe Quietschen einer ungeölten Tür empfinden wir auch dann als unangenehm, wenn es verhältnismäßig leise ist. Auch das schwache, kaum hörbare Ticken einer Uhr oder das Tropfen eines Wasserhahns kann als lästig empfunden werden, wenn wir in aller Stille ein Buch lesen möchten. Laute Unterhaltungsmusik, die den Nachbarn stört, wird vom „Urheber“ als angenehm empfunden.

Vor diesem Hintergrund ist es von besonderer Wichtigkeit, dass eine an sich so umweltfreundliche Technologie, wie sie die Windkraft darstellt, nicht durch zu hohe Schallemissionen von 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 Vervierfachung der Anlagenleistungen die Schallemissionen etwa halbiert werden konnten.

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

2.1 Betrachtungen zum Schallfeld

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

2.1.1 Schallausschlag und Schallschnelle

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

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

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

Dabei bedeuten:

y = Schallausschlag

y_0 = Ausschlagamplitude

ω = $2\pi f$

c = Schallgeschwindigkeit

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

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

Dabei bedeuten:

y_0 = Ausschlagamplitude

v_0 = Schallschnellamplitude

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

$$v_0 = y_0 \cdot \omega$$

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

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

2.1.2 Schalldruck

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

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

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

Dabei bedeutet:

p_0 = Schalldruckamplitude

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

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

Dabei bedeuten:

p_0 = Schalldruckamplitude

y_0 = Ausschlagamplitude

ρ = Dichte des Mediums

c = Schallgeschwindigkeit des Mediums

v_0 = Schallschnelleamplitude

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

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

2.1.3 Schallpegel

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

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

Dabei bedeuten:

p = gemessener Schalldruck (Effektivwert)

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

I = gemessene Schallintensität

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

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

Schallpegelwerte werden vielfach den Lautstärkeangaben gleichgesetzt. Das ist nur bedingt möglich, da unser Gehör nicht alle Frequenzen gleich stark empfindet. Die subjektiv empfundene Lautstärke ist abhängig von Amplitude und Frequenz der akustischen Schwingung. Nur für einen Normton $f_N = 1.000 \text{ Hz}$ sind die Lautstärkeangaben (in Phon) mit den Dezibelwerten identisch. Für alle übrigen Frequenzen lässt sich der Zusammenhang zwischen Lautstärke und Schallpegel nach *Robinson* und *Dadson* (Abbildung 2-1) ermitteln.

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

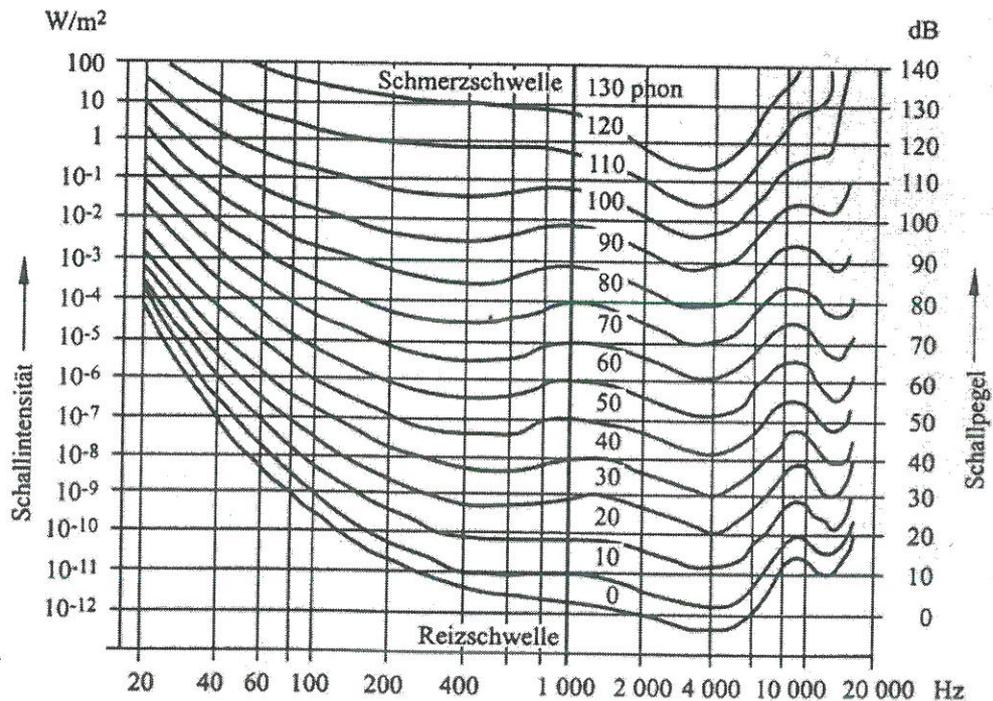


Abbildung 2-1, Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson

2.1.4 Addition von Schallpegeln

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

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

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

Für n gleichstarke Schallquellen vereinfacht sich die Gleichung zu:

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

Dabei bedeuten

L_1 = Schallpegel einer Schallquelle

n = Anzahl der Schallquellen

eine Lautstärkeverdopplung wird somit nicht durch zwei gleichstarke Schallquellen erreicht, sondern erst bei zehnfacher Vergrößerung ihrer Anzahl.

Statt der mathematischen Darstellung werden häufig die folgenden Merkgeregeln verwendet:

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

2.2 Das menschliche Hörempfinden

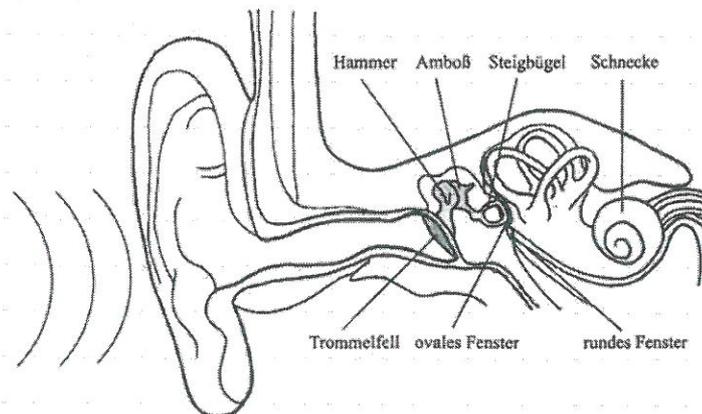


Abbildung 2-2, Aufbau des menschlichen Ohrs

2.2.1 Mittelungspegel

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

2.2.2 Bewertung von Schallereignissen nach ihrer Frequenz

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

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

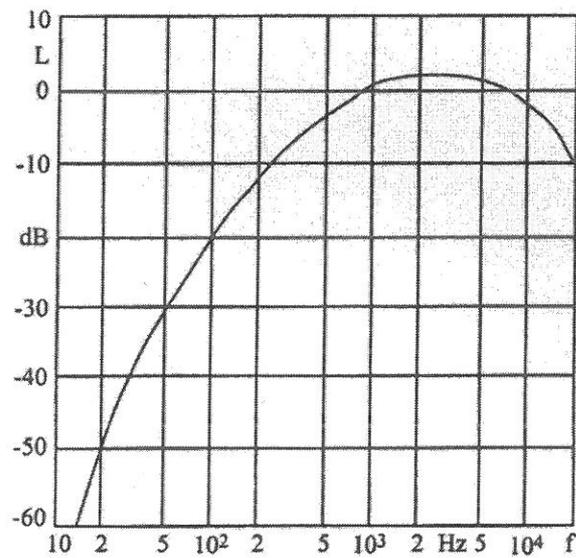


Abbildung 2-3, Dämpfungskurve des A-Filters

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

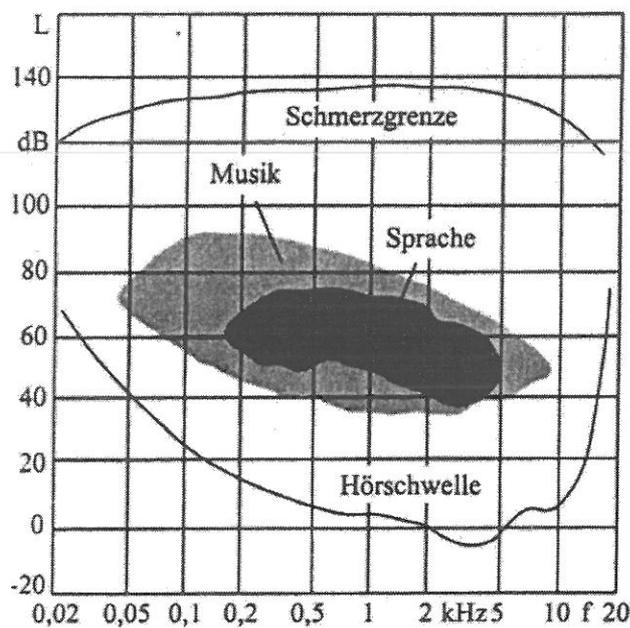


Abbildung 2-4, Hörfläche

Das A-Filter sorgt dafür, dass die mittleren Frequenzen zwischen 1.000 Hz und 5.000 Hz ungehindert passieren können und die höheren und tieferen Anteile unterdrückt werden (Abbildung 2-3). Damit bei Schallpegelangaben erkennbar ist, dass sie gehörrichtig vorgenommen worden sind, wird vielfach der dazugehörige Bewertungsmaßstab angegeben, z.B. 60 dB(A).

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

Tabelle 1, Beispiele für Schalldrücke, Schallpegel und Schallintensitäten

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

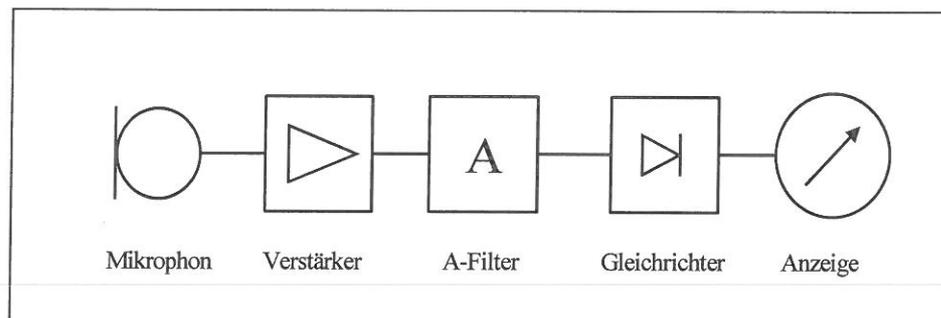


Abbildung 2-5, Blockschaftbild eines Schallpegelmessers

2.2.3 Schalldruckpegelberechnung nach DIN ISO 9613-2

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

Die Formel zur Schalldruckpegelberechnung einer Windkraftanlage lautet:

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

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

D_C: Richtungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D_Ω: $D_C = D_{\Omega} + 0$

Zusätzlich bedingt durch Reflexion am Boden gilt:

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

Mit:

h_s: Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h_r: Höhe des Immissionspunktes über Grund

d_p: Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger projiziert

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

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

A_{div}: Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

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

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

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

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

Eine Erläuterung der genauen Vorgehensweise bei der Berechnung des Schallpegels nach der DIN ISO 9613-2 mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.3.0.216, Modul Decibel) befindet sich im angefügten Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang.

2.3 Schallemissionen von Windkraftanlagen unter bauordnungsrechtlichen Gesichtspunkten²

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

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

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

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

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

3 Schallgutachten

Der Standort

Billerbeck – Osthellermark

liegt auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck (Kreis Coesfeld) im Münsterland auf einer Höhe von ca. 150 m über NN.

Die beurteilten Anlagen sollen ca. 2,6 km südlich des Hauptsiedlungsgebietes der Stadt Billerbeck errichtet werden. Die Umgebung wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Bei der Prognose der Schallimmissionen wird die nächstgelegene Wohnbebauung betrachtet. Dies sind einige Wohngebäude und Wohngebiete im Außenbereich auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck und der Gemeinde Nottuln (Kreis Coesfeld).

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 zwei Windkraftanlagen des Typs ENERCON E-58 mit einer Nabenhöhe von 100,0 Metern wurde mit Hilfe der Software WINDpro des dänischen Softwareherstellers EMD (Version 2.3.0.216, Modul Decibel) durchgeführt. Diese Software stellt die Implementierung des detaillierten Prognoseverfahrens gemäß TA-Lärm vom 28.08.1998 (A.2.3.1) auf Basis der DIN ISO 9613-2 dar. Die genaue Beschreibung der implementierten Ausbreitungsrechnung ist dem Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro im Anhang zu entnehmen (Berechnung auf Basis von A-bewerteten Schalleistungspegeln und Berechnung auf Basis des Oktavspektrums). Im vorliegenden Fall wurde die Prognoseberechnung nach dem *Alternativen Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel* gemäß Abschnitt 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 auf Basis eines A-bewerteten Schalleistungspegels (keine oktavbezogenen Werte) durchgeführt.

3.2 Daten der beurteilten Windkraftanlagen

Bei der Prognose des Immissionsverhaltens der beurteilten Windkraftanlagen des Typs ENERCON E-58 wurden folgende Berechnungsvoraussetzungen verwendet:

Bez.	Anlagentyp	Naben höhe (m)	Gauß-Krüger- Koordinaten		Höhe über NN	Schall- leistungs- pegel
			Rechtswert	Hochwert		
WEA 01	ENERCON E 58	70,5	²⁵ 88096	⁵⁷ 57706	150 m	101,0 dB(A)
WEA 02	ENERCON E 58	70,5	²⁵ 87863	⁵⁷ 57608	150 m	101,0 dB(A)

(Schalleistungspegel gemäß von zwei Vermessungen: WINDconsult, Bargeshagen, Schalltechnischer Bericht WICO 0500220 vom 03.05.2000 sowie Nachtrag WICO 020BE101 vom 23.01.2001 und Kötter Consulting Engineers, Rheine, Schalltechnischer Bericht Nr. 25715-1.001 vom 22.04.2002. Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.)

3.3 Einwirkungsbereich

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

Der Einwirkungsbereich wurde unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze von 2,5 dB(A) festgelegt. (s. Kapitel 3.7.4)

Eine entsprechende Wohnbebauung befindet sich damit im Einwirkungsbereich einer Anlage, wenn die Anlage am Aufpunkt eine Schallimmission von mindestens 32,5 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	Obere Vertrauensbereichsgrenze
Osthellermark 6	45,0 dB(A)	28,5 dB(A)	31,0 dB(A)
Osthellermark 7	45,0 dB(A)	33,3 dB(A)	35,8 dB(A)
Osthellermark 8	45,0 dB(A)	35,4 dB(A)	37,9 dB(A)
Osthellermark 9	45,0 dB(A)	39,5 dB(A)	42,0 dB(A)
Osthellermark 10	45,0 dB(A)	41,0 dB(A)	43,5 dB(A)
Osthellermark 12	45,0 dB(A)	40,9 dB(A)	43,4 dB(A)
Osthellermark 13	45,0 dB(A)	32,9 dB(A)	35,4 dB(A)
Osthellermark 15	45,0 dB(A)	29,0 dB(A)	31,5 dB(A)
Hastehausen 13	45,0 dB(A)	30,8 dB(A)	33,3 dB(A)
Hastehausen 14	45,0 dB(A)	32,1 dB(A)	34,6 dB(A)
Hastehausen 17	45,0 dB(A)	31,4 dB(A)	33,9 dB(A)

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert	Obere Vertrauensbereichsgrenze
Hastehausen 18	45,0 dB(A)	33,9 dB(A)	36,4 dB(A)
Hastehausen 19	45,0 dB(A)	33,7 dB(A)	36,2 dB(A)
Hastehausen Ortslage	45,0 dB(A)	35,5 dB(A)	38,0 dB(A)
Altstätte 9	45,0 dB(A)	31,4 dB(A)	33,9 dB(A)
Altstätte 10	45,0 dB(A)	32,2 dB(A)	34,7 dB(A)
Altstätte 11	45,0 dB(A)	32,1 dB(A)	34,6 dB(A)
Altstätte 12	45,0 dB(A)	32,9 dB(A)	35,4 dB(A)
Altstätte 13	45,0 dB(A)	30,4 dB(A)	32,9 dB(A)
Osthellermark 14	45,0 dB(A)	28,3 dB(A)	30,8 dB(A)
Osthellermark 20	45,0 dB(A)	28,8 dB(A)	31,3 dB(A)
Osthellermark 21	45,0 dB(A)	27,7 dB(A)	30,2 dB(A)
Osthellermark 24	45,0 dB(A)	25,1 dB(A)	27,6 dB(A)
Osthellermark 22	45,0 dB(A)	26,1 dB(A)	28,6 dB(A)
Altstätte 18	45,0 dB(A)	26,5 dB(A)	29,0 dB(A)
Altstätte 17	45,0 dB(A)	26,0 dB(A)	28,5 dB(A)
Altstätte 16	45,0 dB(A)	26,5 dB(A)	29,0 dB(A)
Altstätte 15	45,0 dB(A)	28,7 dB(A)	31,2 dB(A)

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

- Osthellermark 7
- Osthellermark 8
- Osthellermark 9
- Osthellermark 10
- Osthellermark 12
- Osthellermark 13
- Hastehausen 18
- Hastehausen 19
- Hastehausen Ortslage

- Altstätte 12

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

Die übrigen in der Einwirkungsbereichs-Berechnung betrachteten potenziellen Immissionsorte befinden sich **außerhalb des Einwirkungsbereichs** der beurteilten Anlagen, da der für diese Aufpunkte maßgebliche Richtwert von 45 dB(A) um mehr als 12,5 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 *Osthellermark 7, 8, 9, 10, 12 und 13* handelt es sich um einzelne Wohngebäude im Außenbereich der Stadt Billerbeck. 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.

Bei den betrachteten Immissionsorten *Hastehausen 18, 19 und Hastehausen Ortslage* handelt es sich um einzelne Wohngebäude bzw. um ein Wohngebiet im Außenbereich der Gemeinde Nottuln. 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.

Bei dem betrachteten Immissionsort *Altstätte 12* handelt es sich um ein einzelnes Wohngebäude im Außenbereich der Stadt Billerbeck. 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 02 Osthellermark 7**

Beim Aufpunkt *SG 02 Osthellermark 7* handelt es sich um ein Wohngebäude auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck im Nordosten des geplanten Standortes, auf einer Höhe von ca. 148 m über NN.

- **SG 03 Osthellermark 8**

Beim Aufpunkt *SG 0 Osthellermark 8* handelt es sich um ein Wohngebäude auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck im Nordosten des geplanten Standortes, auf einer Höhe von ca. 150 m über NN.

- **SG 04 bis SG 06 Osthellermark 9,10 und 12**

Bei den Aufpunkten *SG 04, SG 05 und SG 06 Osthellermark 9 10 und 12* handelt es sich um Wohngebäude auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck im Norden des geplanten Standortes, auf Höhen zwischen ca. 132 und 149 m über NN.

Reflexionen nach hinten

- **SG 07 Osthellermark 13**

Beim Aufpunkt *SG 07 Osthellermark 13* handelt es sich um ein Wohngebäude auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck im Nordwesten des geplanten Standortes auf einer Höhe von ca. 127 m über NN.

- **SG 12 und SG 13 Hastehausen 18 und 19**

Bei den Aufpunkten *SG 12 und SG 13 Hastehausen 18 und 19* handelt es sich um Wohngebäude auf dem Gebiet der Gemeinde Nottuln im Süden des geplanten Standortes auf Höhen zwischen ca. 121 und ca. 123 m über NN.

- **SG 14 Hastehausen Ortslage**

Bei dem Aufpunkt *SG 14 Hastehausen Ortslage* handelt es sich um ein Wohngebiet auf dem Gebiet der Gemeinde Nottuln im Süden des geplanten Standorts auf einer Höhe von ca. 128 m über NN.

• **SG 18 Altstätte 12**

Beim Aufpunkt *SG 18 Altstätte 12* handelt es sich um ein Wohngebäude auf dem Gebiet der Stadt Billerbeck im Norden des geplanten Standortes auf einer Höhe von ca. 140 über NN.

Sämtliche betrachteten Aufpunkte befinden sich auf den Gebieten der Stadt **48727 Billerbeck** und der Gemeinde **48301 Nottuln**.

Die folgende Tabelle gibt die Koordinaten der beurteilten Immissionsorte wieder:

Immissionsort	Gauß-Krüger-Koordinaten		Entfernung zum nächstgelegenen WKA-Standort in m
	Rechtswert	Hochwert	
Osthellermark 7	²⁵ 88533	⁵⁷ 58261	706
Osthellermark 8	²⁵ 88486	⁵⁷ 58142	585
Osthellermark 9	²⁵ 88221	⁵⁷ 58095	409
Osthellermark 10	²⁵ 88100	⁵⁷ 58068	361
Osthellermark 12	²⁵ 87766	⁵⁷ 57988	392
Osthellermark 13	²⁵ 87141	⁵⁷ 57788	744
Hastehausen 18	²⁵ 87869	⁵⁷ 56915	693
Hastehausen 19	²⁵ 87738	⁵⁷ 56924	695
Hastehausen Ortslage	²⁵ 88400	⁵⁷ 57149	635
Altstätte 12	²⁵ 87725	⁵⁷ 58440	822

3.5 Vorbelastung

In der Umgebung des Standortes gibt es zwei bereits bestehende Windkraftanlagen.

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

Anlage	Nabenhöhe (m)	Rotor Ø (m)	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe über NN (m)	Schallleistungspegel in dB(A)
			Rechtswert	Hochwert		
WEA 03 ENERCON E-40 500 kW Reckmann (S7)	65,0	40,3	²⁵ 88353	⁵⁷ 57729	148	101,0
WEA 04 ENERCON E-40 600 kW Reckmann (S8)	77,9	44,0	²⁵ 88464	⁵⁷ 57584	137	101,0

(Schalleistungspegel für die Anlage des Typs ENERCON E-40 500 kW gemäß Kötter GmbH, Messbericht Nr. 23554-2.002 vom 3.3.1998, Kötter GmbH, Messbericht Nr. 23672-1.001 vom 14.1.1998 und Kötter GmbH, Messbericht Nr. 23554-2.001 vom 15.1.1998. Es sind weder Zuschläge für Tonhaltigkeit noch für Impulshaltigkeit anzusetzen.)

Schalleistungspegel für die Anlage des Typs ENERCON E-40 600 kW gemäß WINDTEST, Prüfbericht Nr. WT 1740/01 vom 11.04.2001, WIND-consult GmbH, Prüfbericht Nr. WICO 207SE899 vom 13.3.2000 und WIND-consult GmbH, Prüfbericht Nr. WICO 287SEA01/01 vom 5.12.2001. 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	Obere Vertrauensbereichsgrenze
Osthellermark 7	45,0 dB(A)	36,2 dB(A)	38,7 dB(A)
Osthellermark 8	45,0 dB(A)	39,1 dB(A)	41,6 dB(A)
Osthellermark 9	45,0 dB(A)	39,9 dB(A)	42,4 dB(A)
Osthellermark 10	45,0 dB(A)	38,9 dB(A)	41,4 dB(A)
Osthellermark 12	45,0 dB(A)	34,3 dB(A)	36,8 dB(A)
Osthellermark 13	45,0 dB(A)	27,6 dB(A)	30,1 dB(A)
Hastehausen 18	45,0 dB(A)	31,6 dB(A)	34,1 dB(A)

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert	Obere Vertrauensbereichsgrenze
Hastehausen 19	45,0 dB(A)	30,6 dB(A)	33,1 dB(A)
Hastehausen Ortslage	45,0 dB(A)	39,7 dB(A)	42,2 dB(A)
Altstätte 12	45,0 dB(A)	30,2 dB(A)	32,7 dB(A)

Der Einwirkungsbereich wurde unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze von 2,5 dB(A) festgelegt. (s. Kapitel 3.7.4).

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 Windkraftanlagen des Typs ENERCON E-58 mit einer Nabenhöhe von 70,5 m sowie die Vorbelastung durch zwei bereits bestehende Anlagen des Typs ENERCON E-40 500 kW mit einer Nabenhöhe von 65,0 m sowie des Typs ENERCON E-40 600 kW mit einer Nabenhöhe von 77,9 m berechnet.

Unter den genannten Voraussetzungen werden, gemäß der Norm DIN ISO 9613-2 und mit Hilfe der Software WINDpro (Version 2.3.0.216) des dänischen Softwareherstellers EMD, folgende Schalldruckpegel prognostiziert:

Immissionsort	Richtwert	Schallimmissionswert	Obere Vertrauensbereichsgrenze
Osthellermark 7	45,0 dB(A)	38,0 dB(A)	40,5 dB(A)
Osthellermark 8	45,0 dB(A)	40,6 dB(A)	43,1 dB(A)
Osthellermark 9	45,0 dB(A)	42,7 dB(A)	45,2 dB(A)
Osthellermark 10	45,0 dB(A)	43,1 dB(A)	45,6 dB(A)
Osthellermark 12	45,0 dB(A)	41,8 dB(A)	44,3 dB(A)
Osthellermark 13	45,0 dB(A)	34,0 dB(A)	36,5 dB(A)
Hastehausen 18	45,0 dB(A)	35,9 dB(A)	38,4 dB(A)
Hastehausen 19	45,0 dB(A)	35,4 dB(A)	37,9 dB(A)
Hastehausen Ortslage	45,0 dB(A)	41,0 dB(A)	43,5 dB(A)
Altstätte 12	45,0 dB(A)	34,8 dB(A)	37,3 dB(A)

Der Einwirkungsbereich wurde unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze von 2,5 dB(A) festgelegt. (s. Kapitel 3.7.4).

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

Die Überschreitung der maßgeblichen Richtwerte unter Berücksichtigung der Oberen Vertrauensbereichsgrenze an den Aufpunkten *SG 04 Osthellermark 9* und *SG 05 Osthellermark 10* ergibt sich ausschließlich aus der Vorbelastung.

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 2.3.0.216) 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, dass dieses Maß für die geschätzte Genauigkeit etwa einem Bereich von +/- 2 Standardabweichungen entspricht, ergibt sich eine geschätzte Standardabweichung des Prognosemodells von $\sigma_{\text{Progn}} = 1,5 \text{ dB}$.

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

Darüber hinaus gibt es eine Dämpfung durch den Bewuchs (Bewuchsdämpfung) und die Bebauung (Bebauungsdämpfung), die sich zwischen dem bewerteten Aufpunkt und der Schallquelle am Boden befinden sowie eine Dämpfung aufgrund von Abschirmung. Bei der hier durchgeführten Prognose sind diese Dämpfungsmaße (A_{bar} und A_{misc}) unberücksichtigt geblieben (s. Kapitel 2.2.3 dieser Ausarbeitung sowie Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro, S. 333 ff.). D.h. es wird angenommen, dass keine Dämpfung durch Bewuchs, Bebauung oder Abschirmung vorhanden ist.

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

Der Haupteinflussfaktor bei der Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Schalldruckpegels einer Windkraftanlage an einem Immissionsort ist der verwendete 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 geplante Windkraftanlage des Typs **ENERCON E-58** mit einer Nabhöhe von 70,5 m liegen die Ergebnisse zweier Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.) vor:

- WINDconsult, Bargeshagen, Schalltechnischer Bericht WICO 0500220 vom 03.05.2000 sowie Nachtrag WICO 020BE101 vom 23.01.2001. Dieser Bericht ergibt, dass der maximale Schalleistungspegel bei Betrieb der Anlage mit 95% der Nennleistung erreicht ist. Dieser maximale Schalleistungspegel beträgt 100,8 dB(A).
- Kötter Consulting Engineers, Rheine, Schalltechnischer Bericht Nr. 25715-1.001 vom 22.04.2002. Dieser Bericht ergibt, dass der maximale Schalleistungspegel bei Betrieb der Anlage mit 95% der Nennleistung erreicht ist. Dieser maximale Schalleistungspegel beträgt 100,7 dB(A).

Auf Grund dieser Vermessungen garantiert der Hersteller der Windkraftanlage einen Schalleistungspegel von 101,0 dB(A). Da der garantierte Schalleistungspegel über den vermessenen Schalleistungspegeln liegt, wurde in diesem Gutachten der garantierte Wert zu Grunde gelegt.

Es ist kein Ton- oder Impulshaltigkeitszuschlag anzusetzen.

Sämtliche genannten Messungen wurden unter typischen Bedingungen, entsprechend dem Messverfahren der DIN-EN61400-11 und unter Berücksichtigung der Randbedingungen der FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Brunsbüttel) durchgeführt. Das Messverfahren ist somit durch eine Standardabweichung von $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ gekennzeichnet.

3.7.3 Auswirkung der Produktionsstreuung

Für den Anlagentyp **ENERCON E-58** 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 zwei Vermessungen gemäß FGW-Richtlinie (Technische Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schalleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Rev. 13, Stand 01.01.2000, Brunsbüttel, Fördergesellschaft Windenergie e.V.) vorliegen.

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

3.7.4 Gesamtunsicherheit der Prognoseergebnisse

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

Wie in Kapitel 3.7.2 dieses Gutachtens dargestellt, wird in Bezug auf die geplanten Anlagen des Typs **ENERCON E-58** die Messunsicherheit angegeben mit $\sigma_{\text{R}} = 0,5 \text{ dB}$.

Wie in Kapitel 0 dieses Gutachtens ausgeführt, wird in Bezug auf die beurteilten Anlagen des Typs **ENERCON E-58** 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: $\sigma_{\text{P}} = 1,2 \text{ dB}$.

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 Messgenauigkeit	0,5 dB
σ_{P}	zu berücksichtigende Ungenauigkeit durch Serienstreuung	1,2 dB
σ_{Progn}	Unsicherheit des Prognoseverfahrens	1,5 dB

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

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

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

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

L_m : prognostizierter Immissionswert

z : Standardnormalvariable

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

4 Abschlusserklärung

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

Die Berechnungen wurden gemäß der deutschen Norm DIN-ISO 9613-2 und der TA-Lärm vom 26.08.99 mit der Software WINDpro (Version 2.3.0.216, Modul Decibel) durchgeführt.

Zwischen dem Auftraggeber und dem Planungsbüro SOLvent bestehen weder personelle noch kapitalmäßige noch verwandtschaftliche Verflechtungen.

24. März 2003



Dipl.-Inf. Johannes Waterkamp



Planungsbüro für regenerative
Energietechnik

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

5 Anhang

Es folgen:

- Die detaillierten Berechnungsberichte mit den zugehörigen Karten mit ISO-Schalllinien
- Kopien der Unterlagen, die zur Bestimmung der Schalleistungspegel der betrachteten Windkraftanlagen verwendet worden sind. Es handelt sich um folgende Anlagentypen:
 - ENERCON E-58
- Auszug aus der Programmdokumentation der Software WINDpro

Projekt:
Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:
Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite
24.03.2004 13:56 / 1

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

Berechnet:
22.03.2004 09:38/2.3.0.216

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Einwirkungsbereich WEA 01 + WEA 02

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

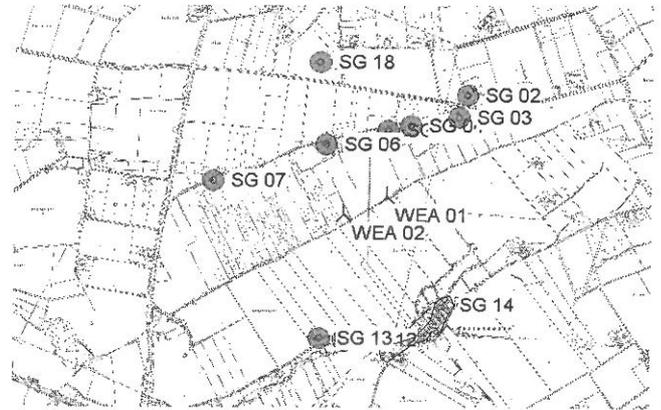
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



Maßstab 1:40.000
 Neue WEA
 Schallkritisches Gebiet

WEA

WEA	GK Zone: 2			Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ			Schallwerte				LWA, Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten		
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.	Höhe	Kreis- radius				Erzeuger	Name
WEA 01	2.588.096	5.757.706	150	E-58 Pölling/Berks (S1)	Ja	ENERCON	E-58/10.58	1.000	58,6	70,5	10,0	USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein
WEA 02	2.587.863	5.757.608	150	E-58 Berks (S2)	Ja	ENERCON	E-58/10.58	1.000	58,6	70,5	50,0	USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Name	GK Zone: 2			Anforderungen		Beurteilungspegel	Anforderungen erfüllt?	
		Ost	Nord	Z	Schall	Berechnet	Schall		
Nein				[m]	[dB(A)]	[dB(A)]			
	SG 02 Osthellermark 7	2.588.533	5.758.261	148	45,0	33,3	Ja		
	SG 03 Osthellermark 8	2.588.486	5.758.142	150	45,0	35,4	Ja		
	SG 04 Osthellermark 9	2.588.221	5.758.095	149	45,0	39,5	Ja		
	SG 05 Osthellermark 10	2.588.100	5.758.068	145	45,0	41,0	Ja		
	SG 06 Osthellermark 12	2.587.766	5.757.988	132	45,0	40,9	Ja		
	SG 07 Osthellermark 13	2.587.141	5.757.788	127	45,0	32,9	Ja		
	SG 12 Hastehausen 18	2.587.869	5.756.915	121	45,0	33,9	Ja		
	SG 13 Hastehausen 19	2.587.738	5.756.924	123	45,0	33,7	Ja		
	SG 14 Hastehausen Ortslage	2.588.400	5.757.149	128	45,0	35,5	Ja		
	SG 18 Altstätte 12	2.587.725	5.758.440	140	45,0	32,9	Ja		

Abstände (m)

WEA	WEA 01	WEA 02
SKG		
SG 02	706	936
SG 03	585	820
SG 04	409	605
SG 05	362	517
SG 06	433	392
SG 07	959	744
SG 12	823	693
SG 13	860	695
SG 14	635	705
SG 18	823	844

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 13:56 / 2

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:38/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Einwirkungsbereich WEA 01 + WEA 02**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:	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 02 Osthellermark 7****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]
WEA 01	706	710	36,5	Ja	31,63	101,0	3,00	68,02	1,35	3,01	0,00	0,00	72,38	0,00
WEA 02	936	938	36,6	Ja	28,33	101,0	3,01	70,44	1,78	3,45	0,00	0,00	75,67	0,00
Summe	33,30													

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Osthellermark 8**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]
WEA 01	585	589	37,5	Ja	33,92	101,0	3,00	66,40	1,12	2,57	0,00	0,00	70,08	0,00
WEA 02	820	823	37,6	Ja	29,92	101,0	3,01	69,31	1,56	3,21	0,00	0,00	74,08	0,00
Summe	35,38													

Schallkritisches Gebiet: SG 04 Osthellermark 9**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]
WEA 01	409	414	36,9	Ja	38,23	101,0	2,99	63,34	0,79	1,64	0,00	0,00	65,77	0,00
WEA 02	605	608	37,4	Ja	33,51	101,0	3,00	66,68	1,16	2,65	0,00	0,00	70,49	0,00
Summe	39,49													

Schallkritisches Gebiet: SG 05 Osthellermark 10**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]
WEA 01	362	368	35,7	Ja	39,62	101,0	2,99	62,33	0,70	1,34	0,00	0,00	64,37	0,00
WEA 02	517	522	37,0	Ja	35,35	101,0	3,00	65,35	0,99	2,31	0,00	0,00	68,65	0,00
Summe	41,00													

Schallkritisches Gebiet: SG 06 Osthellermark 12**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]
WEA 01	433	441	34,5	Ja	37,23	101,0	2,99	63,90	0,84	2,03	0,00	0,00	66,77	0,00
WEA 02	392	400	34,9	Ja	38,47	101,0	2,99	63,05	0,76	1,71	0,00	0,00	65,52	0,00
Summe	40,91													

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 13:56 / 3

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:38/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Einwirkungsbereich WEA 01 + WEA 02**Schallkritisches Gebiet: SG 07 Osthellermark 13****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]
WEA 01	959	963	37,7	Ja	28,06	101,0	3,01	70,67	1,83	3,44	0,00	0,00	75,94	0,00
WEA 02	744	750	39,1	Ja	31,10	101,0	3,00	68,50	1,42	2,98	0,00	0,00	72,90	0,00
Summe	32,86													

Schallkritisches Gebiet: SG 12 Hastehausen 18**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]
WEA 01	823	829	36,4	Ja	29,79	101,0	3,01	69,37	1,57	3,27	0,00	0,00	74,22	0,00
WEA 02	693	700	35,5	Ja	31,74	101,0	3,00	67,90	1,33	3,03	0,00	0,00	72,26	0,00
Summe	33,89													

Schallkritisches Gebiet: SG 13 Hastehausen 19**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]
WEA 01	860	865	36,0	Ja	29,26	101,0	3,01	69,74	1,64	3,36	0,00	0,00	74,74	0,00
WEA 02	695	702	35,6	Ja	31,72	101,0	3,00	67,92	1,33	3,03	0,00	0,00	72,29	0,00
Summe	33,68													

Schallkritisches Gebiet: SG 14 Hastehausen Ortslage**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]
WEA 01	635	641	41,2	Ja	33,10	101,0	3,00	67,13	1,22	2,55	0,00	0,00	70,90	0,00
WEA 02	707	712	40,7	Ja	31,80	101,0	3,00	68,05	1,35	2,81	0,00	0,00	72,21	0,00
Summe	35,51													

Schallkritisches Gebiet: SG 18 Altstätte 12**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]
WEA 01	823	826	40,9	Ja	30,01	101,0	3,01	69,34	1,57	3,08	0,00	0,00	73,99	0,00
WEA 02	844	847	43,0	Ja	29,80	101,0	3,01	69,56	1,61	3,04	0,00	0,00	74,21	0,00
Summe	32,92													

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 13:56 / 4

Lizenzierter Anwender:

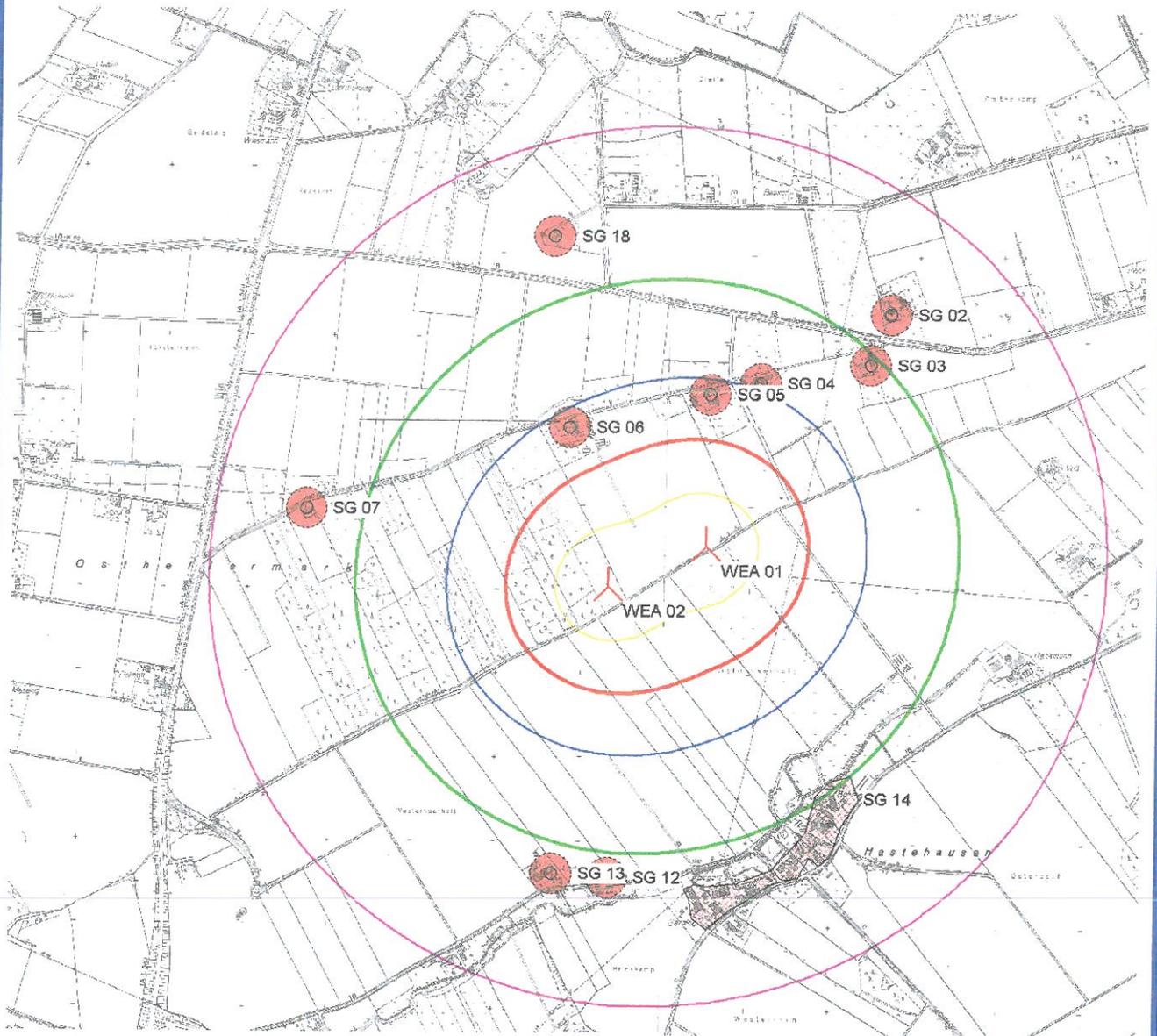
SOLVENT-Planungsbüro für Reg.
Lünener Straße 211
D-59174 Kamen
+49 2307 240063

Berechnet:

22.03.2004 09:38/2.3.0.216

DECIBEL - Berks-Pölling-Billerbeck

Berechnung: Einwirkungsbereich WEA 01 + WEA 02 Datei: Berks-Pölling-Billerbeck.bmi



Karte: Berks-Pölling-Billerbeck, Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.587.837 Nord: 5.757.618

▲ Neue WEA

■ Schallkritisches Gebiet

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 30 dB(A)

— 35 dB(A)

— 40 dB(A)

— 45 dB(A)

— 50 dB(A)

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 13:58 / 1

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:39/2.3.0.216

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

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

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

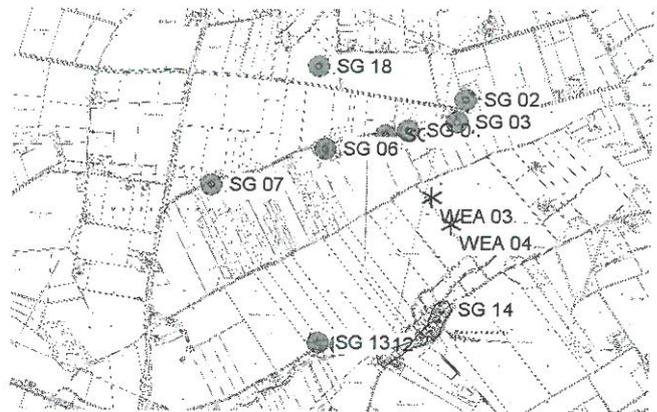
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s

Faktor für Meteorologischer Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

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

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

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



Maßstab 1:40.000

* Existierende WEA ■ Schallkritisches Gebiet

WEA

GK Zone: 2	Ost			Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ			Leistung	Rotord. Höhe	Kreis- radius	Schallwerte		LWA,Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten	
	Nord	Z	[m]		Aktuell	Hersteller	Typ				Erzeuger	Name				[dB(A)]
WEA 03	2.588.353	5.757.729	148	E-40-500 kW Reckmann (S7)	Nein	ENERCON	E-40/5.40	500	40,3	65,0	89,0	USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein
WEA 04	2.588.464	5.757.584	137	E-40/6.44-Reckmann (S8)	Ja	ENERCON	E-40/6.44	600	44,0	77,9		USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet

Nein	Name	GK Zone: 2			Anforderungen Schall [dB(A)]	Anforderungen Berechnet [dB(A)]	Anforderungen erfüllt? Schall
		Ost	Nord	Z [m]			
	SG 02 Osthellermark 7	2.588.533	5.758.261	148	45,0	36,2	Ja
	SG 03 Osthellermark 8	2.588.486	5.758.142	150	45,0	39,1	Ja
	SG 04 Osthellermark 9	2.588.221	5.758.095	149	45,0	39,9	Ja
	SG 05 Osthellermark 10	2.588.100	5.758.068	145	45,0	38,9	Ja
	SG 06 Osthellermark 12	2.587.766	5.757.988	132	45,0	34,3	Ja
	SG 07 Osthellermark 13	2.587.141	5.757.788	127	45,0	27,6	Ja
	SG 12 Hastehausen 18	2.587.869	5.756.915	121	45,0	31,6	Ja
	SG 13 Hastehausen 19	2.587.738	5.756.924	123	45,0	30,6	Ja
	SG 14 Hastehausen Ortslage	2.588.449	5.757.162	128	45,0	39,7	Ja
	SG 18 Altstätte 12	2.587.725	5.758.440	140	45,0	30,2	Ja

Abstände (m)

WEA		
SKG	WEA 03	WEA 04
SG 02	562	681
SG 03	434	558
SG 04	389	566
SG 05	423	605
SG 06	641	806
SG 07	1214	1339
SG 12	947	896
SG 13	1013	981
SG 14	575	422
SG 18	949	1131

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 13:58 / 2

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:39/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Vorbelastung**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:	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 02 Osthellermark 7****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]
WEA 03	562	565	32,6	Ja	34,11	101,0	3,00	66,04	1,07	2,77	0,00	0,00	69,89	0,00
WEA 04	681	684	36,0	Ja	32,04	101,0	3,00	67,70	1,30	2,96	0,00	0,00	71,96	0,00
Summe	36,21													

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Osthellermark 8**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]
WEA 03	434	438	33,6	Ja	37,26	101,0	3,00	63,82	0,83	2,08	0,00	0,00	66,73	0,00
WEA 04	558	562	37,5	Ja	34,48	101,0	3,00	65,99	1,07	2,46	0,00	0,00	69,52	0,00
Summe	39,10													

Schallkritisches Gebiet: SG 04 Osthellermark 9**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]
WEA 03	389	393	33,2	Ja	38,54	101,0	2,99	62,90	0,75	1,81	0,00	0,00	65,45	0,00
WEA 04	566	569	37,0	Ja	34,29	101,0	3,00	66,11	1,08	2,52	0,00	0,00	69,71	0,00
Summe	39,93													

Schallkritisches Gebiet: SG 05 Osthellermark 10**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]
WEA 03	423	427	31,7	Ja	37,40	101,0	2,99	63,61	0,81	2,17	0,00	0,00	66,60	0,00
WEA 04	605	609	35,3	Ja	33,38	101,0	3,00	66,69	1,16	2,77	0,00	0,00	70,62	0,00
Summe	38,85													

Schallkritisches Gebiet: SG 06 Osthellermark 12**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]
WEA 03	641	645	29,2	Ja	32,36	101,0	3,00	67,20	1,23	3,22	0,00	0,00	71,64	0,00
WEA 04	806	810	31,8	Ja	29,86	101,0	3,01	69,17	1,54	3,44	0,00	0,00	74,14	0,00
Summe	34,30													

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 13:58 / 3

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:39/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Vorbelastung**Schallkritisches Gebiet: SG 07 Osthellermark 13****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]
WEA 03	1.214	1.216	31,9	Ja	25,10	101,0	3,01	72,70	2,31	3,90	0,00	0,00	78,91	0,00
WEA 04	1.339	1.342	33,6	Ja	23,97	101,0	3,01	73,55	2,55	3,94	0,00	0,00	80,04	0,00
Summe	27,58													

Schallkritisches Gebiet: SG 12 Hastehausen 18**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]
WEA 03	947	951	36,0	Ja	28,14	101,0	3,01	70,57	1,81	3,49	0,00	0,00	75,86	0,00
WEA 04	896	900	41,6	Ja	29,01	101,0	3,01	70,09	1,71	3,20	0,00	0,00	74,99	0,00
Summe	31,61													

Schallkritisches Gebiet: SG 13 Hastehausen 19**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]
WEA 03	1.013	1.017	35,1	Ja	27,33	101,0	3,01	71,14	1,93	3,61	0,00	0,00	76,68	0,00
WEA 04	981	985	41,3	Ja	27,92	101,0	3,01	70,87	1,87	3,35	0,00	0,00	76,09	0,00
Summe	30,65													

Schallkritisches Gebiet: SG 14 Hastehausen Ortslage**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]
WEA 03	575	580	39,2	Ja	34,20	101,0	3,00	66,27	1,10	2,43	0,00	0,00	69,80	0,00
WEA 04	422	430	43,2	Ja	38,28	101,0	2,99	63,65	0,82	1,24	0,00	0,00	65,71	0,00
Summe	39,72													

Schallkritisches Gebiet: SG 18 Altstätte 12**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]
WEA 03	949	951	34,6	Ja	28,09	101,0	3,01	70,57	1,81	3,54	0,00	0,00	75,91	0,00
WEA 04	1.131	1.133	36,3	Ja	26,07	101,0	3,01	72,09	2,15	3,69	0,00	0,00	77,94	0,00
Summe	30,21													

Projekt:
Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:
Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

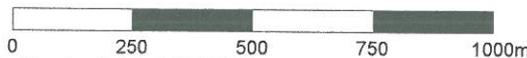
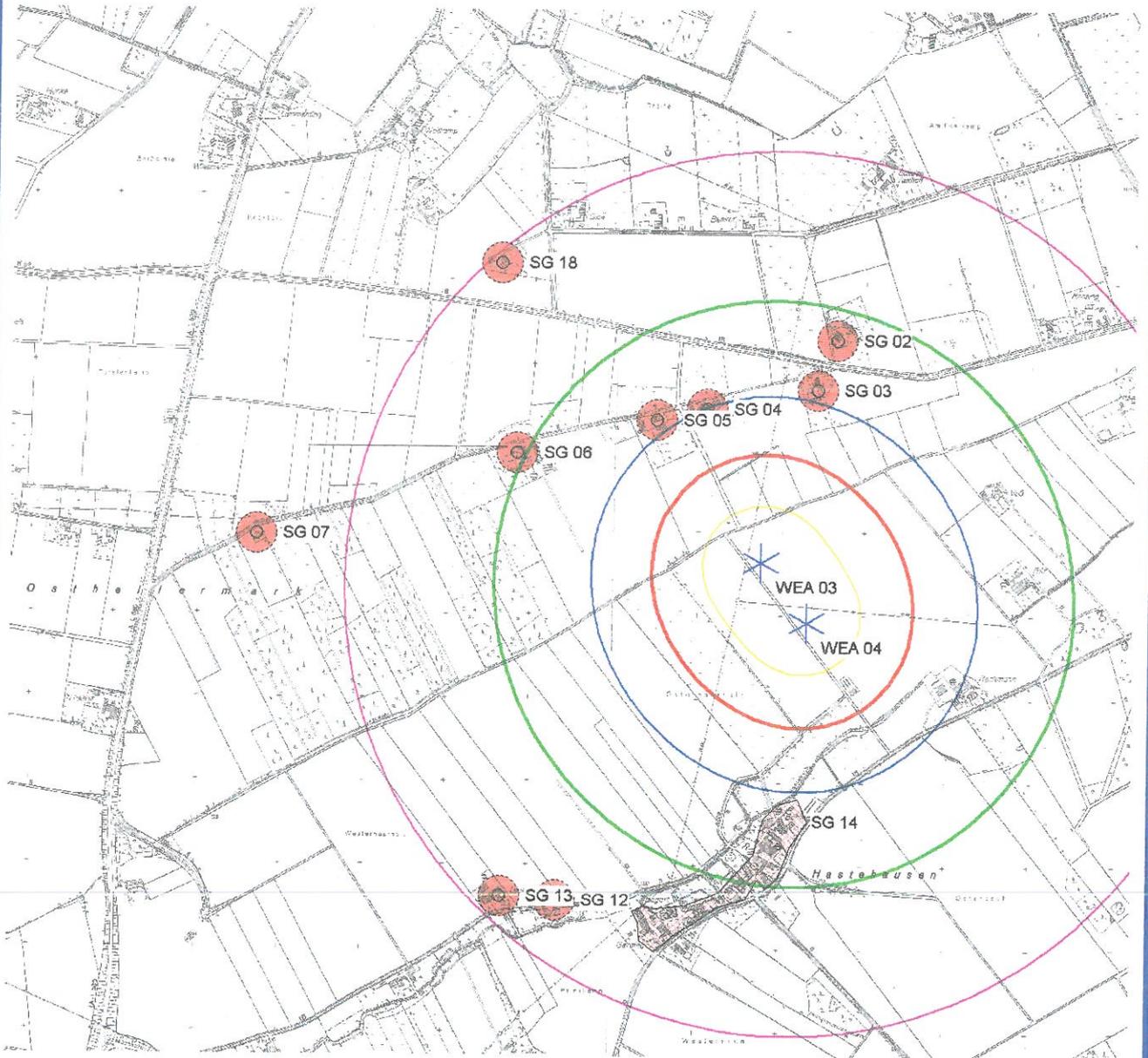
Ausdruck/Seite
24.03.2004 13:58 / 4

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

Berechnet:
22.03.2004 09:39/2.3.0.216

DECIBEL - Berks-Pölling-Billerbeck

Berechnung: Vorbelastung Datei: Berks-Pölling-Billerbeck.bmi



Karte: Berks-Pölling-Billerbeck, Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.587.949 Nord: 5.757.687

* Existierende WEA ■ Schallkritisches Gebiet

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 30 dB(A) — 35 dB(A) — 40 dB(A) — 45 dB(A) — 50 dB(A)

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 14:00 / 1

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:40/2.3.0.216

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prognose Windpark Billerbeck-Osthellermark Nord-West

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

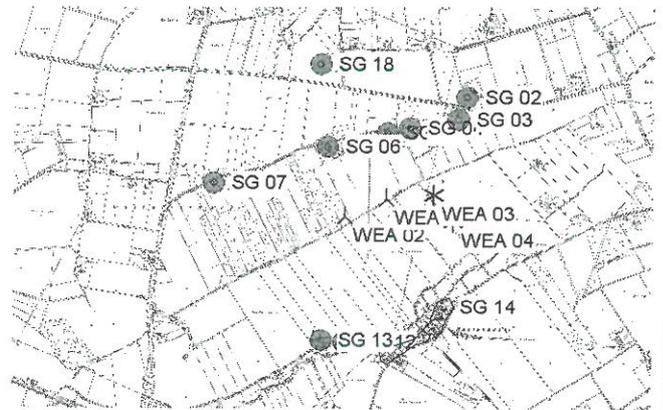
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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.



↖ Neue WEA

Maßstab 1:40.000

* Existierende WEA

■ Schallkritisches Gebiet

WEA

GK Zone: 2	Ost		Z	Reihendaten/ Beschreibung	WEA Typ			Schallwerte								
	Ost	Nord			Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.	Höhe	Kreisradius	Erzeuger	Name	LWA,Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten
WEA 01	2.588.096	5.757.706	150	E-58 Pölling/Berks (S1)	Ja	ENERCON	E-58/10.58	1.000	58,6	70,5	10,0	USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein
WEA 02	2.587.863	5.757.808	150	E-58 Berks (S2)	Ja	ENERCON	E-58/10.58	1.000	58,6	70,5	50,0	USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein
WEA 03	2.588.353	5.757.729	148	E-40-500 kW Reckmann (S7)	Nein	ENERCON	E-40/5.40	500	40,3	65,0	89,0	USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein
WEA 04	2.588.464	5.757.584	137	E-40/6.44-Reckmann (S8)	Ja	ENERCON	E-40/6.44	600	44,0	77,9		USER	Benutzerdefiniert	101,0	Nein	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet	Name	GK Zone: 2			Anforderungen		Beurteilungspegel	Anforderungen erfüllt?	
		Ost	Nord	Z [m]	Schall [dB(A)]	Berechnet [dB(A)]	Schall	Schall	
	SG 02 Osthellermark 7	2.588.533	5.758.261	148	45,0	38,0	Ja		
	SG 03 Osthellermark 8	2.588.486	5.758.142	150	45,0	40,6	Ja		
	SG 04 Osthellermark 9	2.588.221	5.758.095	149	45,0	42,7	Ja		
	SG 05 Osthellermark 10	2.588.100	5.758.068	145	45,0	43,1	Ja		
	SG 06 Osthellermark 12	2.587.766	5.757.988	132	45,0	41,8	Ja		
	SG 07 Osthellermark 13	2.587.141	5.757.788	127	45,0	34,0	Ja		
	SG 12 Hastehausen 18	2.587.869	5.756.915	121	45,0	35,9	Ja		
	SG 13 Hastehausen 19	2.587.738	5.756.924	123	45,0	35,4	Ja		
	SG 14 Hastehausen Ortslage	2.588.449	5.757.162	128	45,0	41,0	Ja		
	SG 18 Altstätte 12	2.587.725	5.758.440	140	45,0	34,8	Ja		

Abstände (m)

WEA	WEA 03	WEA 04	WEA 01	WEA 02
SG 02	562	681	706	936
SG 03	434	558	585	820
SG 04	389	566	409	605
SG 05	423	605	362	517
SG 06	641	806	433	392
SG 07	1214	1339	959	744
SG 12	947	896	823	693
SG 13	1013	981	860	695
SG 14	575	422	635	705
SG 18	949	1131	823	844

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 14:00 / 2

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:40/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Prognose Windpark Billerbeck-Osthellermark Nord-West**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:	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 02 Osthellermark 7****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]
WEA 01	706	710	36,5	Ja	31,63	101,0	3,00	68,02	1,35	3,01	0,00	0,00	72,38	0,00
WEA 02	936	938	36,6	Ja	28,33	101,0	3,01	70,44	1,78	3,45	0,00	0,00	75,67	0,00
WEA 03	562	565	32,6	Ja	34,11	101,0	3,00	66,04	1,07	2,77	0,00	0,00	69,89	0,00
WEA 04	681	684	36,0	Ja	32,04	101,0	3,00	67,70	1,30	2,96	0,00	0,00	71,96	0,00
Summe	38,01													

Schallkritisches Gebiet: SG 03 Osthellermark 8**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]
WEA 01	585	589	37,5	Ja	33,92	101,0	3,00	66,40	1,12	2,57	0,00	0,00	70,08	0,00
WEA 02	820	823	37,6	Ja	29,92	101,0	3,01	69,31	1,56	3,21	0,00	0,00	74,08	0,00
WEA 03	434	438	33,6	Ja	37,26	101,0	3,00	63,82	0,83	2,08	0,00	0,00	66,73	0,00
WEA 04	558	562	37,5	Ja	34,48	101,0	3,00	65,99	1,07	2,46	0,00	0,00	69,52	0,00
Summe	40,64													

Schallkritisches Gebiet: SG 04 Osthellermark 9**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]
WEA 01	409	414	36,9	Ja	38,23	101,0	2,99	63,34	0,79	1,64	0,00	0,00	65,77	0,00
WEA 02	605	608	37,4	Ja	33,51	101,0	3,00	66,68	1,16	2,65	0,00	0,00	70,49	0,00
WEA 03	389	393	33,2	Ja	38,54	101,0	2,99	62,90	0,75	1,81	0,00	0,00	65,45	0,00
WEA 04	566	569	37,0	Ja	34,29	101,0	3,00	66,11	1,08	2,52	0,00	0,00	69,71	0,00
Summe	42,73													

Schallkritisches Gebiet: SG 05 Osthellermark 10**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]
WEA 01	362	368	35,7	Ja	39,62	101,0	2,99	62,33	0,70	1,34	0,00	0,00	64,37	0,00
WEA 02	517	522	37,0	Ja	35,35	101,0	3,00	65,35	0,99	2,31	0,00	0,00	68,65	0,00
WEA 03	423	427	31,7	Ja	37,40	101,0	2,99	63,61	0,81	2,17	0,00	0,00	66,60	0,00
WEA 04	605	609	35,3	Ja	33,38	101,0	3,00	66,69	1,16	2,77	0,00	0,00	70,62	0,00
Summe	43,07													

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 14:00 / 3

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:40/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Prognose Windpark Billerbeck-Osthellermark Nord-West**Schallkritisches Gebiet: SG 06 Osthellermark 12****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]
WEA 01	433	441	34,5	Ja	37,23	101,0	2,99	63,90	0,84	2,03	0,00	0,00	66,77	0,00
WEA 02	392	400	34,9	Ja	38,47	101,0	2,99	63,05	0,76	1,71	0,00	0,00	65,52	0,00
WEA 03	641	645	29,2	Ja	32,36	101,0	3,00	67,20	1,23	3,22	0,00	0,00	71,64	0,00
WEA 04	806	810	31,8	Ja	29,86	101,0	3,01	69,17	1,54	3,44	0,00	0,00	74,14	0,00
Summe	41,77													

Schallkritisches Gebiet: SG 07 Osthellermark 13**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]
WEA 01	959	963	37,7	Ja	28,06	101,0	3,01	70,67	1,83	3,44	0,00	0,00	75,94	0,00
WEA 02	744	750	39,1	Ja	31,10	101,0	3,00	68,50	1,42	2,98	0,00	0,00	72,90	0,00
WEA 03	1.214	1.216	31,9	Ja	25,10	101,0	3,01	72,70	2,31	3,90	0,00	0,00	78,91	0,00
WEA 04	1.339	1.342	33,6	Ja	23,97	101,0	3,01	73,55	2,55	3,94	0,00	0,00	80,04	0,00
Summe	33,99													

Schallkritisches Gebiet: SG 12 Hastehausen 18**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]
WEA 01	823	829	36,4	Ja	29,79	101,0	3,01	69,37	1,57	3,27	0,00	0,00	74,22	0,00
WEA 02	693	700	35,5	Ja	31,74	101,0	3,00	67,90	1,33	3,03	0,00	0,00	72,26	0,00
WEA 03	947	951	36,0	Ja	28,14	101,0	3,01	70,57	1,81	3,49	0,00	0,00	75,86	0,00
WEA 04	896	900	41,6	Ja	29,01	101,0	3,01	70,09	1,71	3,20	0,00	0,00	74,99	0,00
Summe	35,91													

Schallkritisches Gebiet: SG 13 Hastehausen 19**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]
WEA 01	860	865	36,0	Ja	29,26	101,0	3,01	69,74	1,64	3,36	0,00	0,00	74,74	0,00
WEA 02	695	702	35,6	Ja	31,72	101,0	3,00	67,92	1,33	3,03	0,00	0,00	72,29	0,00
WEA 03	1.013	1.017	35,1	Ja	27,33	101,0	3,01	71,14	1,93	3,61	0,00	0,00	76,68	0,00
WEA 04	981	985	41,3	Ja	27,92	101,0	3,01	70,87	1,87	3,35	0,00	0,00	76,09	0,00
Summe	35,43													

Schallkritisches Gebiet: SG 14 Hastehausen Ortslage**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]
WEA 01	648	654	41,4	Ja	32,86	101,0	3,00	67,31	1,24	2,59	0,00	0,00	71,15	0,00
WEA 02	736	742	40,9	Ja	31,31	101,0	3,00	68,40	1,41	2,88	0,00	0,00	72,69	0,00
WEA 03	575	580	39,2	Ja	34,20	101,0	3,00	66,27	1,10	2,43	0,00	0,00	69,80	0,00
WEA 04	422	430	43,2	Ja	38,28	101,0	2,99	63,65	0,82	1,24	0,00	0,00	65,71	0,00
Summe	41,02													

Schallkritisches Gebiet: SG 18 Altstätte 12**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]
WEA 01	823	826	40,9	Ja	30,01	101,0	3,01	69,34	1,57	3,08	0,00	0,00	73,99	0,00
WEA 02	844	847	43,0	Ja	29,80	101,0	3,01	69,56	1,61	3,04	0,00	0,00	74,21	0,00
WEA 03	949	951	34,6	Ja	28,09	101,0	3,01	70,57	1,81	3,54	0,00	0,00	75,91	0,00
WEA 04	1.131	1.133	36,3	Ja	26,07	101,0	3,01	72,09	2,15	3,69	0,00	0,00	77,94	0,00

Projekt:

Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:

Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

Ausdruck/Seite

24.03.2004 14:00 / 4

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

22.03.2004 09:40/2.3.0.216

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prognose Windpark Billerbeck-Osthellermark Nord-West

Summe 34,79

Projekt:
Berks-Pölling-Weitkamp-Kock

Beschreibung:
Billerbeck-Osthellermark (COE 02)
031-04-1901-04.01

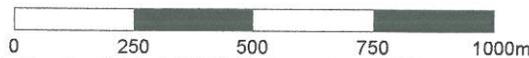
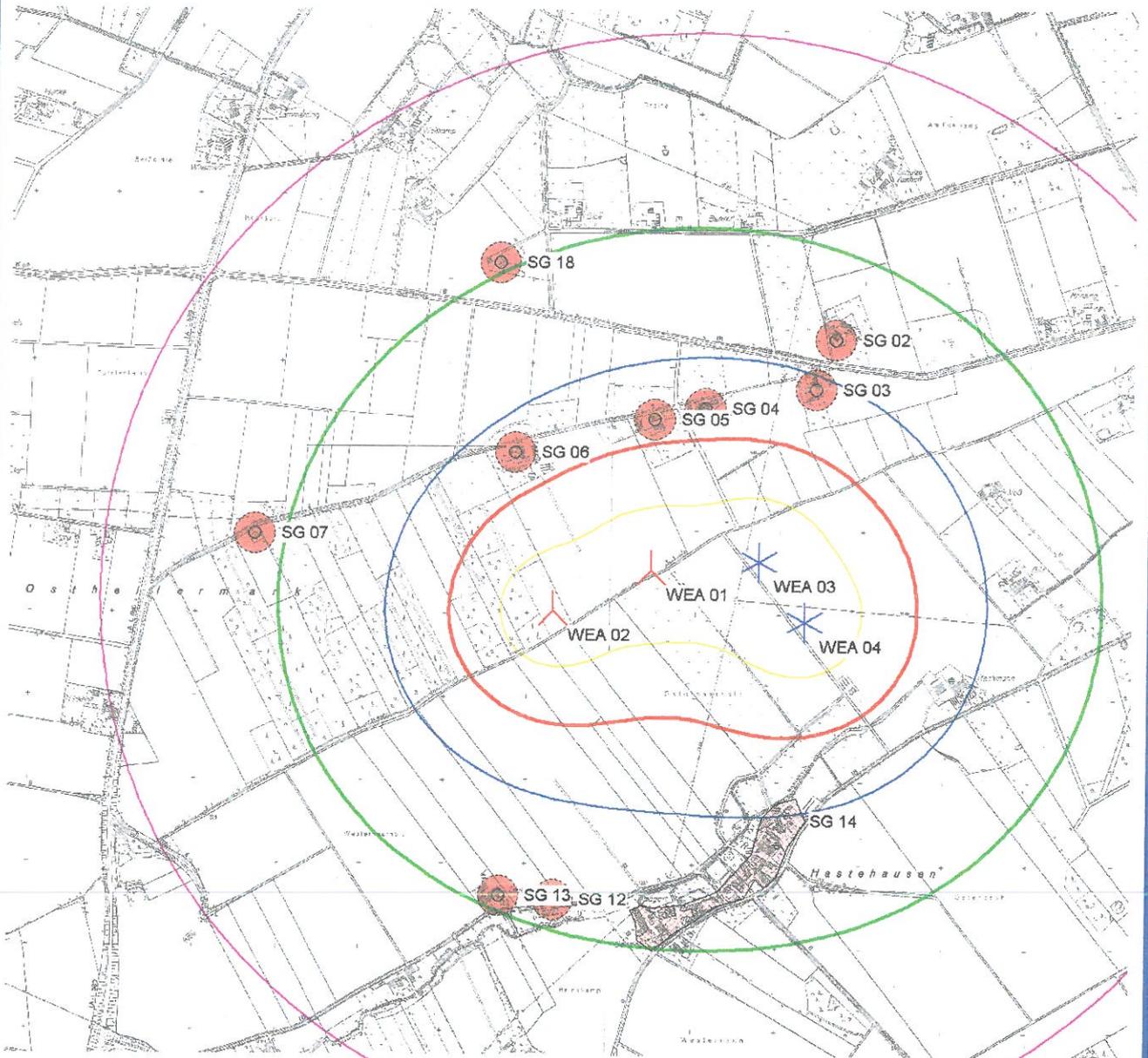
Ausdruck/Seite
24.03.2004 14:00 / 5

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

Berechnet:
22.03.2004 09:40/2.3.0.216

DECIBEL - Berks-Pölling-Billerbeck

Berechnung: Prognose Windpark Billerbeck-Osthellermark Nord-West Datei: Berks-Pölling-Billerbeck.bmi



Karte: Berks-Pölling-Billerbeck, Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.587.949 Nord: 5.757.687

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

ENERCON E-58

Schallvermessungsberichte

WINDconsult WICO 05002200

vom 03.05. 2000

Kötter Messbericht Nr. 25715-1.001

vom 22.04. 2002



Die Schalleistungspegel der ENERCON E-58/10.58 mit 1.000kW Nennleistung und 58m Rotordurchmesser werden wie folgt angegeben:

	<u>Vermessener</u> Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie		<u>ENERCON</u> <u>Garantie</u>
	1. Vermessung	2. Vermessung	Garantierter Schalleistungspegel und Tonhaltigkeitszuschlag für 95% Nennleistung nach FGW-Richtlinie
Anzahl	1. Vermessung	2. Vermessung	
WEA	E-58/10.58 mit 67m NH	E-58/10.58 mit 70,5m NH	
Institut	WIND-consult GmbH	KÖTTER Consulting Engineers	
Bericht	WICO 05002200 vom 03.05.2000	KCE 25715-1.001 vom 22.04.2002	
70,5m NH	100,8 dB(A) 0 dB	100,7 dB(A) 0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB
89m NH	100,8 dB(A) 0 dB	100,7 dB(A) 0 dB	101,0 dB(A) 0-1 dB

- Die Angaben zum Schalleistungspegel, der Tonhaltigkeit sowie der Impulshaltigkeit wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision entsprechend Messdatum, Stand 01.01.2000, Hamburg, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte), basierend auf der DIN EN61400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschmissionen) mit Stand Februar 2000 durchgeführt. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht der DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschmissionen“, Stand Juli 1996). Zur Feststellung der Tonhaltigkeit wurde entsprechend der Technischen Richtlinie nach DIN 45681 (Entwurf, „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren).
- Der Schalleistungspegel für 95% der Nennleistung bezieht sich nach FGW-Richtlinie auf die Referenzwindgeschwindigkeit von 10m/s in 10m Höhe (entspricht 8,6m/s in 10m Höhe für Messbericht WICO 05002200 wie auch für Messbericht KCE 25715-1.001).
- Die Meßunsicherheit wird im vorliegenden schalltechnischen Bericht WICO 05002200 mit $U_{ges, Messung} = 1,4dB$ abgeschätzt. Für den Bericht KCE 25715-1.001 wurde eine Meßungenauigkeit von $\sigma_R = 0,5dB$ angegeben.
- Umgerechnete Schalleistungspegelwerte für die oben genannten Nabenhöhen ergeben sich als Berechnung aus den Vermessungen der E-58/10.58 der jeweils vermessenen Nabenhöhe.
- ENERCON Anlagen gewährleisten aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.

Auszug aus dem Prüfbericht

Seite 1

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

Rev. 13 vom 01. Januar 2000 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Flotowstr. 41 - 43, D-22083 Hamburg)

Auszug aus dem Prüfbericht 05002200
zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ E-58 (Standardbetriebsweise)

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)	
Anlagenhersteller:	ENERCON GMBH	Nennleistung (Generator):	1.000 kW
Seriennummer:	58001	Rotordurchmesser:	58,6 m
WEA-Standort (ca.):	RW: 2596530 HW:5929950	Nabenhöhe über Grund:	67 m
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Turmbauart:	Stahlrohrturm
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Leistungsregelung:	Pitch/Stall/Aktiv-Stall
Typenbezeichnung Blatt:	E-58	Erg. Daten zu Getriebe und Generator	
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Getriebehersteller:	entfällt
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt
Rotordrehzahlbereich:	10 – 24,5 U/min	Generatorhersteller:	Enercon GmbH
Prüfbericht zur Leistungskurve: keine Angabe		Typenbezeichnung Generator:	E-58
		Generatormenndrehzahl:	10 – 24,5 U/min

	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen												
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung														
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms^{-1}	386 kW	95,1 dB(A)	(1)												
	7 ms^{-1}	613 kW	97,2 dB(A)													
	8 ms^{-1}	832 kW	99,4 dB(A)													
	8,6 ms^{-1}	950 kW	100,8 dB(A)													
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	6 ms^{-1}	386 kW	0 dB bei 214 Hz	(1)												
	7 ms^{-1}	613 kW	0 dB bei 152 Hz													
	8 ms^{-1}	832 kW	0 dB bei 162 Hz													
	8,6 ms^{-1}	950 kW	0 dB bei 172 Hz													
Impulszuschlag für den Nahbereich K_{IN}	6 ms^{-1}	386 kW	0 dB	(1)												
	7 ms^{-1}	613 kW	0 dB													
	8 ms^{-1}	832 kW	0 dB													
	8,6 ms^{-1}	950 kW	0 dB													
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	55,8	60,0	63,9	67,7	71,4	75,0	78,5	80,7	84,3	83,6	85,3	86,3	86,2	86,3	88,6	90,0
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	89,6	88,8	89,7	89,2	87,0	85,1	82,2	79,2	77,2	74,8	70,8	67,6	65,7	66,9	73,1	64,9
Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8,6 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
$L_{WA,P}$	56,5	60,7	64,3	68,7	72,2	75,5	79,5	80,9	83,1	86,0	86,3	90,3	87,0	86,3	89,3	91,1
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
$L_{WA,P}$	91,1	90,2	91,0	90,6	88,7	86,8	84,1	81,1	80,3	78,4	74,7	71,7	69,0	66,9	72,5	64,4

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 01.03.2000. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen:

- Der Betriebspunkt der 95%igen Nennleistung, für den der maximale Schalleistungspegel angegeben wird, liegt unter Berücksichtigung der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe, bei $v_{10} = 8,6 \text{ ms}^{-1}$ in 10m ü.G.

Gemessen durch: WIND-consult GmbH

Datum: 03.05.2000



WIND-consult GmbH
 WIND-consult
 Ingenieurgesellschaft für
 Schallmessungen mbH
 Unterschrift Unterschrift

DAP-P-02.756-00-94-28

Nach DIN EN 45001 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Klassenmitte	ms ⁻¹	6	7	8	8,6 ²⁾
Referenz-Wirkleistung ¹⁾	kW	386	613	832	950
Tonhaltigkeit K _{TN}	dB	0	0	0	0
Impulshaltigkeit K _{IN}	dB	0	0	0	0
Schalleistungspegel L _{WA, P}	dB(A)	95,1	97,2	99,4	100,8

Tab. 11: Ergebnisübersicht

- 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 vermessenen Nabenhöhe bei $v_{10} = 8,6 \text{ ms}^{-1}$ in 10m ü.G.

Die Meßunsicherheit wird nach /1/ mit $U_{\text{ges}} = 1,4 \text{ dB}$ abgeschätzt.

Die vorliegende Untersuchung wurde von der WIND-consult GmbH gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

MESSBERICHT NR. 25715-1.001

über die Ermittlung der Schallemissionen der Windenergieanlage
Enercon E-58/10.58 in 47533 Kleve

Auftraggeber:

Enercon GmbH
Dreekamp 5

26605 Aurich

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Arno Schällig
Frank Wenzel

Datum:

22.04.2002

4.4 Schalleistungspegel

Aus dem hintergrundgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,C}$ am Referenzmeßpunkt wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel L_W nach [1] wie folgt bestimmt:

$$L_W = L_{Aeq,C} - 6 + 10 \lg \left(4\pi \cdot \frac{R_1^2}{S_0} \right)$$

R_1 $\hat{=}$ Abstand Rotormittelpunkt - Mikrofon (125,48 m)

S_0 $\hat{=}$ Bezugsfläche ($S_0 = 1 \text{ m}^2$)

Die Konstante von 6 dB in obiger Gleichung trägt der Schalldruckpegelerhöhung auf einer schallharten Platte Rechnung.

In Tabelle 4 sind zusammenfassend Schalleistungspegel sowie Ton- und Impulszuschläge für die vorliegenden Windgeschwindigkeiten angegeben:

Windgeschwindigkeit v_{10} /m/s	6	7	8	8,6 ¹⁾
L_{Aeq} /dB(A), Betrieb	51,3	53,0	54,2	54,8
L_{Aeq} /dB(A), Hintergr.	47,1	47,5	47,9	48,2
$L_{Aeq,C}$ /dB(A)	49,3 ²⁾	51,5 ²⁾	53,0	53,7
K_{IN} /dB	0	0	0	0
K_{TN} /dB	0	0	0	0
L_{WA} /dB(A)	96,3	98,5	100,0	100,7

1) bezogen auf 95% von $P_{NOM} = 1000 \text{ kW}$, hier $P_{95\%} = 950 \text{ kW}$

2) Abstand < 6 dB zwischen anlagen- und Hintergrundgeräusch

Tabelle 4: Emissionsdaten aus der Regression 2. Ordnung der E-58/10.58 mit einer Nabhöhe von 70,5 m

Terzpegelfrequenzspektren der Schalleistung befinden sich in der Anlage.

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

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

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

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

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Berechnungsverfahren in Oktaven

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

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

Mit:

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

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

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

Mit:

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

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

D_c : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden D_{Σ} (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 geometrische Ausbreitung (=VDI 2714 Abstandsmaß D_s)

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

A_{gr} : Bodendämpfung (=VDI 2714 Boden und Meteorologie-dämpfungsmaß DBM)

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

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

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

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

mit:

α_f : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband

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

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

Langzeit-Mittelungspegel (Resultierender Beurteilungspegel)

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

$$L_{A,r}(L) = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{A,i} - C_{\text{met}} + K_{\text{II}} + K_{\text{III}})} \quad (14)$$

$L_{A,r}$: Beurteilungspegel am Immissionspunkt

$L_{A,n}$: Schalldruckpegel an dem Immissionspunkt einer

Emissionsquelle i

i : Index für alle Gerätschquellen von 1-n

K_{II} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i , abhängig von den

lokalen Vorschriften

K_{III} : Zuschlag für Impulscharakter einer Emissionsquelle i , abhängig von

den lokalen Vorschriften

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

Gleichungen:

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

$C_{\text{met}} = C0 [1 - 10(h_a + h_r)/dp]$ für $dp > 10$,
 d_p : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt projiziert auf den Boden.

wobei der Faktor $C0$ abhängig von den Witterungsbedingungen zwischen 0 und 5 dB liegen kann. Werte über 2 dB treten nur in Ausnahmefällen auf. In WindPRO kann $C0$ individuell für jede Schallberechnung definiert werden.