

000140

Schallprognose für 1 Windenergieanlage am Standort

Zu Bauschein Nr. 14-0377966-02
Bauaufsichtlich geprüft

Bitburg, 28. April 2004

Kreisverwaltung Bitburg-Prüm
Bauaufsichtsbehörde
Im Auftrag:

Hisel

Datum: 04.12.2003

Bearbeitung:

NET GmbH

- Wind Climatology and Ressources -

Sickingenstr. 101

54296 Trier

Tel 0651 / 43688 15

Fax 0651 / 43688 20



000141



Die vorliegende Schallprognose für den Standort Hisel wurde von der Planungsabteilung der NET GmbH gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Für die Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schallprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA-Lärm und der deutschen Norm DIN ISO 9613 sowie der von der Herstellerfirma der Windenergieanlage gestellten Anlagendaten.

Trier, 04.12.2003



Sickingenstraße 101 • 54296 Trier
Tel.: 06 51/4 36 88-0 • Fax: 06 51/4 36 88-20



000142

Inhalt:

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 4 |
| 2 | Theoretischer Teil | 5 |
| 2.1 | Allgemeines zur Schallproblematik | 5 |
| 2.1.1 | Grundlagen | 5 |
| 2.1.2 | Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen ... | 6 |
| 2.1.3 | Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel | 8 |
| 2.1.4 | Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung | 9 |
| 2.1.5 | Schallimmissionen von Windkraftanlagen | 9 |
| 2.2 | Immissionsprognose..... | 11 |
| 2.2.1 | Grundlage..... | 11 |
| 2.2.2 | Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T | 11 |
| 2.2.3 | Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I | 14 |
| 2.2.4 | Weitere Betrachtungen | 15 |
| 3 | Standortdaten | 16 |
| 3.1 | Schallkritische Gebiete / Immissionspunkte | 17 |
| 3.2 | Schalleistungspegel Windkraftanlagen..... | 17 |
| 4 | Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2 | 18 |
| 5 | Zusammenfassung..... | 23 |
| 6 | Vorschriften und Quellen (Auswahl)..... | 24 |

Anhang

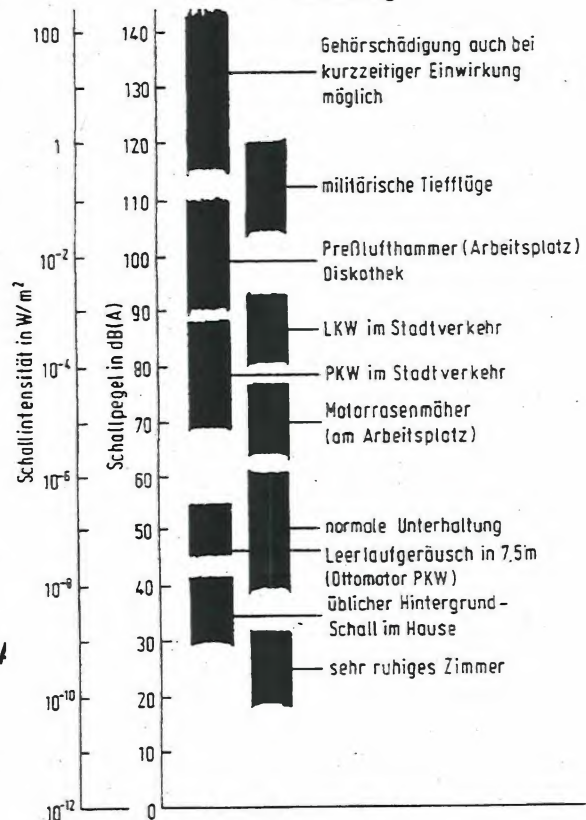


000143

1 Einleitung

Die Nutzung der Windkraft gewinnt bei der elektrischen Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu konventionellen Stromerzeugungsanlagen bestehen bei Windkraftanlagen (WKA) wesentlich weniger negative Beeinträchtigungen (u.a. Flächenverbrauch, Schadstoffausstoß) auf unsere Umwelt. Eine der negativen Umwelteinwirkungen durch Windkraftanlagen besteht jedoch in der Geräusentwicklung, die einerseits vom mechanischen Triebstrang (Getriebe, Generator, usw.) und andererseits vom sich drehenden Rotor verursacht wird. Dieser Schall wird aufgrund seiner Geräuschart von den meisten Menschen als unangenehm und lästig empfunden und somit als Lärm wahrgenommen. Da die Menschen alltäglich schon verschiedensten Arten von Lärm ausgesetzt sind (s. Abbildung 1), ist es gerade bei den "sanften Energien" wichtig, dass der Mensch durch sie nicht auch noch zusätzlichen Lärmbelastungen ausgesetzt wird. Durch eine Schallprognose wird im Vorfeld der Planung untersucht, ob die einzuhaltenden Schallgrenzwerte (Immissionsrichtwerte) überschritten werden könnten. So kann im Vorfeld eine Beeinträchtigung der Nachbarn durch die Anlagengeräusche ausgeschlossen werden. Zur Untersuchung und Darstellung der Schallproblematik wurden von den Behörden und verschiedenen Gremien genaue Vorschriften und Richtlinien erarbeitet, die als Grundlage für die Schallprognose dienen. Die wesentliche Vorschrift für die Erstellung von Schallprognosen ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm). Nach TA Lärm sind die Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien nach der DIN ISO 9613-2 durchzuführen.

Abbildung 1





000144

2 Theoretischer Teil

2.1 Allgemeines zur Schallproblematik

2.1.1 Grundlagen

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die das menschliche Ohr wahrnimmt. Abbildung 2 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

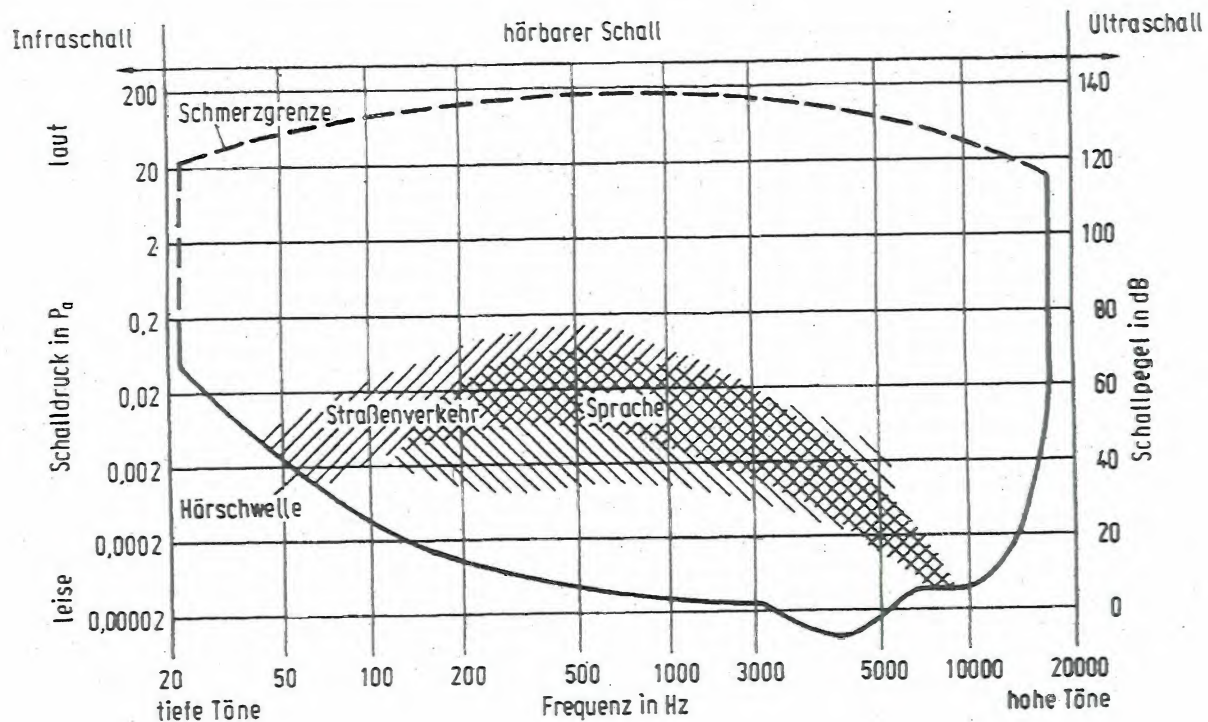


Abbildung 2

Der hörbare Bereich liegt zwischen ca. 20 Hz (Hertz) und 16 000 Hz. Das Ohr nimmt Druckschwankungen ab 0,00002 Pascal (Pa) (=20 dB) wahr, ab 20 Pa (120dB) wird der Schall schmerzhaft. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall (Körperschall) und der über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.



000145

2.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen

Abbildung 3 zeigt den Zusammenhang von Schallentwicklung, -ausbreitung und -immission sowie die entsprechenden jeweiligen Vorschriften und Richtlinien.

- **Emissionen** sind im allgemeinen die von einer Anlage (Quelle) ausgehenden Luftverunreinigungen, *Geräusche*, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen.
- **Transmission** ist die Ausbreitung der von einer Quelle emittierten Umweltbelastungen, z.B. die *Schallausbreitung*. Die Umgebung wirkt dabei dämpfend auf die von der Quelle ausgestrahlten Belastungen.
- **Immissionen** sind die auf Natur, Tiere, Pflanzen und den Menschen einwirkenden Belastungen (Luftverunreinigung, *Lärm* etc.) sowie lebenswichtige Strahlung (Sonne, Licht, Wärme), die sich aus sämtlichen Quellen überlagert.

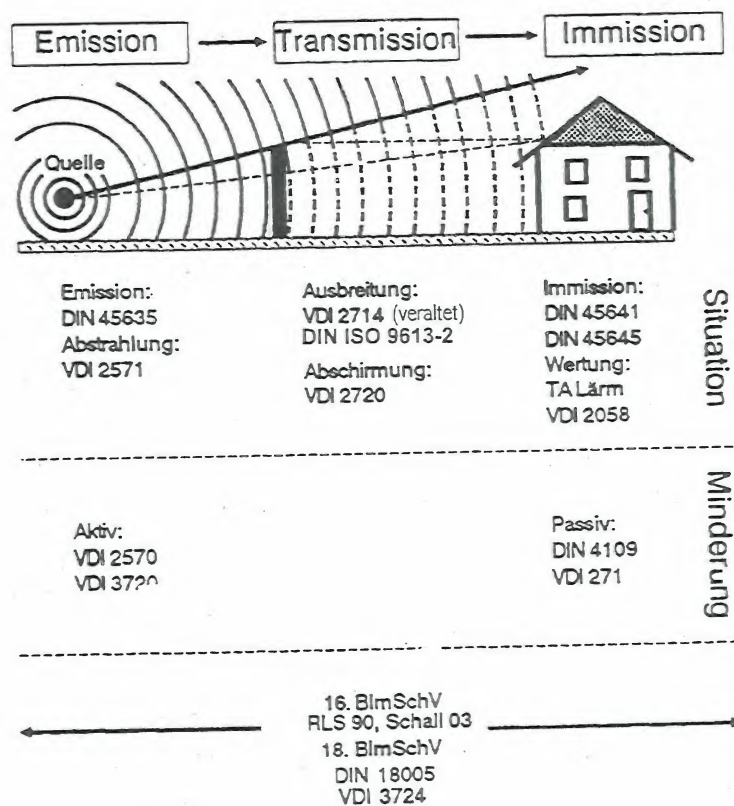


Abbildung 3



000146



Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission - Transmission - Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG, 1974, 1990). Bauliche Anlagen müssen von den **Gewerbeaufsichts- bzw. Umweltämtern** auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998) auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Umwelt und dem Menschen geprüft werden. Als Richtlinien für die Beurteilung (damit auch die Bemessung) der Lärmproblematik gelten die in Abbildung 3 erwähnten Normen nach DIN und VDI. Die **Immissionsschutzbehörde** als Teil des Gewerbeaufsichts- bzw. des Umweltamtes beurteilt die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990) sind die **Baugebietsarten** festgelegt, denen nach der TA-Lärm eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet wird. So gelten **nachts** folgende Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden:

- 35 dB (A) für reines Wohn-, Erholungs- bzw. Kurgebiet
- 40 dB (A) für allgemeines Wohngebiet und Kleinsiedlungsgebiet
(vorwiegend Wohnungen)
- 45 dB (A) für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart sowie
- 50 dB (A) für Gewerbegebiet (vorwiegend gewerblichen Anlagen).



000147



2.1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windkraftanlage wird durch den **Schalleistungspegel** L_w beschrieben. Der *Schalleistungspegel* L_{WA} ist der maximale Wert in Dezibel / dB (A-bewertet), der von einer Geräusch- oder Schallquelle (Emissionspunkt, WKA) abgestrahlt wird. Eine Windkraftanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei mit gleichem Leistungspegel unterschiedlich stark wahrnimmt (siehe Abb. 2), wird in der Praxis der Schalleistungspegel über einen Filter gemessen, der der Hörcharakteristik des Menschen angepasst ist. So können verschiedenartige Geräusche miteinander verglichen und bewertet werden. Dieser über einen Filter (mit der Charakteristik "A" nach DIN IEC 651, Index A) gemessene Schalleistungspegel wird A-bewerteter Schallpegel genannt und ist der Wert der Schallquelle, der für die Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 verwendet wird.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schalleistungspegels von WKA kann der Schrift der Fördergesellschaft Windenergie e. V (FGW) *Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen* entnommen werden.

Der Schall breitet sich kreisförmig um die Geräuschquelle aus und nimmt mit seinem Abstand zu ihr (logarithmisch) hörbar ab. Dabei wirken Bebauung, Bewuchs und sonstige Hindernisse dämpfend. Die Luft absorbiert den Schall. Reflexionen (z.B. am Boden) und weitere Geräuschquellen wirken lärmverstärkend. Die Schallausbreitung erfolgt hauptsächlich in der Windrichtung.

Der *Schalldruckpegel* L_s ist der momentane Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionspunkt (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung), berechnet (mit Immissionsprogrammen nach DIN ISO 9613-2, z.B. WindPRO Modul DECIBEL) oder wahrgenommen werden kann (z.B. durch das menschliche Ohr, Maß der Schallausbreitung).



000148



Der *Mittelungspegel* L_{Aeq} ist der zeitlich gemittelte Wert des Schalldruckpegels. Für die Schallprognose bei Windkraftanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass die Wetter- und Windbedingungen über einen längeren Zeitraum andauern können, d.h. der Mittelungspegel wird dem Schalldruckpegel gleichgesetzt. Des Weiteren wird bereits bei der schalltechnischen Vermessung eine Mittelung vorgenommen.

Der *Beurteilungspegel* L_{rA} resultiert aus dem Mittelungspegel und den Zuschlägen aus der Ton- und Impulshaltigkeit aller Geräuschquellen. Die an den Immissionspunkten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte beziehen sich auf den Beurteilungspegel.

2.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windkraftanlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und für die neu geplante(n) Anlage(n) (Zusatzbelastung) mit zu berücksichtigen. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus den Geräuschen aller zu berücksichtigenden Anlagen.

2.1.5 Schallimmissionen von Windkraftanlagen

Die Schallabstrahlung einer WKA ist nie konstant, sondern stark von der Leistung und somit von der Windgeschwindigkeit abhängig. So rechnet man grob mit ca. 1 dB(A) Pegelzuwachs pro Zunahme der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (V_{10}) um 1 m/s. Der immissionsrelevante Schalleistungspegel wurde früher bei $V_{10} = 8$ m/s angegeben. Ab dieser Windgeschwindigkeit übertönen im allgemeinen die windbedingten Umgebungsgeräusche (Rauschen von Blättern, Abrissgeräusche an Häuserkanten, Ästen usw.) die Anlagengeräusche, da sie mit der Windgeschwindigkeit stärker als die Anlagengeräusche zunehmen (ca. 2,5 dB(A) pro m/s Windgeschwindigkeitszunahme). Die Umgebungsgeräusche sind dann in der Regel lauter als die WKA d.h. die Geräuschimmission der WKA verliert an Bedeutung.



000149



In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dieses tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WKA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher hat sich die Vorgehensweise durch (federführend der Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen"), dass bei einem Immissionsrichtwert von 45 dB(A) die Prognose mit dem Schalleistungspegel bei $V_{10} = 10$ m/s oder, da viele Anlagen schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit ihre Nennleistung erreichen, mit dem Wert bei Erreichen von 95 % der Nennleistung, erstellt werden soll. Bei einem Immissionsrichtwert von 35 dB(A) kann unter Umständen die Berechnung dagegen mit dem Schalleistungspegel bei $V_{10} = 8$ m/s durchgeführt werden, da in diesem Fall die Umgebungs- und Fremdgeräusche die Schallimmission der WKA, wie oben angeführt, früher überdecken.



2.2 Immissionsprognose

2.2.1 Grundlage

Die Prognosen sind nach TA-Lärm in ihrer jeweils gültigen Fassung bzw. anhand der DIN ISO 9613-2 zu erstellen, wobei auch Kenntnisse über eine evtl. bestehende geräuschkmäßige Vorbelastung an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen.

In der Regel wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windkraftanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel entsprechend der FGW-Richtlinie ermittelt. Meistens werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt berechnet sich nach der ISO 9613-2 dann wie folgt:

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

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

D_C : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden D:

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

Zusätzlich bedingt durch die Reflexion am Boden gilt nach dem alternativen Verfahren nach der DIN ISO 9613-2 Absatz 7.3.2:

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

Mit:

h_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

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

d_p : Abstand zw. Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene.

Der Abstand bestimmt sich aus den x- und y- Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunkts (Index r):

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

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die Schallprognose für 1 Windenergieanlage am Standort Hisel



während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

Dieser Wert für a_{500} bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Mitwindsituation, Temp. von 10° und relative Luftfeuchte von 70%).

A_{gr} : Bodendämpfung:

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

$$\text{Wenn } A_{\text{gr}} < 0 \text{ dann } A_{\text{gr}} = 0$$

h_m : mittl. Höhe (in m) des Schallausbreitungsweges über dem Boden:

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

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

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz); in der vorliegenden Berechnung wird ohne Schallschutz gerechnet: $A_{\text{bar}} = 0$.

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In der vorliegenden Berechnung werden diese Effekte nicht berücksichtigt: $A_{\text{misc}} = 0$.

In der Praxis dämpfen u.U. Bebauung und Bewuchs den Schall ($A_{\text{misc}} > 0$), so dass die tatsächlichen Immissionswerte unter jenen der Prognose liegen.



000151

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

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

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionspunkt

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionspunkt einer Emissionsquelle

i : Index für alle Geräuschquellen von 1-n

K_{Ti} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

K_{Li} : Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i

C_{met} : Meteorologische Korrektur. Die Meteorologische Korrektur beschreibt die Dämpfung des Schalls durch meteorologische Einflüsse wie Wind und Temperatur über ein Jahr. Diese zusätzliche Dämpfung wird aber erst in größeren Entfernungen wirksam und ist u.a. von der Nabenhöhe der Anlage abhängig (siehe Formel 11). Bei den Prognosen kann mit dem Parameter $C_0 = 2$ dB gerechnet werden. Die Meteorologische Korrektur bestimmt sich nach den Gleichungen:

$$\begin{aligned} C_{met} &= 0 && \text{für } dp < 10 (h_s + h_r) \\ C_{met} &= C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/dp] && \text{für } dp > 10 \end{aligned} \quad (11)$$



2.2.2 Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T

Als Quellen für tonhaltige Geräusche sind in erster Linie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen zu nennen. Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch sollten konstruktiv vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Heben sich aus dem Anlagengeräusch einer oder mehrere Einzeltöne deutlich hörbar hervor, ist nach der TA Lärm für den Zuschlag K_T , **je nach Auffälligkeit des Tons, ein Wert von 3 oder 6 dB(A) anzusetzen**. Orientiert an der Tonhaltigkeit im Nahbereich K_{TN} (gemessen bei der Emissionsmessung) gilt für Entfernungen über 300 m folgender Zuschlag:

$$K_T = 0 \quad \text{für } 0 \leq K_{TN} \leq 3$$

$$K_T = 3 \quad \text{für } 3 \leq K_{TN} \leq 6$$

$$K_T = 6 \quad \text{für } K_{TN} > 6$$

Die Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit der Anlagen werden für die entsprechenden Anlagentypen in der Regel bei Schalldruckpegelmessungen durch autorisierte Institute (in Deutschland u.a. DEWI, Windtest, Germanischer Lloyd) bewertet (s. z.B. Datenblätter zur Landesförderung) und werden in den Berichten zur schalltechnischen Vermessung dokumentiert. Sie werden ebenfalls in den technischen Unterlagen der WKA-Hersteller angegeben.

2.2.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I

Impulshaltige Geräusche können z.B. durch den Turmdurchgang des Rotorblatts entstehen und werden als besonders störend empfunden. Die Beurteilung, ob eine Impulshaltigkeit gegeben ist, kann nach DIN 45645 durchgeführt werden. Enthält das Anlagengeräusch (A-bewerteter Schallpegel) öfter, d.h. mehrmals pro Minute, deutlich hervortretende Impulsgeräusche oder ähnlich auffällige Pegeländerungen (laut Messung), dann ist nach der TA Lärm die durch solche Geräusche hervorgerufene erhöhte Störwirkung durch einen Zuschlag zum Mittelungspegel zu berücksichtigen.

Dieser Zuschlag K_I beträgt wie bei der Tonhaltigkeit, **je nach Auffälligkeit des Tons** Schallprognose für 1 Windenergieanlage am Standort Hisel



3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden und entsprechen nicht dem Stand der Technik.

2.2.4 Weitere Betrachtungen

Tieffrequente Geräusche und Infraschall (Körperschall) sind bei Windkraftanlagen messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar. Nach den Untersuchungen der Infraschallwirkungen auf den Menschen (Ising) erwies sich unhörbarer (nicht wahrnehmbarer) Infraschall als unschädlich. Weiterhin werden die Windkraftanlagen infraschallentkoppelt fundamentiert, so dass sich der Infraschall nicht über den Boden ausbreiten kann. Der Körperschall ist daher nur in unmittelbarer Nähe um die WKA vorhanden, dabei aber nicht wahrnehmbar.

Einige Windkraftanlagen besitzen zwei Generatorstufen, um den Gesamtwirkungsgrad der Anlage über eine geringere Drehzahl bei niedrigen Windgeschwindigkeiten zu verbessern. Der Schalleistungspegel im Betrieb bei kleiner Generatorstufe liegt wegen der geringeren Drehzahl und daraus folgend der geringeren Blattspitzengeschwindigkeit sowie der geringeren Leistungsübertragung wesentlich unter dem Schalleistungspegel der hohen Stufe. Daher ist eine gesonderte Schallberechnung bei kleiner Generatorstufe in der Regel nicht notwendig.



3 Standortdaten

3.1 Schallkritische Gebiete / Immissionspunkte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Hisel wurden mehrere schallkritische Gebiete (Immissionspunkte) auf Basis einer Begehung vor Ort, der TK 25 im Maßstab 1:25.000, der Flurkarte im Maßstab 1:1.000 und in Rücksprache mit der Kreisverwaltung Bitburg-Prüm (Bauamt) untersucht. Die Immissionspunkte entsprechen den in der unmittelbaren Umgebung des Standorts befindlichen Wohngebäuden und -gebieten.

Die Immissionspunkte sind als farbige Punkte bzw. Flächen in den Karten markiert und mit den zugeordneten Bezeichnungen versehen. Die Koordinaten der Immissionspunkte sowie deren Abstände zu den betrachteten Windkraftanlagen sind den DECIBEL-Hauptergebnissen (Kap. 4) zu entnehmen.

| Schallkritisches Gebiet | Immissionsrichtwert [dB(A)] | Abstand zur nächstgelegenen WKA [m] |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Gehöft Hohnersberg | 45,0 | 1083 |
| Ortschaft Brimingen | 45,0 | 1438 |
| Ortschaft Hisel | 45,0 | 491 |
| Ortschaft Burg | 45,0 | 1240 |
| Gehöft 1 Niehl | 45,0 | 420 |
| Ortschaft Olsdorf | 45,0 | 881 |
| Brimingen Süd | 45,0 | 1360 |
| Gehöft 2 Niehl | 45,0 | 426 |
| Gehöft 3 Niehl | 45,0 | 467 |
| Hoorhof | 45,0 | 956 |



3.2 Schalleistungspegel Enercon E 40/6.44

Der Schalleistungspegel der Enercon E 40 mit 600 kW Nennleistung und 44 m Rotordurchmesser wird mit 101,0 dB(A) angegeben. Diese Angabe bezieht sich auf eine Schallemissionsmessung an einer E 40/6.44 mit 600 kW Nennleistung, 44m Rotordurchmesser und einer Nabenhöhe von 65m durch die Firma WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog-GmbH, Kaiser-Wilhelm-Koog, gemäß deren Prüfbericht WT 1740/01 vom 11.04.2001. Die Schalleistungsvermessungen, sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit wurden entsprechend den FGW-Richtlinien (Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 13, Stand 01.01.2000, Hamburg, Fördergesellschaft Windenergie e.V., Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte), basierend auf der DIN EN61400-11 (Windenergieanlagen, Teil 11: Geräuschimmissionen) mit Stand Februar 2000 durchgeführt und beziehen sich auf eine Referenzgeschwindigkeit von 6 m/s bis 10 m/s Höhe. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen“, 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 Geräuschimmissionen“, Stand Januar 1992) verfahren. Der Schalleistungspegel für die Referenzgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe bezieht sich auf 95% der Nennleistung und entspricht 9,2 m/s in 10 m Höhe. Die Messunsicherheit wird in dem genannten schalltechnischen Bericht WT 1740/01 mit $U_{ges} = 1,5$ dB abgeschätzt. Der Wert für 78 m Nabenhöhe ergibt sich als Berechnung aus der Vermessung der E 40/6.44 mit 600 kW Nennleistung, 44 m Rotordurchmesser und einer Nabenhöhe von 65 m.



4 Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Für die Berechnung der hier vorliegenden Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2 wurde auf das Berechnungsmodul DECIBEL des Softwarepakets WindPRO zurückgegriffen.

In einem ersten Schritt wurde die Einzelbelastung (Zusatzbelastung) der hier beantragten Enercon E 40, mit 600 kW Nennleistung, 44 m Rotordurchmesser und einer Nabenhöhe von 78 m ermittelt. Bereits in diesem ersten Berechnungsschritt wurden alle Anforderung nach TA-Lärm eingehalten. Der höchste berechnete Beurteilungspegel liegt mit 38,2 dB(A) (Gehört 1 Niehl) mit 6,8 dB (A) weit unter dem derzeit gültigen Immissionsrichtwert von 45,0 dB (A). Nach TA-Lärm, Punkt 3.2.1 gilt die hier untersuchte Windenergieanlage als nicht relevant im Hinblick auf den von der Anlage verursachten Immissionsbeitrag, da dieser alle Immissionsorte um mindestens 6 dB (A) unterschreitet.

Die detaillierten Ergebnisse der Immissionsberechnung mit der zuvor beschriebenen Datengrundlage für die beantragte Windkraftanlage sind auf den nachfolgenden Seiten wiedergegeben.

- Hauptergebnis bei $V_{10} = 10$ m/s für alle Immissionspunkte. Der Ausdruck enthält die Berechnungsvoraussetzungen, die ermittelten Schalldruckpegel an den Immissionspunkten und den Abstand zwischen den WKA und den Immissionspunkten.
- Detaillierte Berechnung der Zusatzbelastung an den Immissionspunkten unter Nennung der genauen Berechnungsparameter
- Maßstabsgetreue Grafik der Iso-Schalllinien auf einer topographischen Karte bei $V_{10} = 10$ m/s. Weiterhin eingezeichnet sind die Windkraftanlagen und die Immissionspunkte.

Projekt: **Hisel**
 Beschreibung:
 Windpark Brimingen
 Projektstandort Hisel
 Verbandsgemeinde Bitburg Land
 Kreis Bitburg
 1 x Enercon E 40, 78 m NH

Ausdruck/Seite
 04.12.2003 12:19 / 1
 Lizensierter Anwender:
NET Neue Energietechnik GmbH
 Robert-Bosch-Str. 10/III
 DE-56410 Montabaur
 +49 2602 94707-0

000157

Berechnet:
 03.12.2003 11:20/2.3.0.125

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Hisel Schallprognose Einzelbelastung

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

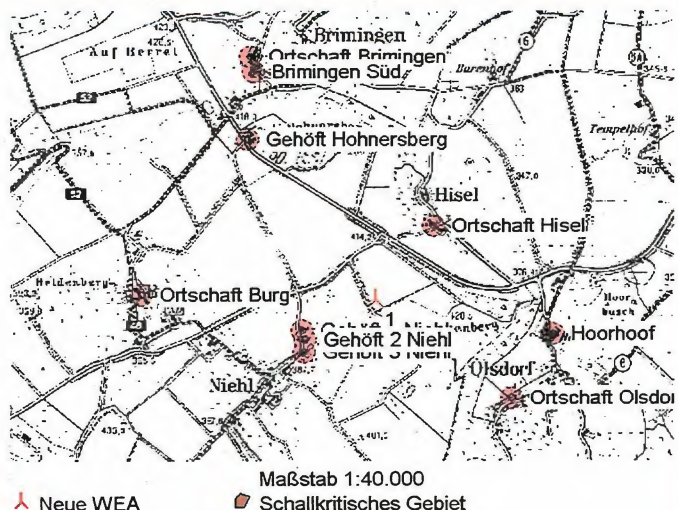
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm "ISO 9613-2 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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

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

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

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



WEA

| GK Zone: 2 | | WEA Typ | | | Schallwerte | | | LWA,Ref. Einzeltöne Oktavbandabh. | | | | | | | |
|-------------|-----------|---------|---------------------------|---------|-------------|-----------|----------|-----------------------------------|------|---------------|---------------|----------------------------------|------------|---------------------|------|
| Ost | Nord | Z | Reihendaten/ Beschreibung | Aktuell | Hersteller | Typ | Leistung | Rotord. | Höhe | Kreis- radius | Erzeuger Name | [dB(A)] | Einzeltöne | Oktavbandabh. Daten | |
| [m] | [m] | [m] | | Ja | | | [kW] | [m] | [m] | [m] | | | Nein | Nein | |
| 1 2.526.626 | 5.535.854 | 415 | NET | Ja | ENERCON | E-40/6.44 | 600 | 44,0 | 78,0 | 44,1 | EMD | Man. guaranteed 10m/s all hub h. | 101,0 | Nein | Nein |

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

| Schallkritisches Gebiet | Name | GK Zone: 2 | | | Anforderungen | Beurteilungspegel | Anforderungen erfüllt? |
|-------------------------|-----------------------|------------|-----------|-----|----------------|-------------------|------------------------|
| | | Ost | Nord | Z | | | |
| Nein | | | | [m] | Schall [dB(A)] | Berechnet [dB(A)] | Schall |
| | A Gehöft Hohnersberg | 2.525.942 | 5.536.693 | 430 | 45,0 | 26,8 | Ja |
| | B Ortschaft Brimingen | 2.525.957 | 5.537.127 | 400 | 45,0 | 23,3 | Ja |
| | C Ortschaft Hisel | 2.526.928 | 5.536.241 | 380 | 45,0 | 36,1 | Ja |
| | D Ortschaft Burg | 2.525.386 | 5.535.878 | 400 | 45,0 | 25,1 | Ja |
| | E Gehöft 1 Niehl | 2.526.237 | 5.535.697 | 404 | 45,0 | 38,2 | Ja |
| | F Ortschaft Olsdorf | 2.527.344 | 5.535.342 | 350 | 45,0 | 29,1 | Ja |
| | G Brimingen Süd | 2.525.969 | 5.537.045 | 400 | 45,0 | 24,0 | Ja |
| | H Gehöft 2 Niehl | 2.526.255 | 5.535.645 | 398 | 45,0 | 38,0 | Ja |
| | I Gehöft 3 Niehl | 2.526.247 | 5.535.582 | 391 | 45,0 | 36,8 | Ja |
| | J Hoorhoof | 2.527.565 | 5.535.678 | 353 | 45,0 | 28,2 | Ja |

Abstände (m)

| SKG | WEA |
|-----|------|
| 1 | 1083 |
| A | 1438 |
| B | 491 |
| C | 1240 |
| D | 420 |
| E | 881 |
| F | 1360 |
| G | 426 |
| H | 467 |
| I | 956 |
| J | |

Projekt: **Hisel**
 Beschreibung:
 Windpark Brimingen
 Projektstandort Hisel
 Verbandsgemeinde Bitburg Land
 Kreis Bitburg
 1 x Enercon E 40, 78 m NH

Ausdruck/Seite
 04.12.2003 12:19 / 1
 Lizensierter Anwender:
NET Neue Energietechnik GmbH
 Robert-Bosch-Str. 10/III
 DE-56410 Montabaur
 +49 2602 94707-0

000158

Berechnet:
 03.12.2003 11:20/2.3.0.125

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Hisel Schallprognose Einzelbelastung**Voraussetzungen**

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

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

Berechnungsergebnisse**Schallkritisches Gebiet: A Gehöft Hohnersberg****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] |
|-------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1 | 1.083 | 1.084 | | | 26,77 | 101,0 | 3,01 | 71,70 | 2,06 | 3,48 | 0,00 | 0,00 | 77,24 | 0,00 |
| Summe | | 26,77 | | | | | | | | | | | | |

Schallkritisches Gebiet: B Ortschaft Brimingen**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] |
|-------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1 | 1.438 | 1.441 | | | 23,29 | 101,0 | 3,01 | 74,17 | 2,74 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 80,72 | 0,00 |
| Summe | | 23,29 | | | | | | | | | | | | |

Schallkritisches Gebiet: C Ortschaft Hisel**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] |
|-------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1 | 491 | 502 | | | 36,13 | 101,0 | 3,00 | 65,02 | 0,95 | 1,89 | 0,00 | 0,00 | 67,87 | 0,00 |
| Summe | | 36,13 | | | | | | | | | | | | |

Schallkritisches Gebiet: D Ortschaft Burg**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] |
|-------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1 | 1.240 | 1.243 | | | 25,11 | 101,0 | 3,01 | 72,89 | 2,36 | 3,65 | 0,00 | 0,00 | 78,90 | 0,00 |
| Summe | | 25,11 | | | | | | | | | | | | |

Schallkritisches Gebiet: E Gehöft 1 Niehl**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] |
|-------|-------------|---------------|-------------------|----------|---------------------------|------------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|
| 1 | 420 | 428 | | | 38,17 | 101,0 | 2,99 | 63,64 | 0,81 | 1,37 | 0,00 | 0,00 | 65,82 | 0,00 |
| Summe | | 38,17 | | | | | | | | | | | | |

Projekt: **Hisel**
 Beschreibung:
 Windpark Brimingen
 Projektstandort Hisel
 Verbandsgemeinde Bitburg Land
 Kreis Bitburg
 1 x Enercon E 40, 78 m NH

Ausdruck/Seite
 04.12.2003 12:19 / 2
 Lizensierter Anwender:
NET Neue Energietechnik GmbH
 Robert-Bosch-Str. 10/III
 DE-56410 Montabaur
 +49 2602 94707-0

000159

Berechnet:
 03.12.2003 11:20/2.3.0.125

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Hisel Schallprognose Einzelbelastung**Schallkritisches Gebiet: F Ortschaft Olsdorf**

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] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1 | 881 | 892 | | | 29,12 | 101,0 | 3,01 | 70,01 | 1,69 | 3,19 | 0,00 | 0,00 | 74,89 | 0,00 |

Summe 29,12

Schallkritisches Gebiet: G Brimingen Süd

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] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1 | 1.360 | 1.363 | | | 23,98 | 101,0 | 3,01 | 73,69 | 2,59 | 3,75 | 0,00 | 0,00 | 80,03 | 0,00 |

Summe 23,98

Schallkritisches Gebiet: H Gehöft 2 Niehl

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] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1 | 426 | 435 | | | 37,96 | 101,0 | 2,99 | 63,78 | 0,83 | 1,43 | 0,00 | 0,00 | 66,03 | 0,00 |

Summe 37,96

Schallkritisches Gebiet: I Gehöft 3 Niehl

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] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1 | 467 | 477 | | | 36,80 | 101,0 | 3,00 | 64,56 | 0,91 | 1,73 | 0,00 | 0,00 | 67,20 | 0,00 |

Summe 36,80

Schallkritisches Gebiet: J Hoorhoof

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] |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1 | 956 | 965 | | | 28,17 | 101,0 | 3,01 | 70,69 | 1,83 | 3,31 | 0,00 | 0,00 | 75,84 | 0,00 |

Summe 28,17



5 Zusammenfassung

Für den Standort Hisel wurde eine Immissionsprognose entsprechend der TA-Lärm nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 für 1 Windkraftanlage des Typs Enercon E 40/6.44 mit 600 kW Nennleistung, 44 m Rotordurchmesser und einer Nabnehöhe von 78 m, an den dem Projekt benachbarten Immissionspunkten durchgeführt.

Die Ergebnisse der Schallprognose unter den o.g. Voraussetzungen sind in auf den vorangegangenen Seiten wiedergegeben.

Die zulässigen Nachtlmmissionsrichtwerte werden bereits in der Zusatzbelastung an allen Immissionspunkten um mehr als 6 dB(A) unterschritten, so dass auf ein Gesamtbetrachtung an diesem Standort verzichtet werden konnte.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 3 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Hisel sind in Kapitel 4 wiedergegeben.

Projekt: **Hisel**
 Beschreibung:
 Windpark Brimingen
 Projektstandort Hisel
 Verbandsgemeinde Bitburg Land
 Kreis Bitburg
 1 x Enercon E 40, 78 m NH

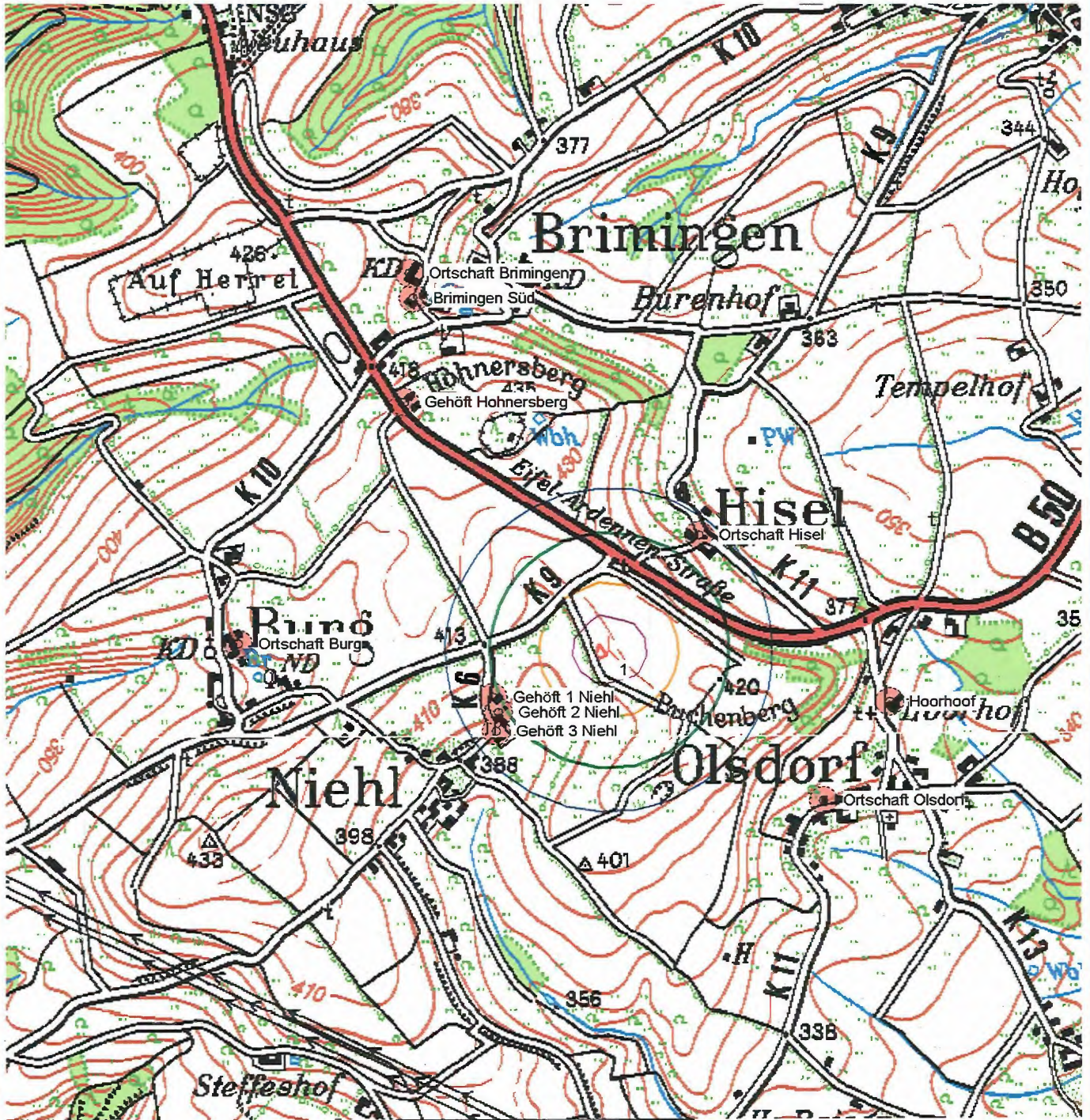
Ausdruck/Seite
 04.12.2003 12:19 / 1
 Lizensierter Anwender:
NET Neue Energietechnik GmbH
 Robert-Bosch-Str. 10/III
 DE-56410 Montabaur
 +49 2602 94707-0

000161

Berechnet:
 03.12.2003 11:20/2.3.0.125

DECIBEL - Hisel TOP 50_031127

Berechnung: Hisel Schallprognose Einzelbelastung Datei: Hisel TOP 50_031127.bmi



Karte: Hisel TOP 50_031127, Druckmaßstab 1:20.000, Kartenzentrum GK Zone: 2 Ost: 2.526.476 Nord: 5.536.235

- ▲ Neue WEA
 Schallkritisches Gebiet
- 35 dB(A)
 — 39 dB(A)
— 45 dB(A)
— 50 dB(A)
— 55 dB(A)



6 Vorschriften und Quellen (Auswahl)

- DIN ISO 9613-2 : Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien
- VDI 2058: 'Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft¹', VDI-Verlag
- TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
- DIN 18005: Teil I, Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren
- DIN 45681: Ermittlung Tonhaltigkeit, Schmalbandanalyse des unbewerteten Schalldruckpegels
- DIN 45645: Ermittlung Impulshaltigkeit, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen
- BimSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz
- Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen; Fördergesellschaft Windenergie e. V., 1.4.1998.
- Innenministerium Baden-Württemberg, Städtebauliche Lärmfibel - Hinweise für die Bauleitplanung, 1991, 193 Seiten.
- Workshop Immissionsschutz 24./25. Februar 1999, Tagungsband; Kötter Beratende Ingenieure Selbstverlag, Rheine 1999
- 'Viel Wind um wenig Lärm' von H. Klug, DEWI; In: Sonnenenergie 4/91
- Schallmessung an WKA von A.Petersen, Windtest; In: Windkraft Journal 3/93
- Windtest: Information Schallgutachten
- 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms, Hoffmann / von Lüpke; Erich Schmidt Verlag, 6. Auflage 1993
- Lärmbekämpfung '88: Tendenzen - Probleme - Lösungen, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag, 1988
- Infraschallwirkungen auf den Menschen, H. Ising, B. Markert, F. Shenoda, C. Schwarze, Bundesminister für Forschung und Technologie, VDI Verlag, 1982.
- Keine Gefahr durch Infraschall, A. Buhmann, In: Neue Energie 1/98