

Schallprognose für
fünf Windenergieanlagen
am Standort

Alpenrod

(Rheinland-Pfalz)

Datum: 10.11.2006

Bericht Nr. ALP-05-01-3066-NU-C

Auftraggeber:



Bearbeiter:

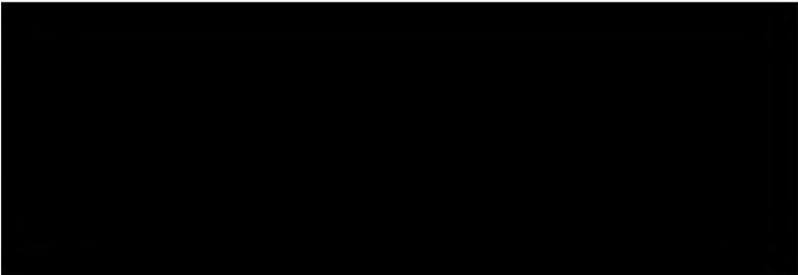
CUBE Engineering GmbH



Die vorliegende Schallprognose für den Standort Alpenrod (Rheinland-Pfalz) wurde der CUBE Engineering GmbH im Oktober 2006 von der Firma [REDACTED] in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schallprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA-Lärm /1/, den Normen DIN ISO 9613-2 /2/ und DIN EN 50376 /18/ sowie den vom Auftraggeber und der Firma Enercon gestellten Standort- und Anlagendaten.

Kassel, 10.11.2006



Inhalt:

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Standortdaten | 4 |
| 1.1 | Aufgabenstellung | 4 |
| 1.2 | Schalleistungspegel Windenergieanlagen | 6 |
| 1.3 | Immissionsorte | 7 |
| 1.4 | Vorbelastung | 13 |
| 1.5 | Potentielle Schallreflektionen | 13 |
| 2 | Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2 | 14 |
| 2.1 | Immissionsberechnung für die existierenden WEA (Vorbelastung) | 14 |
| 2.2 | Immissionsberechnung für geplante WEA (Zusatzbelastung) | 14 |
| 2.3 | Immissionsberechnung für neu geplante und existierende WEA (Gesamtbelastung) | 15 |
| 3 | Zusammenfassung | 18 |
| 4 | Qualität der Prognose | 19 |
| 5 | Literatur | 21 |
| 6 | Anhang | 22 |

1 Standortdaten

1.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant, am Standort Alpenrod zwischen den Orten Gehlert im Norden, Alpenrod im Nordosten und Lochum im Südosten eine Windfarm mit insgesamt fünf Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 mit 108 m Nabenhöhe zu errichten. Hierzu sollen die Schallimmissionen der Windenergieanlagen an der umliegenden Bebauung berechnet werden. Nordwestlich des Standortes existieren bereits vier Anlagen, die auf eine mögliche Vorbelastung an den Immissionsorten zu überprüfen sind. Weiterhin wird eine in Planung befindliche Anlage vom Typ Enercon E-58 als Vorbelastung berücksichtigt.



Abbildung 1 Übersichtskarte

1.2 Schalleistungspegel Windenergieanlagen

Am Standort sind fünf Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 geplant. Weiterhin existieren bereits vier WEA nordöstlich des Standortes und eine weitere vom Typ E-58 befindet sich in der Planung, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind. Die Kenndaten der bestehenden und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

| | Neu geplant | Bestand | Bestand | In Planung |
|---|-------------|------------|------------|------------|
| Nummer(n) auf Ausdrucken | 01-05 | A-01, A-03 | A-02, A-04 | E-58 |
| Anzahl | 5 | 2 | 2 | 1 |
| Hersteller | Enercon | Enercon | Enercon | Enercon |
| Typenbezeichnung | E-82 | E-40/5.40 | E-40/6.44 | E-58 |
| Rotordurchmesser \m | 82 | 40 | 44 | 58 |
| Nabenhöhe \m | 108 | 65 | 65 | 89 |
| Nennleistung \kW | 2000 | 500 | 600 | 1000 |
| Verwendeter L_{WA} \dB(A) energ. Mittelwert aus den vorliegenden Vermessungen | - | - | 100,6 | 100,8 |
| Verwendeter L_{WA} \dB(A) | 103,4 | 101,5 | - | - |
| Standardabw. L_{WA} \dB(A) | 1,84 | 1,84 | 0,74 | 1,59 |
| Ton-/Impulszuschl. \dB(A) | 0 | 3 | 0 | 0 |

Tabelle 1

Die Angaben zum Schalleistungspegel beziehen sich auf eine Windgeschwindigkeit von 10 m/s bzw. 95% der Nennleistung der Anlage. Die Angaben zur Standardabweichung des Schalleistungspegels wurden entsprechend der Richtlinie DIN EN 50376 /18/ aus den vorliegenden Schallvermessungen berechnet. Die einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich

zu einem resultierenden Schalldruckpegel, der für die in Frage kommenden Immissionsorte zu bewerten ist.

Der neu geplante WEA-Typ Enercon E-82 wurde bis zum jetzigen Zeitpunkt einmal nach der *Technischen Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen (FGW-Richtlinie; /5/)* schalltechnisch vermessen.

Für den WEA-Typ Enercon E-40/6.44 existieren drei und für den WEA-Typ Enercon E-58 existieren zwei unabhängige schalltechnische Vermessungen nach der *Technischen Richtlinie zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen (FGW-Richtlinie; /5/)*. Auszüge aus den Messberichten sind als Kopien in der Anlage dieser Prognose beigefügt. Die kompletten Messberichte können auf Anforderung nachgereicht werden.

Die bestehenden Anlagen WEA A-01 und A-03 vom Typ E40/5.40 wurden 1998 errichtet. Es handelt sich dabei um eine Anlage mit einem Generatortyp, bei dem Tonhaltigkeiten aufgetreten sind. Der Prognose wird für diesen Anlagentyp deshalb unter Berücksichtigung eines Tonhaltigkeitszuschlages von 3dB(A) ein Schalleistungspegel von 104,5 dB(A) zugrunde gelegt.

1.3 Immissionsorte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Alpenrod wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Immissionsorte auf Basis einer Karte im Maßstab 1:5.000 sowie im Rahmen einer Standortbegehung untersucht.



Abbildung 2 Immissionsorte A und G

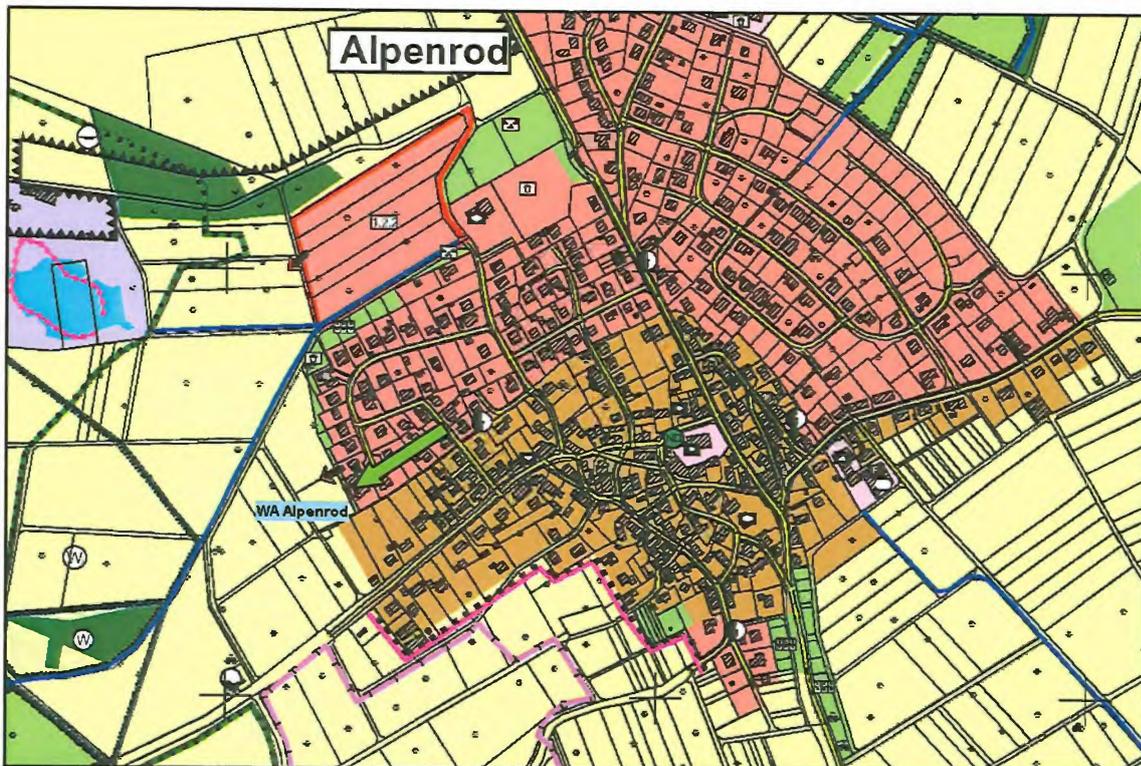


Abbildung 3 Immissionsort D

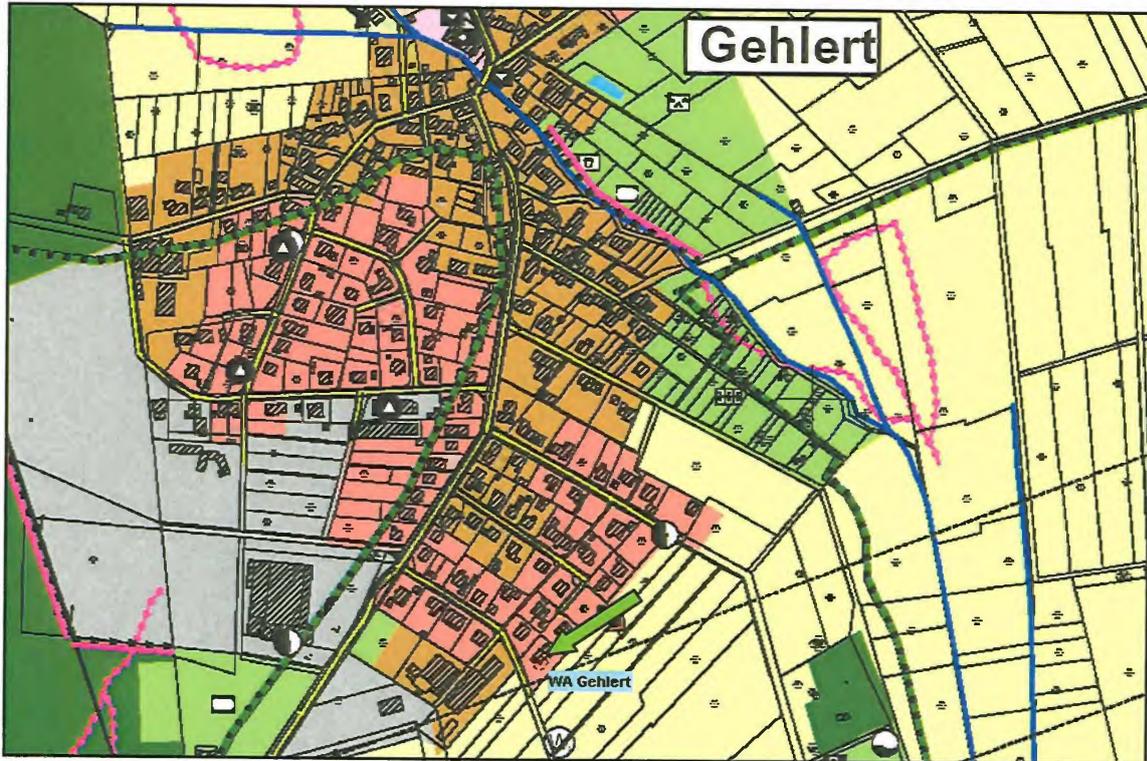


Abbildung 4 Immissionsort C

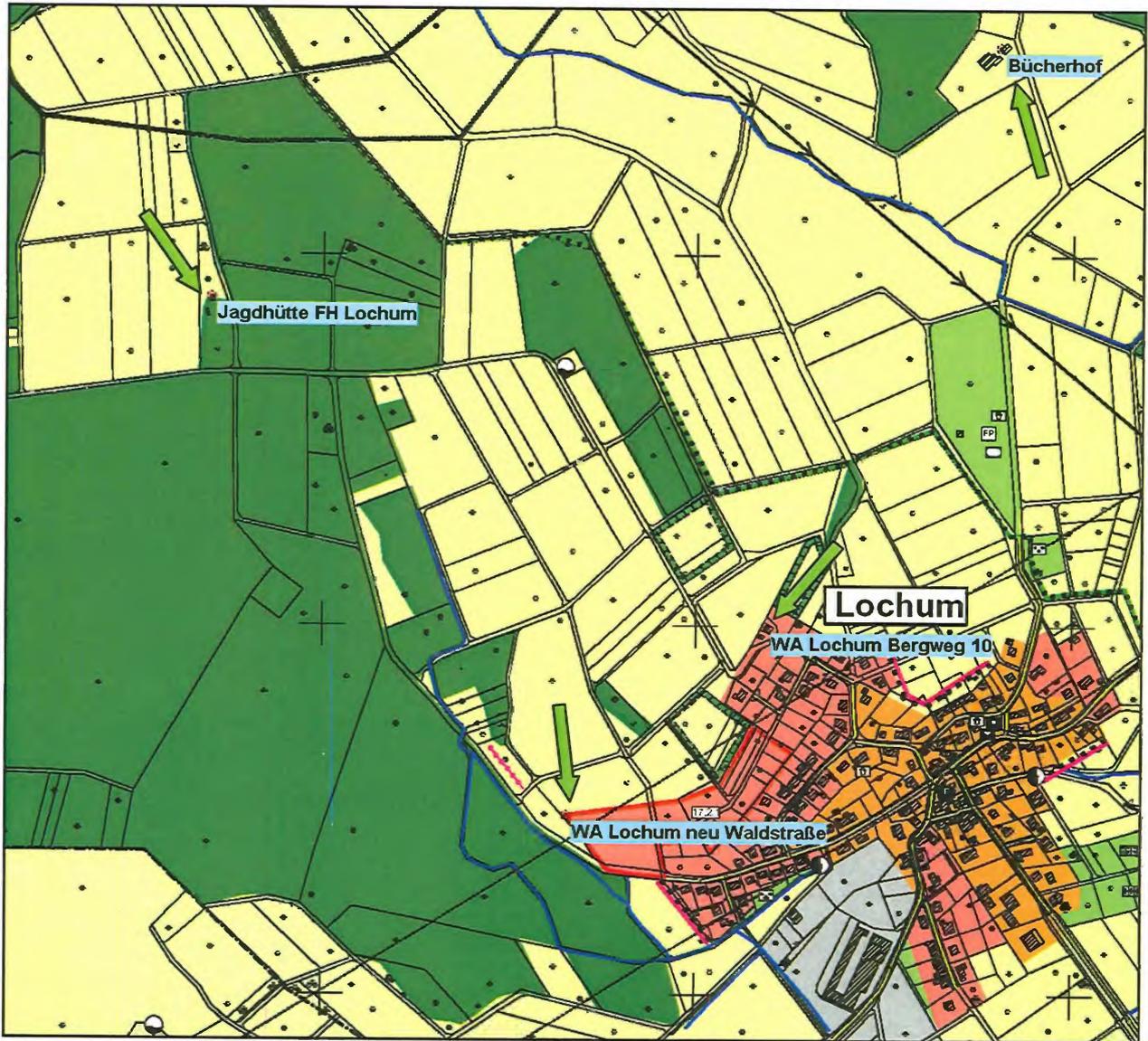


Abbildung 5 Immissionsorte B, E, F und J

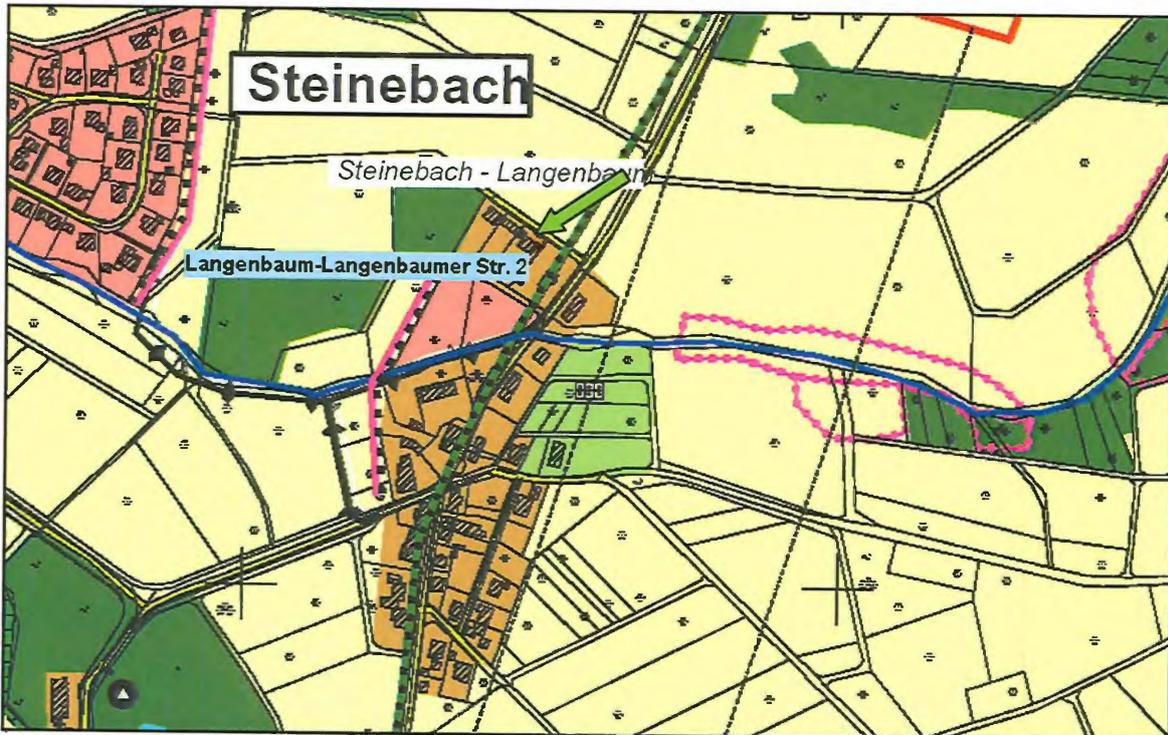


Abbildung 6 Immissionsort H

In Tabelle 2 sind die Immissionsorte mit ihren in der Prognose verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die Immissionsrichtwerte wurden dem Flächennutzungsplan entnommen. Die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben. Für die Beurteilung des Lärmpegels an den Immissionsorten wird der niedrigere Immissionsrichtwert (Grenzwert) für die Nachtzeit herangezogen, da die Anlagen in der Nacht und am Tag gleichermaßen in Betrieb sind.

Es wurden neun Immissionsorte hinsichtlich ihrer Lage im Einwirkungsbereich der neu geplanten WEA (Zusatzbelastung) überprüft.

| I O | Bezeichnung | Nacht- Imm.- richtwert | Spalte I Zusatz- belastung | Spalte II Prognose- unsicherheit (1) | Spalte III Beurteilungs- pegel inkl. Unsicherheit | Abstand zum Immi.- richtwert |
|----------|--|------------------------------|----------------------------------|---|--|------------------------------------|
| A | Gut Neuhof | 45 | 33,3 | 2,2 | 35,5 | 9,5 |
| B | Bücherhof | 45 | 29,9 | 2,2 | 32,1 | 12,9 |
| C | WA Gehlert | 40 | 28,8 | 2,2 | 31,0 | 9,0 |
| D | WA Alpenrod | 40 | 26,0 | 2,2 | 28,2 | 11,8 |
| E | WA Lochum neu Waldstraße | 40 | 31,5 | 2,2 | 33,7 | 6,3 |
| F | WA Lochum Bergweg 10 | 40 | 30,2 | 2,2 | 32,4 | 7,6 |
| G | Wohnhaus südwestl. von Alpenrod | 45 | 30,7 | 2,2 | 32,9 | 12,1 |
| H | Langenbaum- Langenbaumer Str. 2 | 45 | 29,4 | 2,2 | 31,6 | 13,4 |
| J | Jagdhütte Forsthaus Lochum | 45 | 42,8 | 2,2 | 45,0 | 0 |

Tabelle 2 [Alle Angaben in dB(A)]

Für die Ortslagen Gehlert, Alpenrod und Lochum wurden aufgrund des bestehenden Flächennutzungsplans der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) (Allgemeines Wohngebiet) berücksichtigt.

Die Tabelle 2 gibt den Beurteilungspegel L_r und unter Berücksichtigung der Unsicherheit den L_{r90} der Zusatzbelastung an den Immissionsorten wieder. Im **Einwirkungsbereich der neu geplanten WEA** nach TA Lärm Abs. 2.2. liegen die **Immissionsorte A, C, E, F und J**, da der Abstand zum Immissionsrichtwert weniger als 10 dB(A) beträgt. Die anderen Immissionsorte liegen außerhalb des Einwirkungsbereichs und werden im Weiteren nicht mehr berücksichtigt.

1.4 Vorbelastung

Nordöstlich des Standortes existieren vier Windenergieanlagen, die für die im Einwirkungsreich liegenden Immissionsorte als Vorbelastung zu berücksichtigen sind. Weiterhin wird eine in Planung befindliche WEA berücksichtigt. Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde anhand von Kartenmaterial versucht, potentielle Quellen für weitere Vorbelastungen zu identifizieren. Bei der Ortsbesichtigung am 16.1.2006 wurde an den entsprechenden Strukturen ein subjektiver Eindruck der Geräuschemissionen gewonnen. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potentiellen Vorbelastung geachtet.

Hierbei wurden keine relevanten Vorbelastungen für den Nachtzeitraum ermittelt.

1.5 Potentielle Schallreflexionen

Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass sich die Lautstärke an einem Aufpunkt durch eine Reflektion an einer Gebäudefläche maximal verdoppelt (+ 3 dB(A)). Daher sind Reflektionen nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von mehr als 3 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde (hier: 45/40 dB(A), also Punkte, an denen ein Beurteilungspegel von mehr als 42 dB(A) bzw. mehr als 37 dB(A) berechnet wurde).

Am Immissionspunkt J, an dem diese Bedingung zutrifft, liegen die für eine Schallreflektion notwendigen Bedingungen nicht vor.

2 Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

2.1 Immissionsberechnung für die existierenden WEA (Vorbelastung)

Die Vorbelastung durch die existierenden Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet:

| IO | Bezeichnung | Vorbelastung |
|----|--------------------------|--------------|
| A | Gut Neuhof | 36,8 |
| C | WA Gehlert | 26,0 |
| E | WA Lochum neu Waldstraße | 30,9 |
| F | WA Lochum Bergweg 10 | 33,1 |
| J | Jagdhütte FH Lochum | 37,1 |

Tabelle 3 [Alle Angaben in dB(A)]

Im Anhang liegen für die oben genannten Berechnungsergebnisse Ausdrücke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse).

2.2 Immissionsberechnung für geplante WEA (Zusatzbelastung)

Die Zusatzbelastung durch die neu geplanten Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet:

| IO | Bezeichnung | Zusatzbelastung |
|----|--------------------------|-----------------|
| A | Gut Neuhof | 33,3 |
| C | WA Gehlert | 28,8 |
| E | WA Lochum neu Waldstraße | 31,5 |
| F | WA Lochum Bergweg 10 | 30,2 |
| J | Jagdhütte FH Lochum | 42,8 |

Tabelle 4 [Alle Angaben in dB(A)]

Im Anhang liegen für die oben genannten Berechnungsergebnisse Ausdrücke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis).

2.3 Immissionsberechnung für neu geplante und existierende WEA (Gesamtbelastung)

Die Gesamtbelastung durch alle zu berücksichtigenden Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet:

| IO | Bezeichnung | Gesamtbelastung |
|----|--------------------------|-----------------|
| A | Gut Neuhof | 38,4 |
| C | WA Gehlert | 30,6 |
| E | WA Lochum neu Waldstraße | 34,2 |
| F | WA Lochum Bergweg 10 | 34,9 |
| J | Jagdhütte FH Lochum | 43,8 |

Tabelle 5 [Alle Angaben in dB(A)]

Im Anhang liegen für die oben genannten Berechnungsergebnisse Ausdrücke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse).

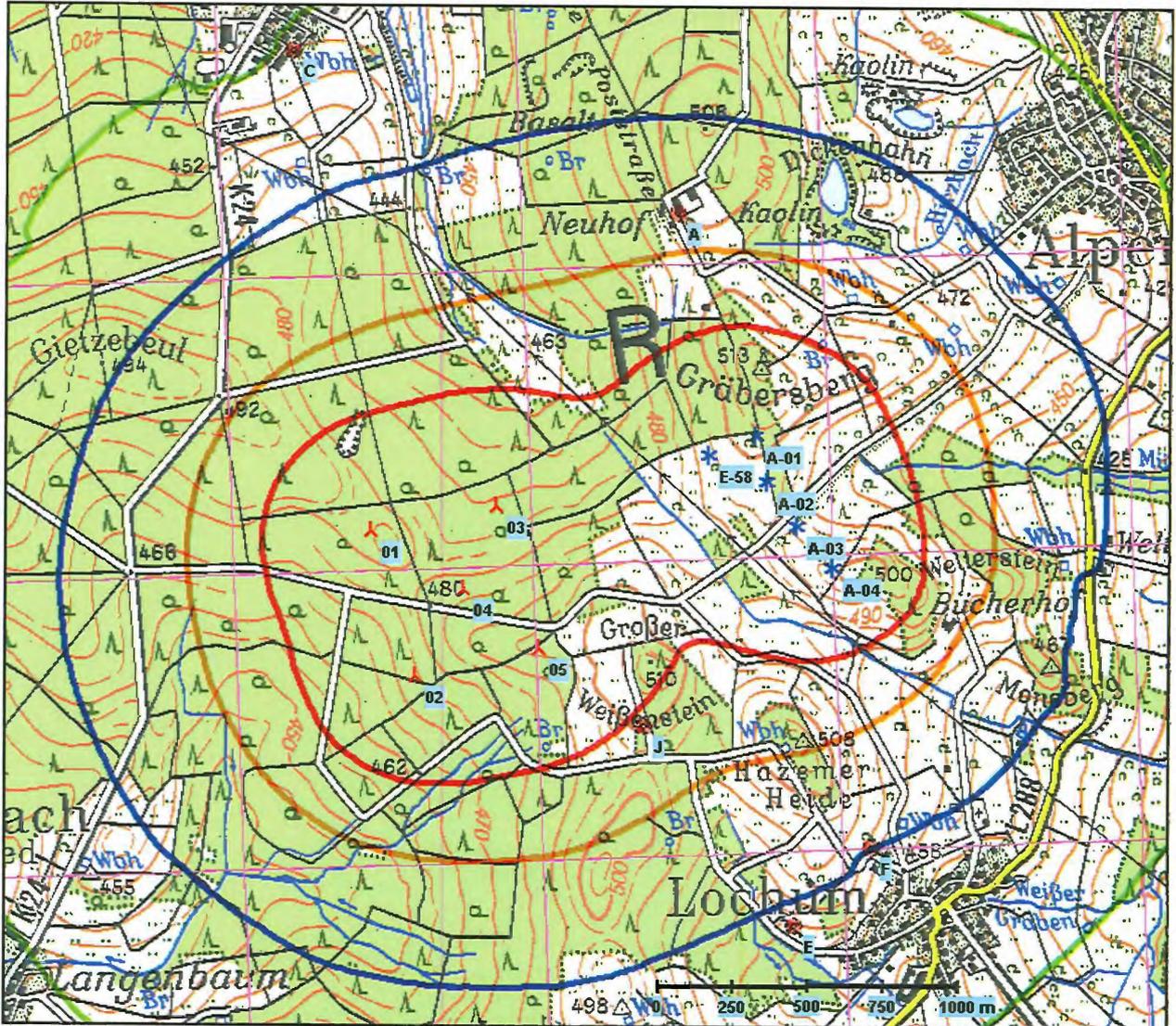


Abbildung 7 Isophonenkarte Übersicht



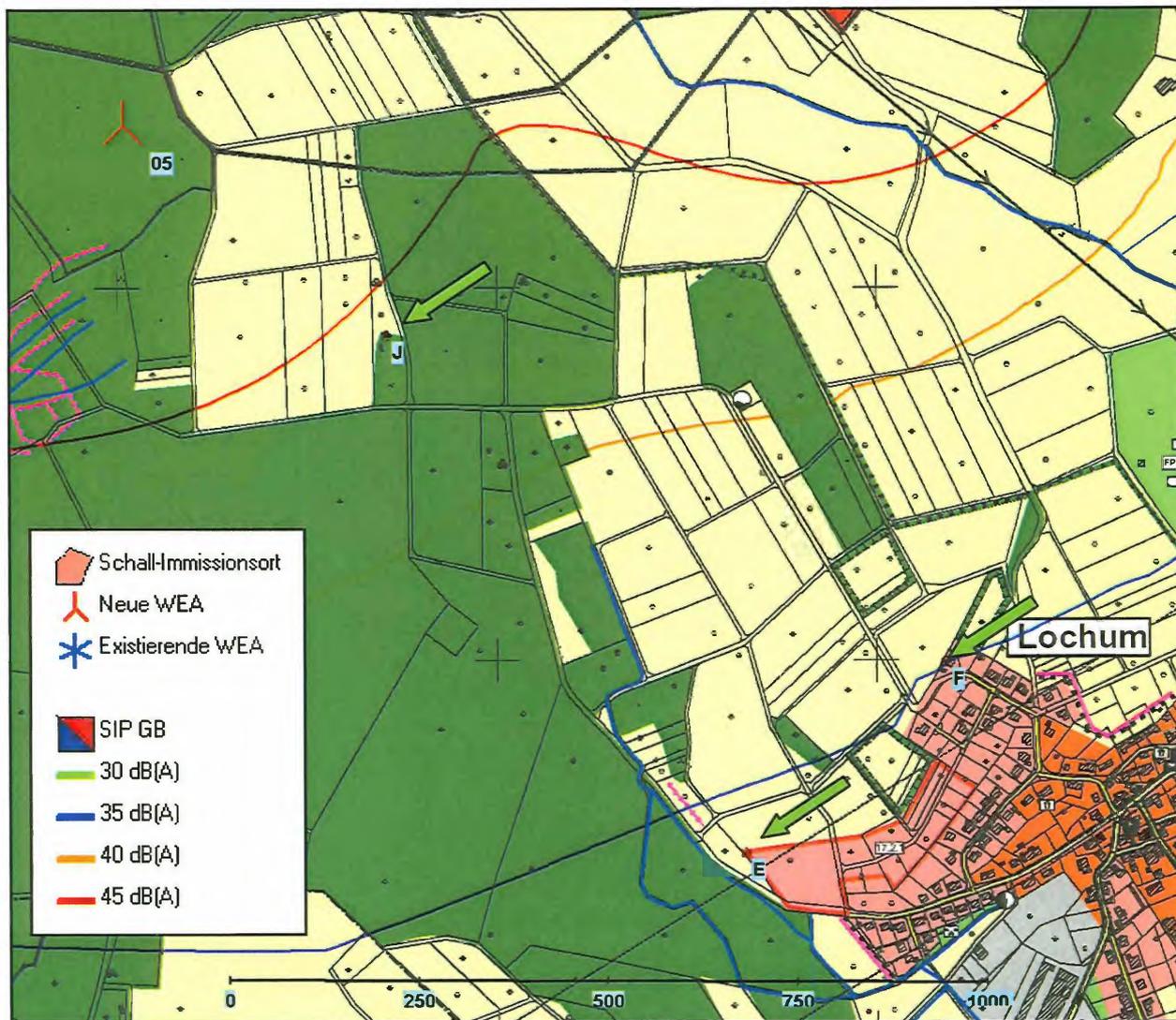


Abbildung 8 Isophonenkarte

Eine weitere Isophonenkarte im Maßstab 1:15000 findet sich im Anhang.

3 Zusammenfassung

Für den Standort Alpenrod wurde eine Immissionsprognose entsprechend der TA-Lärm nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 /2/ für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch fünf Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten unter Berücksichtigung von vier bestehenden WEA und einer in Planung befindlichen WEA durchgeführt.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurde für den Anlagentyp Enercon E-82 der einmal schalltechnisch vermessene Schallleistungspegel. Für die Anlagentyp Enercon E-40/6.44 der energetische Mittelwert aus drei Vermessungen, für den WEA-Typ Enercon E-58 der energetische Mittelwert aus zwei Vermessungen nach FGW-Richtlinie /5/. Für den alten Anlagentyp Enercon E-40/5.40 wurde ein Schallleistungspegel von 104, 5 dB(A) auf Basis einer Vermessung und möglicher Tonhaltigkeit angesetzt.

Die Ergebnisse der Schallprognose unter den o.g. Voraussetzungen sind in Tabelle 6 wiedergegeben.

| Immissionsort | Zul. Nacht-Immissionsrichtwert | Vorbelastung | Zusatzbelastung | Gesamtbelastung | Prognoseunsicherheit ⁽¹⁾ | Beurteilungspegel inkl. Unsicherheit |
|----------------------------|--------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| A Gut Neuhof | 45 | 36,8 | 33,3 | 38,4 | 2,1 | 40,5 |
| C WA Gehlert | 40 | 26,0 | 28,8 | 30,6 | 2,1 | 32,7 |
| E WA Lochum neu Waldstraße | 40 | 30,9 | 31,5 | 34,2 | 2,0 | 36,2 |
| F WA Lochum Bergweg 10 | 40 | 33,1 | 30,2 | 34,9 | 2,0 | 36,9 |
| J Jagdhütte FH Lochum | 45 | 37,1 | 42,8 | 43,8 | 2,2 | 46,0 |

Tabelle 6 [Alle Angaben in dB(A)]

An den Immissionsorten A, C, E und F werden die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit deutlich unterschritten. Am Immissionsort J Jagdhütte Forsthaus Lochum kommt es unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit zu einer Über-

**schreitung von 1 dB(A). Nach TA Lärm Abs. 3.2.1 ist bei bestehender Vorbela-
stung eine Überschreitung des Immissionsrichtwertes um bis 1 dB(A) zulässig.**

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Alpenrod sind in Kapitel 2 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern eine neue Prognose.

4 Qualität der Prognose

Die Prognoseunsicherheit wurde wahrscheinlichkeitsmathematisch ermittelt aus der Serienstreuung für den Anlagentyp nach /18/, der Unsicherheit der Schallvermessung des Anlagentyps und der Standardabweichung, die für die Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 angenommen wird.

Da am Standort mehrere unterschiedliche WEA-Typen vorkommen, wird die resultierende Unsicherheit nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz (vgl. /19/) berechnet, wobei die Serienstreuung als statistisch unabhängig, aber die Meßunsicherheit und das Prognosemodell statistisch abhängig berücksichtigt werden. Die resultierende Standardabweichung des Gesamtpegels am Immissionsort σ_p wurde im Sinne der Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze bei 90%iger Wahrscheinlichkeit mit einem Faktor von 1,28 multipliziert, wodurch sich nach /19/ und /21/ folgende Unsicherheiten ergeben:

| IO | Bezeichnung | Gesamtbelastung |
|----|--------------------------|-----------------|
| A | Gut Neuhof | 2,1 |
| C | WA Gehlert | 2,1 |
| E | WA Lochum neu Waldstraße | 2,0 |
| F | WA Lochum Bergweg 10 | 2,0 |
| J | Jagdhütte FH Lochum | 2,2 |

Tabelle 7

Weitere, die Qualität der Prognose beeinflussende Faktoren sind:

Luftabsorption für Oktavbänder / 500Hz-Mittenpegel

Die Schallprognose nach DIN ISO 9613-2 erlaubt unterschiedliche Berechnungsverfahren bezüglich der Luftabsorption.

Die Luftabsorption kann für die einzelnen *Oktavbänder* eines breitbandigen Geräuschs ermittelt werden oder sie kann für den *500-Hz-Mittenpegel* berechnet werden. Die Berechnung für *Oktavbänder* ergibt exaktere und – im Fall von Windenergieanlagen – in der Regel niedrigere (leisere) Berechnungsergebnisse, daher kann die Berechnung für den *500-Hz-Mittenpegel* als konservative Herangehensweise (worst case) gewertet werden. Für die vorliegende Berechnung wurde diese konservative Herangehensweise gewählt.

Verwendung des Alternativen Verfahrens zur Bodendämpfung

Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, nämlich das Standardverfahren und das Alternative Verfahren, wobei letztgenanntes als konservative Annahme zu werten ist. In der vorliegenden Prognose wurde das Alternative Verfahren zur Berechnung der Bodendämpfung verwendet.

Alle hier genannten Faktoren führen dazu, dass die Unsicherheit der Prognose sehr konservativ angesetzt wurde und die berechneten Ergebnisse auf der „Sicheren Seite“ liegen.

5 Literatur

- /1/ TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
- /2/ DIN ISO 9613-2 : Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien
- /3/ BImSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz
- /4/ BauNVO: Baunutzungsverordnung
- /5/ Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen; Fördergesellschaft Windenergie e. V
- /6/ DIN 18005: Teil 1, Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren
- /7/ DIN 45681: Ermittlung Tonhaltigkeit, Schmalbandanalyse des unbewerteten Schalldruckpegels
- /8/ DIN 45645: Ermittlung Impulshaltigkeit, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen.
- /9/ Innenministerium Baden-Württemberg, Städtebauliche Lärmfibel - Hinweise für die Bauleitplanung, 1991, 193 Seiten.
- /10/ Workshop Immissionsschutz 24./25. Februar 1999, Tagungsband; Kötter Beratende Ingenieure Selbstverlag, Rheine 1999
- /11/ 'Viel Wind um wenig Lärm' von H. Klug, DEWI; In: Sonnenenergie 4/91
- /12/ Schallmessung an WEA von A. Petersen, Windtest; In: Windkraft Journal 3/93
- /13/ Windtest: Information Schallgutachten
- /14/ 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms, Hoffmann / von Lüpke; Erich Schmidt Verlag, 6. Auflage 1993
- /15/ Lärmbekämpfung '88: Tendenzen - Probleme - Lösungen, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag, 1988
- /16/ Infraschallwirkungen auf den Menschen, H. Ising, B. Markert, F. Shenoda, C. Schwarze, Bundesminister für Forschung und Technologie, VDI Verlag, 1982.
- /17/ Keine Gefahr durch Infraschall, A. Buhmann, In: Neue Energie 1/98
- /18/ DIN EN 50376: Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen
- /19/ W. Probst, U. Donner, Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose, Zeitschrift für Lärmbekämpfung
- /20/ Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geräusche von Windenergieanlagen" der Immissionsschutzbehörden und Meßinstitute, März 2005
- /21/ Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose; Detlef Piorr in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (Sept. 2001)
- /22/ Sachinformationen zu Geräuschimmissionen und -immissionen von Windenergieanlagen, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, LUA Essen 2001

6 Anhang

- Isophonlinienkarte im Maßstab 1:15000
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis und Detaillierte Ergebnisse
- Berechnung der Qualität der Prognose für die Zusatzbelastung an allen Immissionsorten
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Gesamtbelastung: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse
- Berechnung der Qualität der Prognose für die Gesamtbelastung an drei Immissionsorten
- Berechnung der Serienstreuung der WEA-Typen
- Zusammenfassung der Berechnung der Firma Enercon zum Schalleistungspegel des WEA-Typs E-70 E4 und Enercon E-40/6.44 sowie Enercon E-58/10.58



WindPRO version 2.5.0.60 Dez 2005

Projekt:

05-1-3066-Alpenrod

Ausdruck/Seite

21.11.2006 14:47 / 1

Lizenzierter Anwender:

Cube Engineering GmbH

Ludwig-Erhard-Str. 4-12

DE-34131 Kassel

+49 561 34338

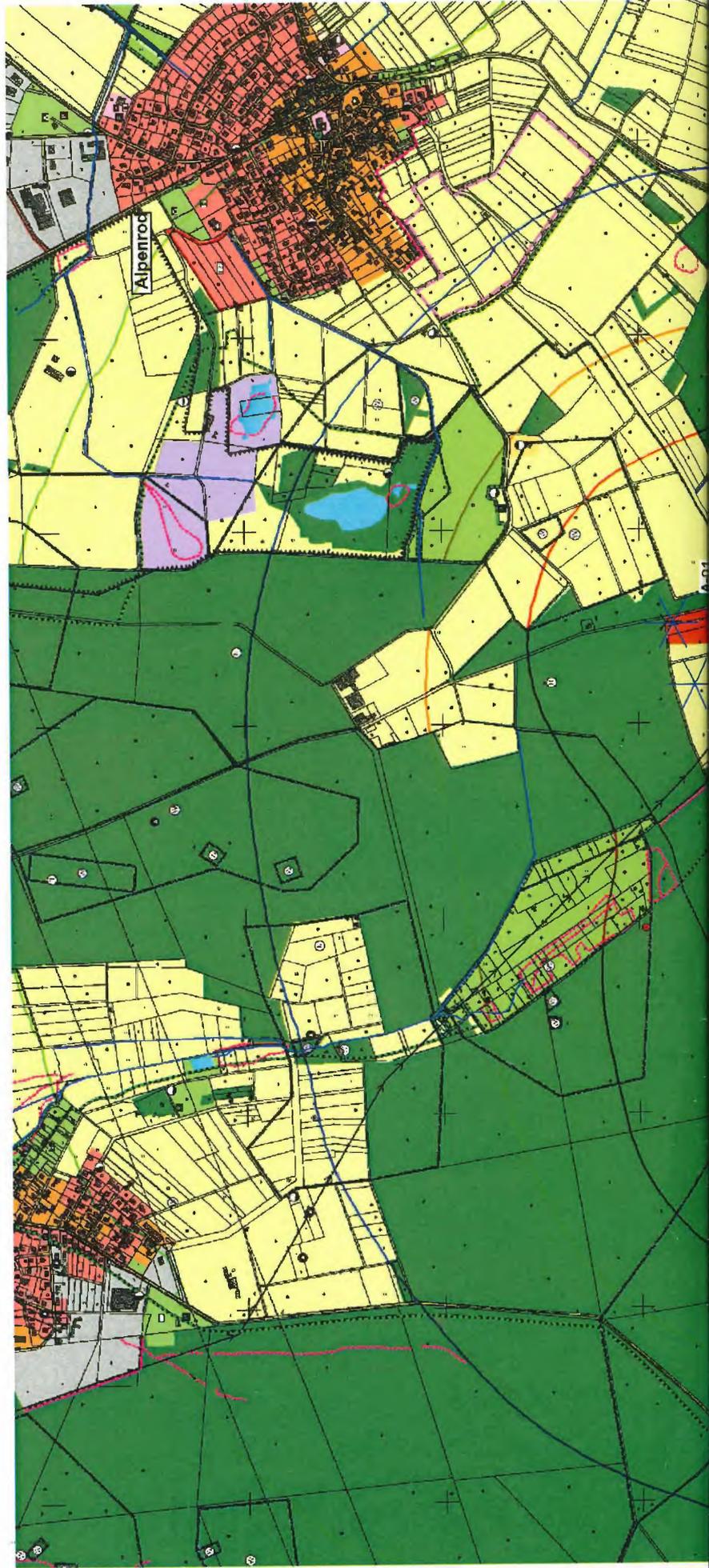
Kirsten Ulmer - Abt. Umwelt

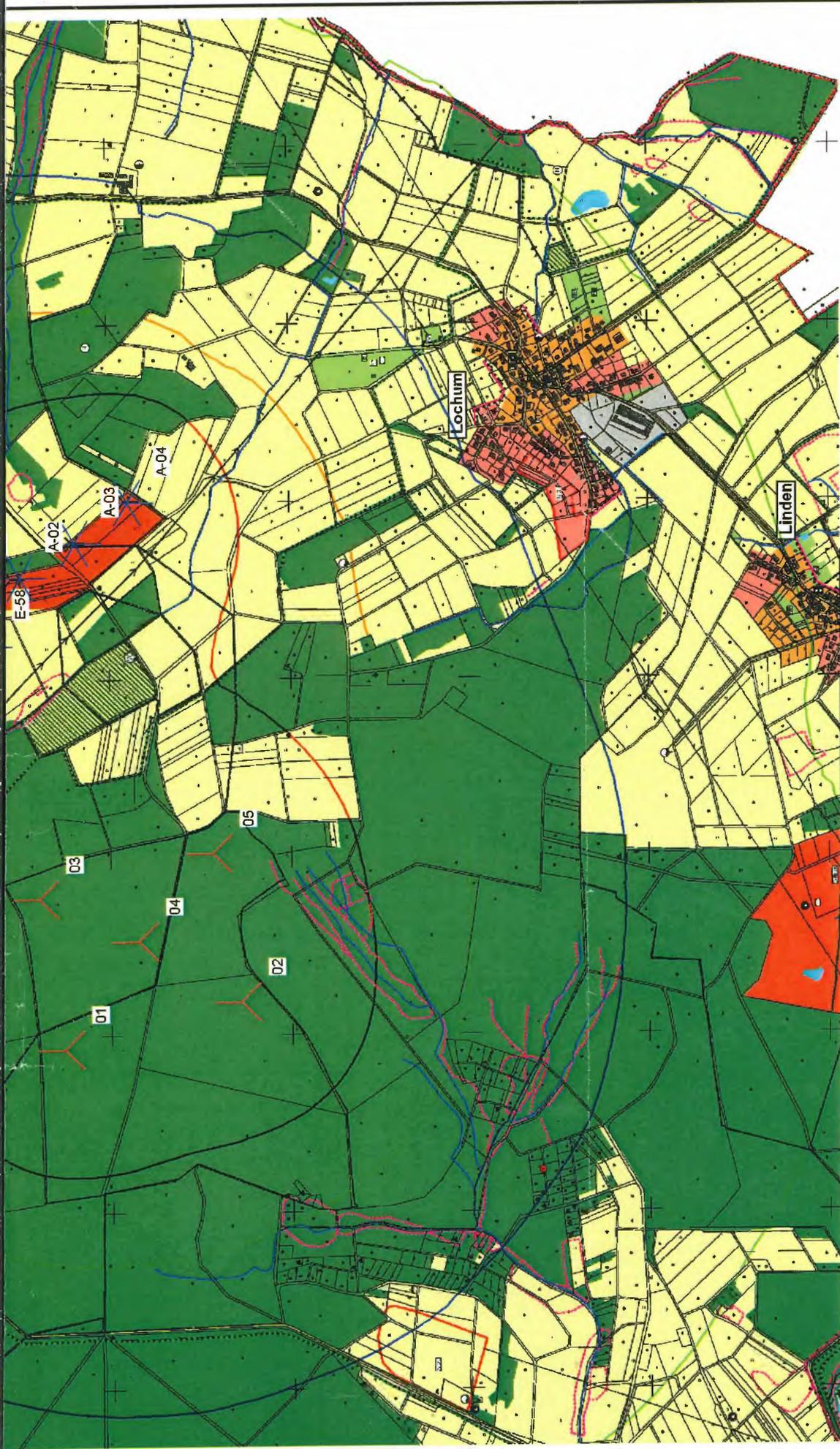
Berechnet:

21.11.2006 14:39/2.5.0.60

DECIBEL - Alpenrod-B-Plan

Berechnung: Schallisolinien Gesamtbelastung Datei: Alpenrod-B-Plan.bmi





Karte: Alpenrod-B-Plan , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Bessel) Zone: 2 Ost: 2.630.614 Nord: 5.611.030

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland. Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

⚡ Neue WEA

* Existierende WEA

— 30,0 dB(A)

— 35,0 dB(A)

— 40,0 dB(A)

— 45,0 dB(A)

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt



142

Projekt:
05-1-3066-Alpenrod

Ausdruck/Selle
20.11.2006 12:30 / 1
Lizenziertes Anwender:
Cube Engineering GmbH
Ludwig-Erhard-Str. 4-12
DE-34131 Kassel
+49 561 34338
Kirsten Ulner - Abt. Umwelt
Berechnet:
20.11.2006 12:30/2.5.0.60

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

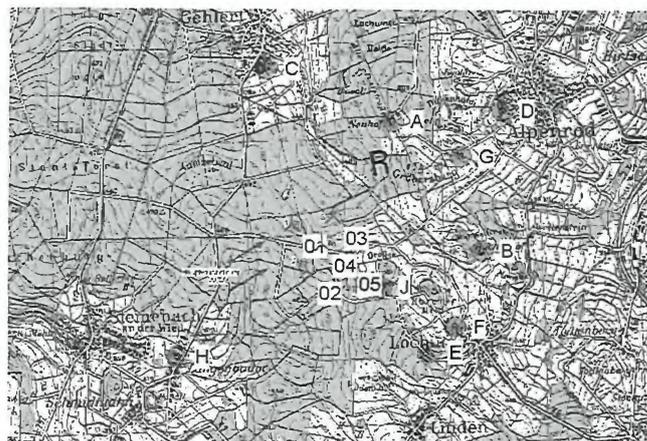
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 1,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

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



Maßstab 1:75.000

▲ Neue WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

| GK (Bessel) Zone: 2 | Zone: 2 | | Z | Beschreibung | WEA-Typ | | | Schallwerte | | | | | Windgeschw. | LwA,ref | Einzel-töne | |
|---------------------|-----------|-----------|-----|--------------|---------|------------|------|-------------|---------|-------|--------------|--------|------------------------|---------|-------------|------|
| | Ost | Nord | | | Aktuell | Hersteller | Typ | Leistung | Rotord. | Höhe | Kreis-radius | Quelle | | | | Name |
| 01 | 2.629.729 | 5.611.087 | 480 | WEA 01 | Nein | ENERCON | E-82 | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB |
| 02 | 2.629.879 | 5.610.601 | 474 | WEA 02 | Nein | ENERCON | E-82 | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB |
| 03 | 2.630.150 | 5.611.173 | 471 | WEA 03 | Nein | ENERCON | E-82 | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB |
| 04 | 2.630.039 | 5.610.893 | 483 | WEA 04 | Nein | ENERCON | E-82 | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB |
| 05 | 2.630.293 | 5.610.696 | 495 | WEA 05 | Nein | ENERCON | E-82 | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB |

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

| Schall-Immissionsort | Nr. | Name | GK (Bessel) Zone: 2 | | | Aufpunkthöhe | Anforderungen | | Beurteilungspegel | Anforderungen erfüllt? |
|----------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------|------|-----|--------------|---------------|---------|-------------------|------------------------|
| | | | Ost | Nord | Z | | Schall | Von WEA | | |
| A | Gut Neuhof | 2.630.752 | 5.612.165 | 498 | 5,0 | 45,0 | 33,3 | Ja | | |
| B | Bücherhof | 2.631.683 | 5.610.814 | 476 | 5,0 | 45,0 | 29,9 | Ja | | |
| C | WA Gehlert | 2.629.462 | 5.612.708 | 429 | 5,0 | 40,0 | 28,8 | Ja | | |
| D | WA Alpenrod | 2.631.873 | 5.612.277 | 448 | 5,0 | 40,0 | 26,0 | Ja | | |
| E | WA Lochem neu Waldstraße | 2.631.152 | 5.609.753 | 468 | 5,0 | 40,0 | 31,5 | Ja | | |
| F | WA Lochem Bergweg 10 | 2.631.406 | 5.610.018 | 476 | 5,0 | 40,0 | 30,2 | Ja | | |
| G | Wohnhaus südwestlich von Alpenrod | 2.631.452 | 5.611.800 | 490 | 5,0 | 45,0 | 30,7 | Ja | | |
| H | Langenbaum-Langenbaumer Str. 2 | 2.628.568 | 5.609.695 | 428 | 5,0 | 45,0 | 29,4 | Ja | | |
| J | Jagdhütte FH Lochem | 2.630.650 | 5.610.427 | 499 | 5,0 | 45,0 | 42,8 | Ja | | |

Abstände (m)

| Schall-Immissionsort | WEA | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
| A | 1486 | 1791 | 1160 | 1458 | 1539 |
| B | 1973 | 1817 | 1575 | 1646 | 1395 |
| C | 1643 | 2148 | 1682 | 1904 | 2177 |
| D | 2452 | 2605 | 2047 | 2298 | 2235 |
| E | 1951 | 1530 | 1738 | 1593 | 1276 |
| F | 1989 | 1635 | 1706 | 1623 | 1303 |
| G | 1865 | 1978 | 1445 | 1679 | 1601 |
| H | 1813 | 1594 | 2165 | 1897 | 1995 |
| J | 1133 | 790 | 898 | 768 | 447 |

Qualität der Prognose an den einzelnen Immissionsorten

Berechnung: Zusatzbelastung WP Alpenrod 20.11.2006

Serienstreuung des WEA-Typs wird als statistisch unabhängig betrachtet
 Ungenauigkeit der Vermessung des WEA-Typs wird betrachtet:

- zwischen WEA des selben Typs als statistisch abhängig
 - zwischen WEA unterschiedlicher Typen als statistisch unabhängig
- Ungenauigkeit des Prognosemodells wird als statistisch abhängig betrachtet

| Summe WEA | | Unsicherheit | | | Immissionsorte | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------|----------------|----------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Typ | Bezeichnung | Anzahl | Serienstreuung | Unsicherh. der Verm. | Prognosemodell | A | B | C | D | E | F | G | H | J |
| 1 | E-82 | 5 | 1,2 | 0,5 | 1,5 | 33,29 | 29,86 | 28,79 | 26,02 | 31,52 | 30,19 | 30,68 | 29,36 | 42,78 |
| 2 | E-40/5.40 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | E-40/6.44 | | | | | | | | | | | | | |
| Ergebnisse | | | | | | | | | | | | | | |
| Summenpegel alle WEA | | | | | | 33,29 | 29,86 | 28,79 | 26,02 | 31,52 | 30,19 | 30,68 | 29,36 | 42,78 |
| Gesamtunsicherheit | | | | | | 1,69 | 1,68 | 1,69 | 1,68 | 1,69 | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,77 |
| Gesamtunsicherheit bei 90% Vertrauensbereich | | | | | | 2,16 | 2,15 | 2,16 | 2,15 | 2,16 | 2,16 | 2,15 | 2,15 | 2,27 |
| Obere Vertrauensbereichsgrenze 90% Zutreffenswahrscheinlichkeit | | | | | | 35,45 | 32,01 | 30,95 | 28,17 | 33,68 | 32,34 | 32,83 | 31,51 | 45,04 |

143

166

Projekt:
05-1-3066-Alpenrod

Ausdruck/Seite
20.11.2006 13:54 / 1
Lizenzierter Anwender:
Cube Engineering GmbH
Ludwig-Erhard-Str. 4-12
DE-34131 Kassel
+49 561 34338
Kirsten Ulner - Abt. Umwelt
Berechnet:
20.11.2006 13:54/2.5.0.60

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"

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 1,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

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



Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA ▣ Schall-Immissionsort

WEA

| GK (Bessel) Zone: 2 | Zone: 2 | | Z | Beschreibung | WEA-Typ | | Schallwerte | | | | Windgeschw. | Nabenhöhe | LwA,ref | Einzel-töne | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----|----------------|---------|------------|---------------------|----------|---------|------|-------------|-----------|---------|---|--------------|--------------|---------------|-------|------|
| | Ost | Nord | | | Aktuell | Hersteller | Typ | Leistung | Rotord. | Höhe | | | | | Kreis-radius | Kreis-radius | Schall-Quelle | Name | |
| A-01 | 2.631.015 | 5.611.415 | 504 | WEA 1 Alpenrod | Nein | ENERCON | E-40/5.40 BJ bis 98 | 500 | 40,3 | 65,0 | 700,0 | 174,0 | USER | DEWI AM 960010 | 104,5 dB | 10,0 | 65,0 | 104,5 | 0 dB |
| A-02 | 2.631.053 | 5.611.258 | 497 | WEA 2 Alpenrod | Ja | ENERCON | E-40/6.44 | 600 | 44,0 | 65,0 | 840,0 | 207,0 | USER | energ. Mittel aus 3 Vermessungen | 100,6 dB | 10,0 | 65,0 | 100,6 | 0 dB |
| A-03 | 2.631.155 | 5.611.107 | 494 | WEA 3 Alpenrod | Nein | ENERCON | E-40/5.40 BJ bis 98 | 500 | 40,3 | 65,0 | 700,0 | 174,0 | USER | DEWI AM 960010 | 104,5 dB | 10,0 | 65,0 | 104,5 | 0 dB |
| A-04 | 2.631.275 | 5.610.968 | 499 | WEA 4 Alpenrod | Ja | ENERCON | E-40/6.44 | 600 | 44,0 | 65,0 | 840,0 | 207,0 | USER | energ. Mittel aus 3 Vermessungen | 100,6 dB | 10,0 | 65,0 | 100,6 | 0 dB |
| E-58 | 2.630.659 | 5.611.348 | 493 | E-58 | Ja | ENERCON | E-58/10.58 | 1.000 | 58,0 | 89,0 | 1.010,0 | 252,0 | USER | energ. Mittelwert aus 2 Verm. 100,8 dB(A) | 100,8 dB | 10,0 | 100,8 | 0 dB | |

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

| Schall-Immissionsort | Name | GK (Bessel) Zone: 2 | | | Aufpunkthöhe | Anforderungen Beurteilungspegel | | Anforderungen erfüllt? |
|----------------------|----------------------------|---------------------|-----------|-----|--------------|---------------------------------|---------|------------------------|
| | | Ost | Nord | Z | | Schall | Von WEA | |
| | A Gut Neuhaus | 2.630.752 | 5.612.165 | 498 | 5,0 | 45,0 | 36,8 | Ja |
| | C WA Gehler | 2.629.462 | 5.612.708 | 429 | 5,0 | 40,0 | 26,0 | Ja |
| | E WA Lochum neu Waldstraße | 2.631.152 | 5.609.753 | 468 | 5,0 | 40,0 | 30,9 | Ja |
| | F WA Lochum Bergweg 10 | 2.631.406 | 5.610.018 | 476 | 5,0 | 40,0 | 33,1 | Ja |
| | J Jagdhütte FH Lochum | 2.630.650 | 5.610.427 | 499 | 5,0 | 45,0 | 37,1 | Ja |

Abstände (m)

| Schall-Immissionsort | WEA | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| | A-01 | A-02 | A-03 | A-04 | E-58 |
| A | 795 | 955 | 1132 | 1306 | 824 |
| C | 2020 | 2152 | 2330 | 2513 | 1949 |
| E | 1668 | 1509 | 1354 | 1221 | 1622 |
| F | 1451 | 1289 | 1117 | 959 | 1438 |
| J | 1054 | 924 | 847 | 826 | 945 |

145

Projekt:
05-1-3066-Alpenrod

Ausdruck/Selbst
20.11.2006 13:53 / 1
Lizenziierter Anwender:
Cube Engineering GmbH
Ludwig-Erhard-Str. 4-12
DE-34131 Kassel
+49 561 34338
Kirsten Ulner - Abt. Umwelt
Berechnet:
20.11.2006 13:53/2.5.0.60

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

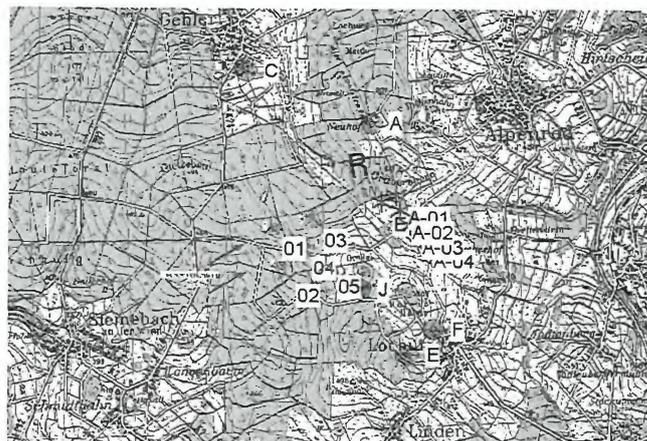
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

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

Windgeschw. in 10 m Höhe: 10,0 m/s
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 1,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

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



Maßstab 1:75.000

- ▲ Neue WEA
- * Existierende WEA
- Schall-Immissionsort

WEA

| GK (Bessel) Zone: 2 | Ost | Nord | Z | Beschreibung | WEA-Typ | Aktuell | Hersteller | Typ | Leistung | Rotord. | Höhe | Schallwerte | | Windgeschw. | Nabenhöhe | LwA,ref | Einzel- töne | |
|---------------------|-----------|-----------|-----|----------------|---------|---------|-------------------------|-----|----------|---------|-------|------------------|------------------|------------------------|---|---------|-----------------|------------|
| | | | | | | | | | | | | Kreis- radius | Kreis- radius | | | | | |
| 01 | 2.629.729 | 5.611.087 | 480 | WEA 01 | Nein | ENERCON | E-82 | | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB | |
| 02 | 2.629.879 | 5.610.601 | 474 | WEA 02 | Nein | ENERCON | E-82 | | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB | |
| 03 | 2.630.150 | 5.611.173 | 471 | WEA 03 | Nein | ENERCON | E-82 | | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB | |
| 04 | 2.630.039 | 5.610.893 | 483 | WEA 04 | Nein | ENERCON | E-82 | | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB | |
| 05 | 2.630.293 | 5.610.696 | 495 | WEA 05 | Nein | ENERCON | E-82 | | 2.000 | 82,0 | 108,0 | 1.550,0 | USER | 103,4 dB(A) M 65 333/1 | (95%) | 103,4 | 0 dB | |
| A-01 | 2.631.015 | 5.611.415 | 504 | WEA 1 Alpenrod | Nein | ENERCON | E-40/5,40 BJ bis 98 500 | | 600 | 44,0 | 65,0 | 700,0 | 174,0 | USER | DEWI AM 960010 104,5 dB | 10,0 | 65,0 | 104,5 0 dB |
| A-02 | 2.631.053 | 5.611.258 | 497 | WEA 2 Alpenrod | Ja | ENERCON | E-40/6,44 | | 600 | 44,0 | 65,0 | 840,0 | 207,0 | USER | energ. Mittel aus 3 Vermessungen 100,6 dB | 10,0 | | 100,6 0 dB |
| A-03 | 2.631.155 | 5.611.107 | 494 | WEA 3 Alpenrod | Nein | ENERCON | E-40/5,40 BJ bis 98 500 | | 600 | 44,0 | 65,0 | 700,0 | | USER | DEWI AM 960010 104,5 dB | 10,0 | 65,0 | 104,5 0 dB |
| A-04 | 2.631.275 | 5.610.968 | 499 | WEA 4 Alpenrod | Ja | ENERCON | E-40/6,44 | | 600 | 44,0 | 65,0 | 840,0 | | USER | energ. Mittel aus 3 Vermessungen 100,6 dB | 10,0 | | 100,6 0 dB |
| E-58 | 2.630.859 | 5.611.348 | 493 | E-58 | Ja | ENERCON | E-58/10,58 | | 1.000 | 58,0 | 89,0 | 1.010,0 | | USER | energ. Mittelwert aus 2 Verm. 100,8 dB(A) | 10,0 | | 100,8 0 dB |

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

| Schall-Immissionsort | Nr. | Name | GK (Bessel) Zone: 2 | | | Aufpunkthöhe | Schall | Von WEA | Anforderungen erfüllt? |
|----------------------------|-----|------|---------------------|-----------|-----|--------------|--------|---------|------------------------|
| | | | Ost | Nord | Z | | | | |
| A Gut Neuha | | | 2.630.752 | 5.612.165 | 498 | 5,0 | 45,0 | 38,4 | Ja |
| C WA Gehlert | | | 2.629.462 | 5.612.708 | 429 | 5,0 | 40,0 | 30,6 | Ja |
| E WA Lochum neu Waldstraße | | | 2.631.152 | 5.609.753 | 468 | 5,0 | 40,0 | 34,2 | Ja |
| F WA Lochum Bergweg 10 | | | 2.631.406 | 5.610.018 | 476 | 5,0 | 40,0 | 34,9 | Ja |
| J Jagdhütte FH Lochum | | | 2.630.650 | 5.610.427 | 499 | 5,0 | 45,0 | 43,8 | Ja |

Abstände (m)

| WEA | A | C | E | F | J |
|------|------|------|------|------|------|
| 01 | 1486 | 1643 | 1951 | 1989 | 1133 |
| 02 | 1791 | 2148 | 1530 | 1635 | 790 |
| 03 | 1160 | 1682 | 1738 | 1706 | 898 |
| 04 | 1458 | 1904 | 1593 | 1623 | 768 |
| 05 | 1539 | 2177 | 1276 | 1303 | 447 |
| A-01 | 795 | 2020 | 1668 | 1451 | 1054 |
| A-02 | 955 | 2152 | 1509 | 1289 | 924 |
| A-03 | 1132 | 2330 | 1354 | 1117 | 847 |
| A-04 | 1306 | 2513 | 1221 | 959 | 826 |
| E-58 | 824 | 1949 | 1622 | 1438 | 945 |

166

Projekt:
05-1-3066-Alpenrod

Ausdruck/Seite
20.11.2006 13:54 / 1
Lizenzierter Anwender:
Cube Engineering GmbH
Ludwig-Erhard-Str. 4-12
DE-34131 Kassel
+49 561 34338
Kirsten Ulner - Abt. Umwelt
Berechnet:
20.11.2006 13:53/2.5.0.60

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Gut Neuhof

| WEA | | 95% der Nennleistung | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|--|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Berechnet [dB(A)] | LwA,ref [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] | |
| 01 | 1.486 | 1.488 | 74,3 | Ja | 25,81 | 103,4 | 3,01 | 74,45 | 2,83 | 3,08 | 0,00 | 0,00 | 80,36 | 0,24 | |
| 02 | 1.791 | 1.792 | 67,0 | Ja | 23,05 | 103,4 | 3,01 | 76,07 | 3,41 | 3,52 | 0,00 | 0,00 | 82,99 | 0,37 | |
| 03 | 1.160 | 1.162 | 68,5 | Ja | 29,10 | 103,4 | 3,01 | 72,31 | 2,21 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 77,28 | 0,03 | |
| 04 | 1.458 | 1.460 | 72,7 | Ja | 26,03 | 103,4 | 3,01 | 74,29 | 2,77 | 3,09 | 0,00 | 0,00 | 80,15 | 0,22 | |
| 05 | 1.539 | 1.542 | 70,9 | Ja | 25,23 | 103,4 | 3,01 | 74,76 | 2,93 | 3,22 | 0,00 | 0,00 | 80,91 | 0,27 | |
| A-01 | 795 | 797 | 33,7 | Ja | 33,51 | 104,5 | 3,01 | 69,03 | 1,51 | 3,33 | 0,00 | 0,00 | 73,88 | 0,12 | |
| A-02 | 955 | 957 | 31,2 | Ja | 27,23 | 100,6 | 3,01 | 70,62 | 1,82 | 3,67 | 0,00 | 0,00 | 76,11 | 0,27 | |
| A-03 | 1.132 | 1.133 | 30,0 | Ja | 29,00 | 104,5 | 3,01 | 72,09 | 2,15 | 3,89 | 0,00 | 0,00 | 78,13 | 0,38 | |
| A-04 | 1.306 | 1.308 | 33,5 | Ja | 23,41 | 100,6 | 3,01 | 73,33 | 2,48 | 3,92 | 0,00 | 0,00 | 79,73 | 0,46 | |
| E-58 | 824 | 827 | 47,4 | Ja | 30,07 | 100,8 | 3,00 | 69,35 | 1,57 | 2,81 | 0,00 | 0,00 | 73,73 | 0,00 | |
| Summe | | 38,41 | | | | | | | | | | | | | |

Schall-Immissionsort: C WA Gehlert

| WEA | | 95% der Nennleistung | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|--|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Berechnet [dB(A)] | LwA,ref [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] | |
| 01 | 1.643 | 1.650 | 44,2 | Ja | 23,73 | 103,4 | 3,01 | 75,35 | 3,13 | 3,88 | 0,00 | 0,00 | 82,36 | 0,31 | |
| 02 | 2.148 | 2.153 | 39,5 | Nein | 19,38 | 103,4 | 3,01 | 77,66 | 4,09 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 86,55 | 0,47 | |
| 03 | 1.682 | 1.688 | 49,2 | Ja | 23,53 | 103,4 | 3,01 | 75,55 | 3,21 | 3,80 | 0,00 | 0,00 | 82,55 | 0,33 | |
| 04 | 1.904 | 1.911 | 48,3 | Nein | 20,95 | 103,4 | 3,01 | 76,62 | 3,63 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 85,05 | 0,41 | |
| 05 | 2.177 | 2.183 | 54,0 | Nein | 19,20 | 103,4 | 3,01 | 77,78 | 4,15 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 86,73 | 0,48 | |
| A-01 | 2.020 | 2.025 | 37,8 | Ja | 21,72 | 104,5 | 3,01 | 77,13 | 3,85 | 4,16 | 0,00 | 0,00 | 85,14 | 0,65 | |
| A-02 | 2.152 | 2.156 | 34,8 | Ja | 16,92 | 100,6 | 3,01 | 77,67 | 4,10 | 4,25 | 0,00 | 0,00 | 86,02 | 0,67 | |
| A-03 | 2.330 | 2.333 | 31,7 | Ja | 19,69 | 104,5 | 3,01 | 78,36 | 4,43 | 4,33 | 0,00 | 0,00 | 87,13 | 0,70 | |
| A-04 | 2.513 | 2.516 | 32,5 | Ja | 14,74 | 100,6 | 3,01 | 79,01 | 4,78 | 4,36 | 0,00 | 0,00 | 88,15 | 0,72 | |
| E-58 | 1.949 | 1.955 | 50,3 | Ja | 18,84 | 100,8 | 3,01 | 76,82 | 3,71 | 3,92 | 0,00 | 0,00 | 84,45 | 0,52 | |
| Summe | | 30,62 | | | | | | | | | | | | | |

Schall-Immissionsort: E WA Lochum neu Waldstraße

| WEA | | 95% der Nennleistung | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|--|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Berechnet [dB(A)] | LwA,ref [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] | |
| 01 | 1.951 | 1.954 | 44,0 | Ja | 21,43 | 103,4 | 3,01 | 76,82 | 3,71 | 4,03 | 0,00 | 0,00 | 84,56 | 0,42 | |
| 02 | 1.530 | 1.533 | 44,4 | Ja | 24,72 | 103,4 | 3,01 | 74,71 | 2,91 | 3,80 | 0,00 | 0,00 | 81,43 | 0,26 | |
| 03 | 1.738 | 1.741 | 37,3 | Ja | 22,87 | 103,4 | 3,01 | 75,82 | 3,31 | 4,06 | 0,00 | 0,00 | 83,19 | 0,35 | |
| 04 | 1.593 | 1.598 | 43,5 | Ja | 24,15 | 103,4 | 3,01 | 75,07 | 3,04 | 3,86 | 0,00 | 0,00 | 81,97 | 0,29 | |
| 05 | 1.276 | 1.282 | 49,4 | Ja | 27,23 | 103,4 | 3,01 | 73,16 | 2,44 | 3,47 | 0,00 | 0,00 | 79,07 | 0,11 | |
| A-01 | 1.668 | 1.671 | 28,5 | Ja | 24,08 | 104,5 | 3,01 | 75,46 | 3,17 | 4,21 | 0,00 | 0,00 | 82,85 | 0,58 | |

Fortsetzung auf nächster Seite...

ALZ

Projekt:
05-1-3066-Alpenrod

Ausdruck/Seite
20.11.2006 13:54 / 2
Lizenziertes Anwender:
Cube Engineering GmbH
Ludwig-Erhard-Str. 4-12
DE-34131 Kassel
+49 561 34338
Kirsten Ulner - Abt. Umwelt
Berechnet:
20.11.2006 13:53/2.5.0.60

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

...Fortsetzung von der vorigen Seite

| WEA | | 95% der Nennleistung | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|--|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Berechnet [dB(A)] | LwA,ref [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] | |
| A-02 | 1.509 | 1.511 | 25,8 | Nein | 20,81 | 100,6 | 3,01 | 74,59 | 2,87 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 82,26 | 0,54 | |
| A-03 | 1.354 | 1.357 | 24,0 | Ja | 26,60 | 104,5 | 3,01 | 73,65 | 2,58 | 4,19 | 0,00 | 0,00 | 80,42 | 0,48 | |
| A-04 | 1.221 | 1.225 | 27,0 | Ja | 24,05 | 100,6 | 3,01 | 72,76 | 2,33 | 4,04 | 0,00 | 0,00 | 79,13 | 0,43 | |
| E-58 | 1.622 | 1.626 | 37,5 | Ja | 21,07 | 100,8 | 3,01 | 75,22 | 3,09 | 4,01 | 0,00 | 0,00 | 82,32 | 0,42 | |
| Summe | | 34,20 | | | | | | | | | | | | | |

Schall-Immissionsort: F WA Lochum Bergweg 10

| WEA | | 95% der Nennleistung | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|--|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Berechnet [dB(A)] | LwA,ref [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] | |
| 01 | 1.989 | 1.992 | 42,9 | Nein | 20,41 | 103,4 | 3,01 | 76,98 | 3,78 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 85,57 | 0,43 | |
| 02 | 1.635 | 1.638 | 44,4 | Nein | 22,90 | 103,4 | 3,01 | 75,28 | 3,11 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 83,70 | 0,34 | |
| 03 | 1.706 | 1.709 | 36,1 | Nein | 22,37 | 103,4 | 3,01 | 75,66 | 3,25 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 83,70 | 0,34 | |
| 04 | 1.623 | 1.627 | 41,5 | Nein | 22,99 | 103,4 | 3,01 | 75,23 | 3,09 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 83,12 | 0,30 | |
| 05 | 1.303 | 1.309 | 47,0 | Nein | 25,65 | 103,4 | 3,01 | 73,34 | 2,49 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 80,63 | 0,13 | |
| A-01 | 1.451 | 1.453 | 32,8 | Nein | 25,18 | 104,5 | 3,01 | 74,25 | 2,76 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 81,81 | 0,52 | |
| A-02 | 1.289 | 1.292 | 30,4 | Nein | 22,67 | 100,6 | 3,01 | 73,22 | 2,45 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 80,48 | 0,46 | |
| A-03 | 1.117 | 1.120 | 30,0 | Ja | 29,15 | 104,5 | 3,01 | 71,99 | 2,13 | 3,87 | 0,00 | 0,00 | 77,99 | 0,37 | |
| A-04 | 959 | 962 | 35,0 | Ja | 27,30 | 100,6 | 3,01 | 70,66 | 1,83 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 76,03 | 0,27 | |
| E-58 | 1.438 | 1.442 | 39,5 | Nein | 21,74 | 100,8 | 3,01 | 74,18 | 2,74 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 81,72 | 0,35 | |
| Summe | | 34,87 | | | | | | | | | | | | | |

Schall-Immissionsort: J Jagdhütte FH Lochum

| WEA | | 95% der Nennleistung | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|----------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------|-----------|--|
| Nr. | Abstand [m] | Schallweg [m] | Mittlere Höhe [m] | Sichtbar | Berechnet [dB(A)] | LwA,ref [dB(A)] | Dc [dB] | Adiv [dB] | Aatm [dB] | Agr [dB] | Abar [dB] | Amisc [dB] | A [dB] | Cmet [dB] | |
| 01 | 1.133 | 1.136 | 56,4 | Ja | 29,05 | 103,4 | 3,01 | 72,11 | 2,16 | 3,09 | 0,00 | 0,00 | 77,35 | 0,00 | |
| 02 | 790 | 794 | 56,6 | Ja | 33,57 | 103,4 | 3,00 | 69,00 | 1,51 | 2,32 | 0,00 | 0,00 | 72,83 | 0,00 | |
| 03 | 898 | 901 | 49,6 | Ja | 31,70 | 103,4 | 3,00 | 70,10 | 1,71 | 2,89 | 0,00 | 0,00 | 74,70 | 0,00 | |
| 04 | 768 | 773 | 53,2 | Ja | 33,76 | 103,4 | 3,00 | 68,77 | 1,47 | 2,41 | 0,00 | 0,00 | 72,64 | 0,00 | |
| 05 | 447 | 458 | 55,9 | Ja | 40,82 | 103,4 | 2,99 | 64,21 | 0,87 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 65,57 | 0,00 | |
| A-01 | 1.054 | 1.056 | 39,6 | Ja | 30,19 | 104,5 | 3,01 | 71,47 | 2,01 | 3,50 | 0,00 | 0,00 | 76,98 | 0,34 | |
| A-02 | 924 | 926 | 37,3 | Ja | 27,87 | 100,6 | 3,01 | 70,33 | 1,76 | 3,41 | 0,00 | 0,00 | 75,49 | 0,24 | |
| A-03 | 847 | 849 | 36,6 | Ja | 32,84 | 104,5 | 3,01 | 69,58 | 1,61 | 3,31 | 0,00 | 0,00 | 74,50 | 0,17 | |
| A-04 | 826 | 829 | 40,2 | Ja | 29,40 | 100,6 | 3,01 | 69,37 | 1,57 | 3,12 | 0,00 | 0,00 | 74,06 | 0,15 | |
| E-58 | 945 | 948 | 47,6 | Ja | 28,40 | 100,8 | 3,01 | 70,54 | 1,80 | 3,06 | 0,00 | 0,00 | 75,40 | 0,01 | |
| Summe | | 43,83 | | | | | | | | | | | | | |

Qualität der Prognose an den einzelnen Immissionsorten

Berechnung:

Gesamtbelastung WP Alpenrod 20.11.2006

Serienstreuung des WEA-Typs wird als statistisch unabhängig betrachtet
 Ungenauigkeit der Vermessung des WEA-Typs wird betrachtet:

- zwischen WEA des selben Typs als statistisch abhängig
 - zwischen WEA unterschiedlicher Typen als statistisch unabhängig
- Ungenauigkeit des Prognosemodells wird als statistisch abhängig betrachtet

| Summe WEA | | Unsicherheit | | | Immissionsorte | | | | | |
|--|-------------|--------------|---------------------|-------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Typ | Bezeichnung | Anzahl | Serien- streuung | Unsicherh. der Verm. | Prognose- modell | A | C | E | F | J |
| 1 | E-82 | 5 | 1,2 | 0,5 | 1,5 | 33,28 | 28,78 | 31,52 | 30,19 | 42,79 |
| 2 | E-40/5.40 | 2 | 1,2 | 0,5 | 1,5 | 34,83 | 23,83 | 28,53 | 30,61 | 34,72 |
| 3 | E-40/6.44 | 2 | 0,4 | 0,5 | 1,5 | 28,74 | 18,98 | 25,74 | 28,59 | 31,71 |
| 4 | E-58 | 1 | 1,2 | 0,5 | 1,5 | 30,07 | 18,84 | 21,07 | 21,74 | 28,40 |
| Ergebnisse | | | | | | | | | | |
| Summenpegel alle WEA | | | | | | 38,41 | 30,62 | 34,21 | 34,87 | 43,83 |
| Gesamtunsicherheit | | | | | | 1,60 | 1,60 | 1,58 | 1,58 | 1,68 |
| Gesamtunsicherheit bei 90% Vertrauensbereich | | | | | | 2,05 | 2,05 | 2,03 | 2,02 | 2,15 |
| Obere Vertrauensbereichsgrenze 90% Zutreffenswahrscheinlichkeit | | | | | | 40,46 | 32,66 | 36,23 | 36,89 | 45,98 |

148

169

| Auszug aus dem Prüfbericht | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Stamblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“ | | | | | | | | | | | | |
| Rev. 16 vom 01. Juli 2005 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stromannplatz 4, D-24103 Kiel) | | | | | | | | | | | | |
| Auszug aus dem Prüfbericht M65 333/1 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-82 | | | | | | | | | | | | |
| Allgemeine Angaben | | Technische Daten (Herstellerausgaben) | | | | | | | | | | |
| Anlagenhersteller: | Enercon GmbH Drackamp 5 26605 Aunch | Nennleistung (Generator): | 2.000 kW | | | | | | | | | |
| Seriennummer: | 82001 | Rotordurchmesser: | 82 m | | | | | | | | | |
| WEA-Standort (ca.): | RW: 25,82.266 HW: 59.14.847 | Nabenhöhe über Grund: | 98 m | | | | | | | | | |
| | | Turbinaart: | Rohrturm | | | | | | | | | |
| | | Material: | Fertigleibbeton | | | | | | | | | |
| | | Leistungsregelung: | pitch | | | | | | | | | |
| Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerausgaben) | | Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerausgaben) | | | | | | | | | | |
| Rotorblätterhersteller: | Enercon GmbH | Getriebehersteller: | — | | | | | | | | | |
| Typenbezeichnung Blatt: | 82 - 1 | Typenbezeichnung Getriebe: | — | | | | | | | | | |
| Blatteneinstellwinkel: | variabel | Generatorhersteller: | Enercon GmbH | | | | | | | | | |
| Rotorblattanzahl: | 3 | Typenbezeichnung Generator: | E-82 | | | | | | | | | |
| Rotordrehzahlbereich: | 6 - 19 U/min (Betrieb I) | Generatordrehzahl: | 6 - 19 U/min (Betrieb I) | | | | | | | | | |
| Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH: Berechnete Leistungskurve vom Januar 2005 | | | | | | | | | | | | |
| | Referenzpunkt | | Schallemissions-Parameter | Bemerkungen | | | | | | | | |
| | Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe | Elektrische Wirkleistung | | | | | | | | | | |
| Schalleistungspegel $L_{WA,r}$ | 6 m/s | 1029,7 kW | 100,6 dB(A) | | | | | | | | | |
| | 7 m/s | 1617,4 kW | 103,1 dB(A) | | | | | | | | | |
| | 8 m/s | 1939,6 kW | 103,4 dB(A) | | | | | | | | | |
| | 9 m/s | — kW | — dB(A) | [1] | | | | | | | | |
| | 10 m/s | — kW | — dB(A) | [1] | | | | | | | | |
| | 7,7 m/s | 1900,0 kW | 103,4 dB(A) | [2] | | | | | | | | |
| Tonzusatzschlag für den Nahbereich K_{31} | 6 m/s | 1029,7 kW | — dB | | | | | | | | | |
| | 7 m/s | 1617,4 kW | — dB | | | | | | | | | |
| | 8 m/s | 1939,6 kW | — dB | | | | | | | | | |
| | 9 m/s | — kW | — dB | [1] | | | | | | | | |
| | 10 m/s | — kW | — dB | [1] | | | | | | | | |
| | 7,7 m/s | 1900,0 kW | — dB | [2] | | | | | | | | |
| Impulszusatzschlag für den Nahbereich K_{31} | 6 m/s | 1029,7 kW | — dB | | | | | | | | | |
| | 7 m/s | 1617,4 kW | — dB | | | | | | | | | |
| | 8 m/s | 1939,6 kW | — dB | | | | | | | | | |
| | 9 m/s | — kW | — dB | [1] | | | | | | | | |
| | 10 m/s | — kW | — dB | [1] | | | | | | | | |
| | 7,7 m/s | 1900,0 kW | — dB | [2] | | | | | | | | |
| Terz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8$ m/s | | | | | | | | | | | | |
| Frequenz | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| $L_{WA,r}$ [dB] | 75,9 | 79,1 | 81,5 | 82,9 | 87,7 | 88,2 | 87,5 | 90,4 | 90,5 | 91,2 | 93,7 | 93,5 |
| Frequenz | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 | 6300 | 8000 | 10000 |
| $L_{WA,r}$ [dB] | 94,9 | 95,0 | 93,9 | 91,6 | 89,3 | 85,2 | 80,9 | 75,8 | 72,4 | 73,4 | 71,2 | 73,5 |
| Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8$ m/s | | | | | | | | | | | | |
| Frequenz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | | | | |
| $L_{WA,r}$ [dB] | 84,2 | 91,6 | 94,4 | 97,7 | 99,4 | 94,2 | 82,5 | 77,6 | | | | |
| Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 11.4.2006. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M65 333/1 (insbesondere bei Schallemissionsprognosen). | | | | | | | | | | | | |
| Bemerkungen: | | | | | | | | | | | | |
| [1] In dieser Windklasse wurden keine Daten ermittelt | | | | | | | | | | | | |
| [2] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 7,7 m/s festgestellt. | | | | | | | | | | | | |

Gemessen durch: Müller-BBM GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Am Bugapark 1
45 899 Gelsenkirchen

MÜLLER-BBM GMBH
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN
AM BUGAPARK 1
45 899 GELSENKIRCHEN
TELEFON (0209) 9 83 4 4 7 7

Datum: 21.04.2006

[Signature]
Dipl.-Ing. (FH) D. Hinkelmann

[Signature]
Dipl.-Ing. (FH) M. Köhl



Akkreditiertes Prüflaboratorium nach ISO/IEC 17025



DAP-PL-2465.10

\\spged01\p\person\hkm\65333\01_PBo_3d_65333.doc:21. 04. 2006

150

Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Anlagendaten entsprechend Seite 1 dieses Auszugs aus dem Prüfbericht

Auf der Basis von **mindestens drei** Messungen nach dieser Richtlinie besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /1/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

| Schallemissions-Parameter | Wind-Geschwindigkeit in 10m Höhe | 1. Messung | 2. Messung | 3. Messung | Energetischer Mittelwert | Standard-Abweichung | K nach /1/ $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$ |
|--|--|--|---|--|---|---|---|
| | | Messinstitut: WIND-consult Prüfbericht - Nr.: 207SE899 Datum der Messung: 31.01./01.02. 2000 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44 | Messinstitut: WINDTEST KWK Prüfbericht - Nr.: 1740/01 Datum der Messung: 13.12.2000 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44 | Messinstitut: WIND-consult Prüfbericht - Nr.: 287SEA01/01 Datum der Messung: 06.11.2001 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44 | | S | |
| Schalleistungs- pegel $L_{WA,P}$: | 6 m/s 7 m/s 8 m/s 9 m/s 10 m/s ²⁾ | 98,4 dB(A) 99,4 dB(A) 100,3 dB(A) 100,7 dB(A) 100,8 dB(A) | 96,8 dB(A) 98,6 dB(A) 99,9 dB(A) 100,8 dB(A) ¹⁾ 100,8 dB(A) | 96,9 dB(A) 98,5 dB(A) 99,6 dB(A) 100,1 dB(A) ¹⁾ 100,1 dB(A) | 97,4 dB(A) 98,9 dB(A) 99,9 dB(A) 100,5 dB(A) 100,6 dB(A) | 0,9 dB(A) 0,5 dB(A) 0,4 dB(A) 0,4 dB(A) 0,4 dB(A) | 1,9 dB(A) 1,3 dB(A) 1,2 dB(A) 1,2 dB(A) 1,2 dB(A) |
| Tonzuschlag KTN: | 6 m/s 7 m/s 8 m/s 9 m/s 10 m/s ²⁾ | 0 dB (- Hz) 2 dB (304 Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) | 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) ³⁾ 0 dB (- Hz) | 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) ³⁾ 0 dB (- Hz) | 0 dB (- Hz) 1 dB (304 Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) | - | - |
| Impulszuschlag KIN: | 6 m/s 7 m/s 8 m/s 9 m/s 10 m/s ²⁾ | 0 dB 0 dB 0 dB 0 dB 0 dB | 0 dB 0 dB 0 dB 0 dB ³⁾ 0 dB | 0 dB 0 dB 0 dB 0 dB ³⁾ 0 dB | 0 dB(A) 0 dB(A) 0 dB(A) 0 dB(A) 0 dB(A) | - | - |

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen: 1) Der angegebene Schalleistungspegel entspricht dem Schalleistungspegel bei 95% der Nennleistung. Bei der 2. und 3. Messung wurden 95% der Nennleistung bei einer Windgeschwindigkeit von $v_{10} = 8,9 \text{ m/s}$ in 10 m ü.G. erreicht, während bei der 1. Messung 95% der Nennleistung bei $v_{10} = 10 \text{ m/s}$ in 10 m ü.G. erreicht wurden. Es wurde der maximal im jeweils zu vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich auftretende Schalleistungspegel verwendet.
- 2) Die angegebenen Werte entsprechen den Werten bei 95% der Nennleistung.
- 3) Es wurden die maximal im jeweils zu vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich auftretenden Emissionsparameter verwendet.

Ausgestellt durch: WIND-consult GmbH
Reuterstraße 9
D-18211 Bargeshagen



Unterschrift
Dipl.-Ing. R.Haevernick

Unterschrift
Dipl.-Ing. W.Wilke

Datum: 05.12.2001

/1/ CENELEC / BTTF83-2-WG4, 5. Draft Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines 1999-11*.

ASA

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 | | ENERCON <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 |

1. 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: Geräuschemissionen) mit Stand Februar 2000 durchgeführt. Die Bestimmung der Impulshaltigkeit entspricht der DIN 45645 (T1, „Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschemissionen“, 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 Geräuschemissionen“, Stand Januar 1992) verfahren).
2. 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).
3. 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.
4. Umgerechnete Schalleistungspegelwerte für die oben genannten Nabenhöhen ergeben sich als Berechnung aus den Vermessungen der E-58/10.58 der jeweils vermessenen Nabenhöhe.
5. ENERCON Anlagen gewährleisten aufgrund ihres verschleißfreien Konzeptes und ihrer variablen Betriebsführung, daß vorgegebene Schallwerte während der gesamten Lebensdauer eingehalten werden.

Anlage zur Schallimmissionsprognose der CUBE Engineering GmbH

Inhalt:

| | | |
|-------|---|-----|
| 1.1 | Allgemeines zur Schallproblematik..... | II |
| 1.1.1 | Grundlagen..... | II |
| 1.1.2 | Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen..... | II |
| 1.1.3 | Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel..... | IV |
| 1.1.4 | Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung..... | V |
| 1.1.5 | Schallimmissionen von Windenergieanlagen..... | VI |
| 1.2 | Immissionsprognose | VII |
| 1.2.1 | Grundlage | VII |
| 1.2.2 | Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T | XI |
| 1.2.3 | Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I | XI |
| 1.2.4 | Weitere Betrachtungen | XII |

Theoretische Grundlagen

1.1 Allgemeines zur Schallproblematik

1.1.1 Grundlagen

Der Schall besteht aus Luftdruckschwankungen, die das menschliche Ohr wahrnimmt. Abbildung 1 zeigt den Hörbereich des menschlichen Ohrs in einem logarithmischen Maßstab.

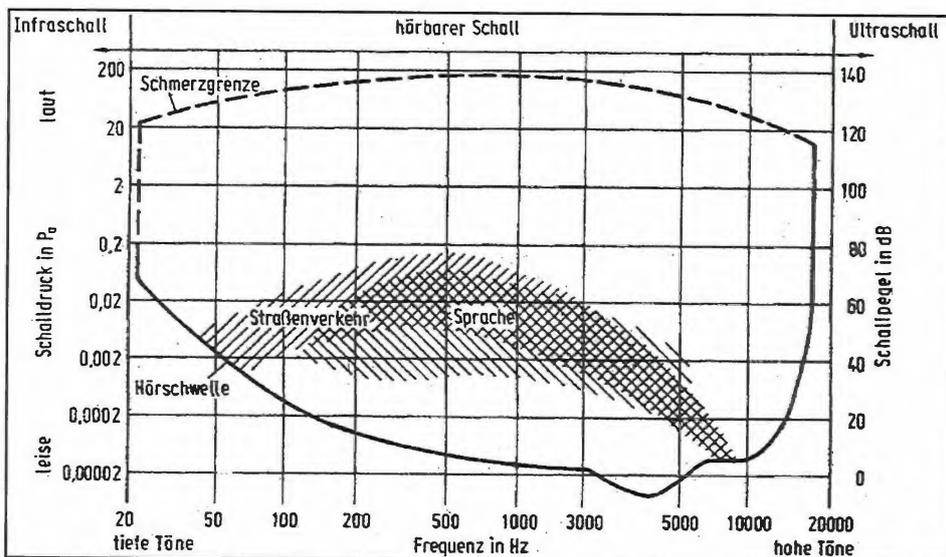


Abbildung 1 Hörbereich des Menschen

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 als schmerzhaft wahrgenommen. Der Schall unter 20 Hz wird als Infraschall (Körperschall), der Schall über 20.000 Hz als Ultraschall bezeichnet.

1.1.2 Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang von Schallentwicklung, -ausbreitung und -immission sowie die entsprechenden 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.

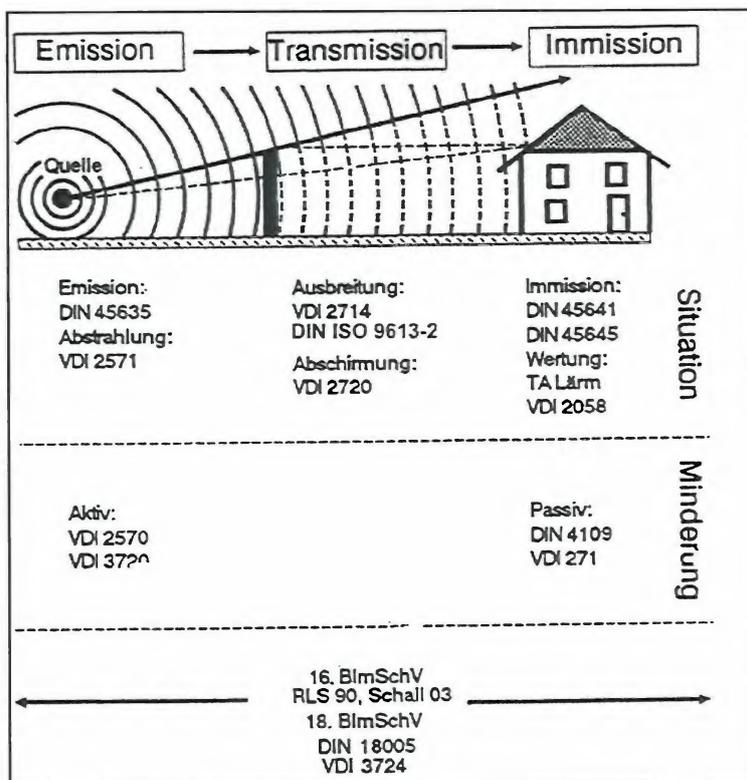


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall

Die gesetzliche Grundlage für die Problematik 'Emission – Transmission – Immission' bildet das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG, 1974, 1990; /3/). Bauliche Anlagen müssen von den **Gewerbeaufsichts-** bzw. **Umweltämtern** auf Basis der 'Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm' (kurz: TA-Lärm, 1998; /1/) 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 2 erwähnten Normen nach DIN und

VDI. Die Immissionsschutzbehörde als Teil des Gewerbeaufsichtsamtes bzw. des Umweltamtes beurteilt die Lärmimmissionen baulicher Anlagen.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO, 1990; /4/) sind die Baugebietsarten festgelegt, denen nach der TA Lärm /1/ eine Immissionsschutz-Rangfolge zugeordnet ist. 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
- 50 dB (A) für Gewerbegebiet (vorwiegend gewerbliche Anlagen).

1.1.3 Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel

Die kennzeichnende Größe für die Geräuschemission einer Windenergieanlage 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 (Emissionsort, WEA) abgestrahlt wird. Eine Windenergieanlage verursacht im Bereich des hörbaren Frequenzbandes unterschiedlich laute Geräusche. Da das menschliche Gehör Schall mit unterschiedlicher Frequenz, bei 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 Berechnung der Schallausbreitung nach der DIN ISO 9613-2 /2/ verwendet wird.

Die genaue Verfahrensweise zur Durchführung einer Schallemissionsmessung zur Ermittlung des Schalleistungspegels von WEA kann der Schrift der Fördergesellschaft Windenergie e. V

(FGW) *Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen /5/* entnommen werden.

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

Der *Schalldruckpegel* L_S ist der momentane Wert in dB, der an einem beliebigen Immissionsort (z.B. Wohngebäude) in der Umgebung einer oder mehrerer Geräusch- oder Schallquellen gemessen (z.B. mit Mikrofon, Schallmessung) werden kann.

Der *Mittelungspegel* L_{Aeq} ist der zeitlich energetisch gemittelte Wert des Schalldruckpegels. Für die Schallprognose bei Windenergieanlagen wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen der sich bei der lautesten Nachtstunde bei Mitwindbedingungen, 10°C Temperatur und 70% Luftfeuchte ergeben. Der für die Prognose verwendete Mittelungspegel entspricht dem nach FGW-Richtlinie Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionsrichtwerte“ aus 1-minütigen Messwerten ermittelte maximale Schalleistungspegel bei 95% der Nennleistung oder bei einer standardisierte Windgeschwindigkeit von 10m/s in 10m Höhe.

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

1.1.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windenergieanlagen), so sind diese als Vorbelastung zu berücksichtigen und die neu geplante(n) Anlage(n) als

Zusatzbelastung zu bewerten. Die Gesamtbelastung ergibt sich dann aus den Geräuschen aller zu berücksichtigenden Anlagen.

1.1.5 Schallimmissionen von Windenergieanlagen

Die Schallquellen bei Windenergieanlagen sind im Wesentlichen die aerodynamische Geräusche an den Blattspitzen, das Getriebe (sofern vorhanden) und der Generator. Je nach Betriebszustand und Leistung treten diese unterschiedlich auf, sind jedoch überwiegend durch das Blatt geprägt. Die Schallabstrahlung einer WEA 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 durch Wind bedingten Umgebungsgereusche (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 Umgebungsgereusche sind dann in der Regel lauter als die WEA d.h. die Geräuschimmission der WEA werden überdeckt.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräuschen gemessen. Dies tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WEA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher hat sich die Vorgehensweise durchgesetzt (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 WEA schon bei einer geringeren Windgeschwindigkeit überdecken

In kritischen Fällen können die meisten WEA nachts in einem schallreduzierten Betriebszustand gefahren werden, in dem die Drehzahl des Rotors und einhergehend damit die Rotorblattgeräusche reduziert wird. Dadurch verschlechtert sich der Wirkungsgrad des Rotors und viele WEA können durch das begrenzte Drehmoment (bzw. Strom des Wechselrichters) nicht mehr mit Nennleistung betrieben werden. Daher ist der schallreduzierte Betrieb meist mit einer reduzierten maximalen Leistung verbunden.

1.2 Immissionsprognose

1.2.1 Grundlage

Die Prognosen sind nach der Technischen Anleitung Lärm (TA-Lärm) als detaillierte Prognose anhand der DIN ISO 9613-2 /2/ zu erstellen, wobei evtl. bestehende Vorbelastungen durch gewerbliche Geräusche an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen. Der LAI und der Arbeitskreis „Geräusche von Windenergieanlagen“ empfiehlt das Alternative Verfahren der DIN ISO 9613-2.

In der Regel wurde bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel (inzwischen nach der FGW-Richtlinie /5/ auch oktavbandbezogene Werte) ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionsort berechnet sich nach der ISO 9613-2 /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 für das Alternative Verfahren der ISO 9613-2 unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden
D:

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

Zusätzlich bedingt durch die Reflexion am Boden gilt:

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

mit:

h_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

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

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 Immissionsorts (Index r):

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

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionsort, die bei der Schallausbreitung vorherrscht. 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:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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

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

A_{gr} : Bodendämpfung:

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

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

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

Wenn keine Orographie vorhanden ist

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

Bei vorliegender Orographie wird die Fläche F zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle (Gondel) und Aufpunkt aus Teilflächen in mehreren Intervallen berechnet und daraus die mittlere Höhe wie folgt berechnet:

$$h_m = \sum F_i / d \quad (9b)$$

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

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

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

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

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

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

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

L_{ATi} : Schallimmissionspegel am Immissionsort einer Emissionsquelle i

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:

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

1.2.2 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:

$$K_T = 0 \quad \text{für } 0 \leq K_{TN} \leq 2$$

$$K_T = 3 \quad \text{für } 2 < K_{TN} \leq 4$$

$$K_T = 6 \quad \text{für } K_{TN} > 4$$

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 WEA-Hersteller angegeben.

1.2.3 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 ähnlich wie bei der Tonhaltigkeit, je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB(A). In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden; ihr Auftreten entspricht somit nicht dem Stand der Technik.

1.2.4 Weitere Betrachtungen

Tieffrequente Geräusche und Infraschall (Körperschall) sind bei Windenergieanlagen messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar. Nach den Untersuchungen der Infraschallwirkungen auf den Menschen (Ising /16/; Buhmann /17/) erwies sich unhörbarer (nicht wahrnehmbarer) Infraschall als unschädlich. Weiterhin werden die Windenergieanlagen infraschallentkoppelt aufgebaut, so dass sich Infraschall kaum über den Boden ausbreiten kann. Der Körperschall ist daher nur in unmittelbarer Nähe um die WEA vorhanden, dabei aber nicht wahrnehmbar und somit unschädlich.

Einige Windenergieanlagen 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 der daraus folgenden geringeren Blattspitzengeschwindigkeit sowie der geringeren Leistungsübertragung wesentlich unter dem Schalleistungspegel der hohen Stufe. Eine gesonderte Schallberechnung bei kleiner Generatorstufe ist daher in der Regel nicht notwendig.