

Schallprognose für den Standort

Norath

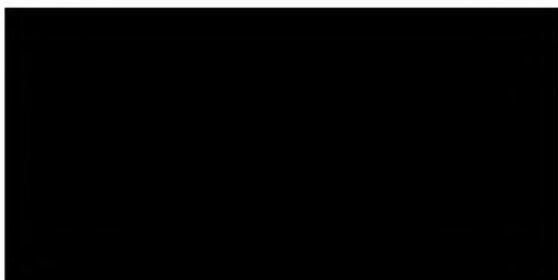
(Rheinland-Pfalz)

bearbeitet von



Kassel, September 2000

im Auftrag von:



Die vorliegende Schallprognose zum Standort Norath (Rheinland-Pfalz) wurde dem Ingenieurbüro CHUN von der [REDACTED] im Juli 2000 in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch 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, der deutschen Norm DIN ISO 9613 und der RLS 90 sowie den vom Auftraggeber und der Firma AN Bonus gestellten Standort- und Anlagendaten.

Kassel, September 2000



Inhalt:

1	Einleitung	4
2	Allgemeines zur Schallproblematik	5
2.1	Grundlagen	5
2.2	Begriffsbestimmung, Normen, gesetzliche Grundlagen	6
2.3	Schalleistungs-, Schalldruck-, Mittelungs- und Beurteilungspegel	7
2.4	Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung	9
2.5	Schallimmissionen von Windkraftanlagen	9
3	Immissionsprognose	10
3.1	Grundlage	10
3.2	Zuschläge für Einzeltöne (Tonhaltigkeit) K_T	12
3.3	Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_I	13
3.4	Weitere Betrachtungen	13
4	Standortdaten	14
4.1	Schallkritische Gebiete / Immissionspunkte	14
4.3	Vorbelastung durch die Autobahn	15
4.3	Schalleistungspegel Windkraftanlagen	17
5	Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2	18
6	Zusammenfassung	22
7	Vorschriften und Quellen (Auswahl)	23
Anhang	24

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 Geräuschentwicklung, die einerseits von dem mechanischen Triebstrang (Getriebe, Generator, usw.) und andererseits von dem 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. Abb. 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

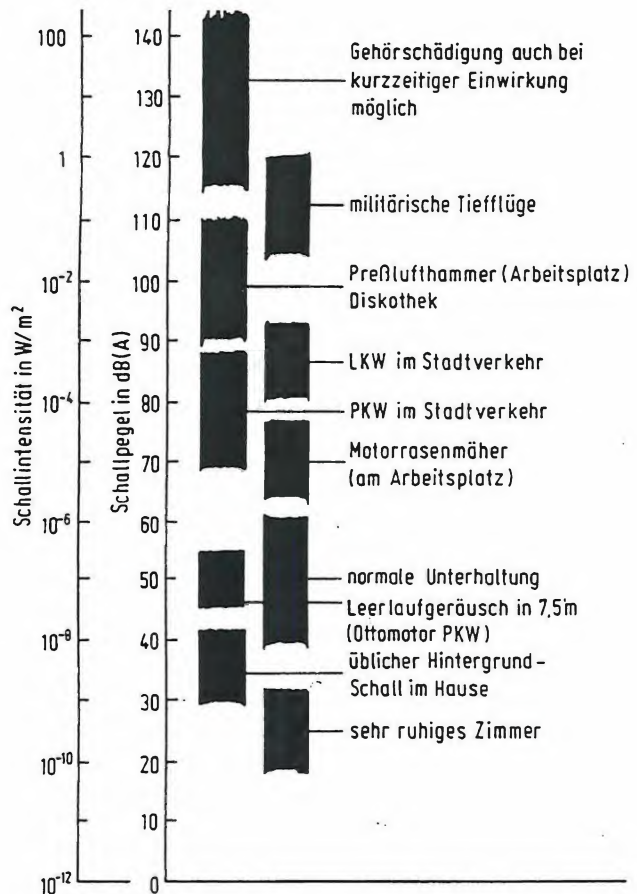


Abb. 1: Schallpegel üblicher Geräusche

Vorschrift für die Erstellung von Schallprognosen ist die Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm). Nach TA-Lärm sind die Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien nach der DIN ISO 9613-2 durchzuführen.

2 Allgemeines zur Schallproblematik

2.1 Grundlagen

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

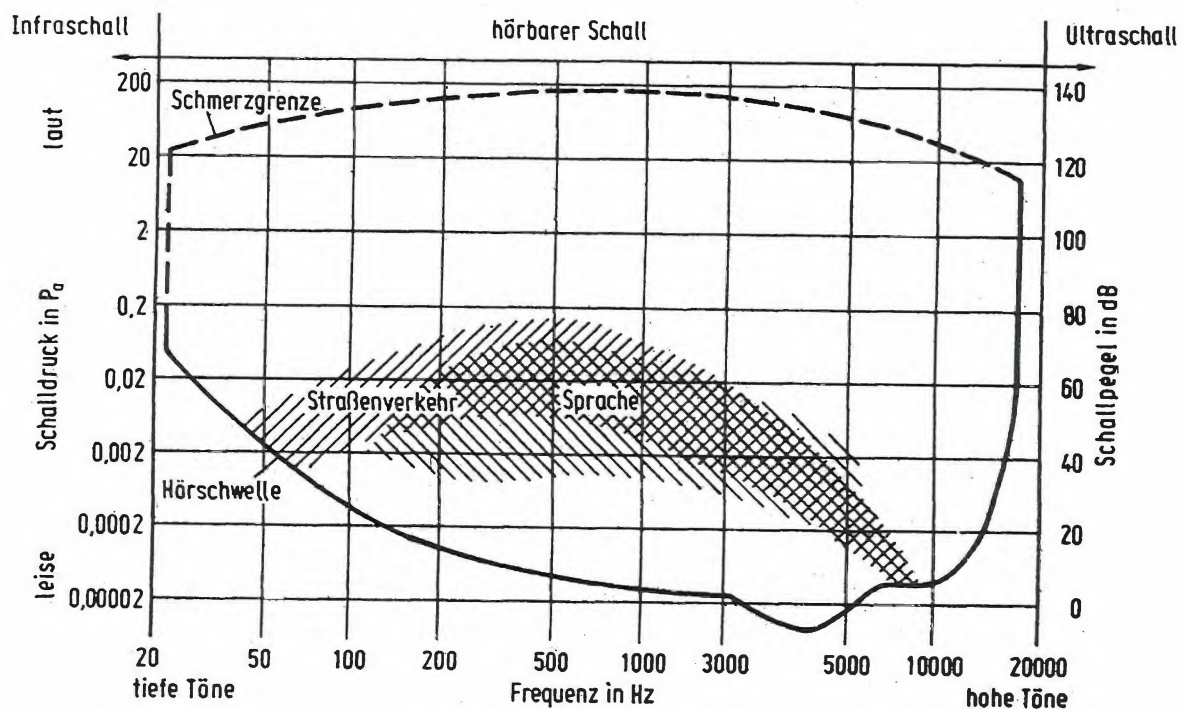


Abb. 2: Hörbereich des Menschen

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

2.2 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.

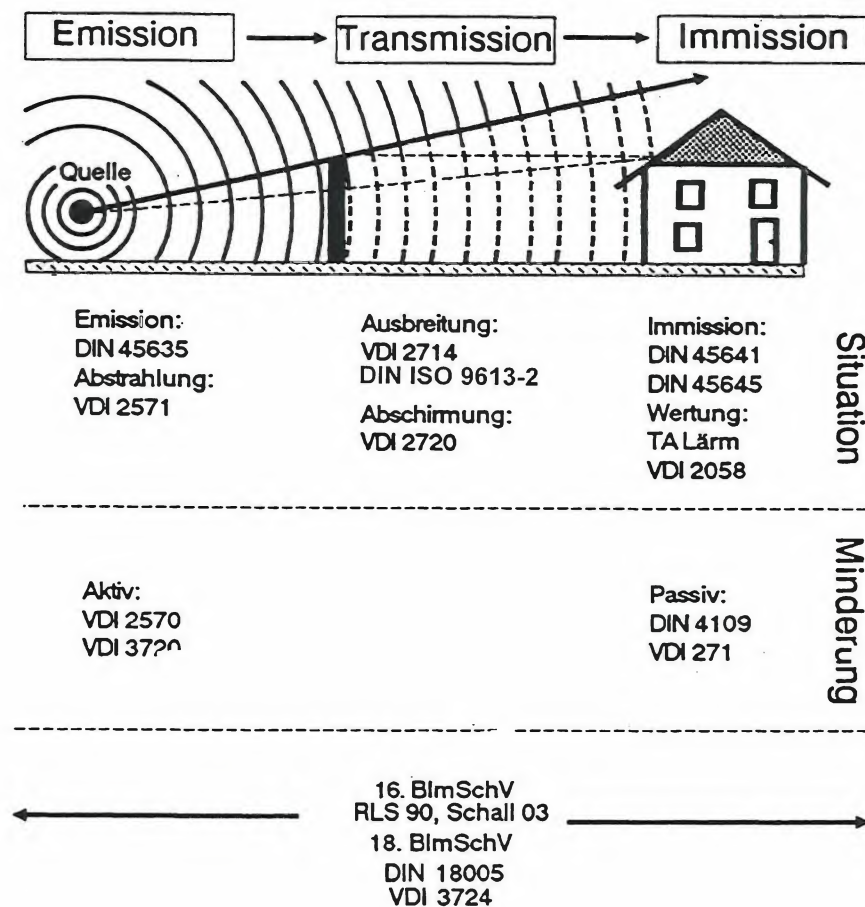


Abb. 3: Richtlinien und Vorschriften zur Schallproblematik

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 Abb. 3 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) 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 Whg.)
45 dB (A)	für Kern-, Misch- und Dorfgebiete ohne Überwiegen einer Nutzungsart
50 dB (A)	für Gewerbegebiet (vorwiegend gewerblichen. Anlagen).

2.3 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 Frequenzbands 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.

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, WindPRO Modul DECIBEL) oder wahrgenommen werden kann (z.B. durch das menschliche Ohr, Maß der Schallausbreitung).

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 Schalldruckpegels gleichgesetzt. Desweiteren 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.

2.4 Vorbelastung, Zusatz- und Gesamtbelastung

Existieren an einem Standort bereits Geräuschquellen (z.B. Windkraftanlagen), so ist 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 berücksichtigten Anlagen.

2.5 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 1 m/s Zunahme der Windgeschwindigkeit. Der immissionsrelevante Schalleistungspegel wird bei einer Windgeschwindigkeit von 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.

In Einzelfällen wurden jedoch geringere Geräuschabstände zwischen den Fremdgeräuschen und den Anlagengeräusche gemessen. Dieses tritt besonders an windgeschützten Orten auf, oder dann, wenn die WKA bei höheren Windgeschwindigkeiten eine Ton- oder Impulshaltigkeit besitzt. Daher setzt sich zunehmend 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.

3 Immissionsprognose

3.1 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 geräuschmäßige Vorbelastung an den Immissionsorten berücksichtigt werden müssen.

In der Regel wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windkraftanlagen der A-bewerteter Schalleistungspegel (keine Oktavbandbezogenen Werte) ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt berechnet sich nach der ISO 9613-2 dann wie folgt:

$$L_{\text{fW}}(\text{DW}) = L_{\text{EP}} + D_{\text{P}} - A \quad (1)$$

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_{Ω} :

$$D_{\text{c}} = D_{\Omega} + 0 \quad (2)$$

Zusätzlich bedingt durch die Reflexion am Boden gilt:

$$D_{\Omega} = 10 \text{ Lg}(1 + [d_{\text{p}}^2 + (h_{\text{s}} - h_{\text{r}})^2] / [d_{\text{p}}^2 + (h_{\text{s}} + h_{\text{r}})^2]) \quad (3)$$

Mit:

h_{s} : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)

h_{r} : Höhe des Immissionspunktes über Grund (in der Regel 5m)

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

$$d_{\text{p}} = \sqrt{(x_{\text{s}} - x_{\text{r}})^2 + (y_{\text{s}} - y_{\text{r}})^2}$$

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die

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

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

- 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 Immissionspunkt.

- 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 relativer Luftfeuchte von 70%).

- A_{gr} : Bodendämpfung:

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

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

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

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

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

- A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), allgemein besteht kein Schallschutz: $A_{\text{bar}} = 0$.
- A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In der Regel gehen diese Effekte nicht in die Prognose ein $A_{\text{misc}} = 0$.

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.

Liegen den Berechnungen mehrere n Schallquellen (u.a. Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATI} entsprechend der Abstände zum betrachteten

Immissionspunkt. In der Bewertung der Lärmimmission nach der TA-Lärm ist der aus allen n Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATi} - P_{met} + Y_{Ti} + Y_{ii})} \right) \quad (10)$$

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionspunkt

L_{ATi} : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i

i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n

K_{Ti} : Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i

K_{ii} : 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. Die Meteorologische Korrektur bestimmt sich nach den Gleichungen:

$$C_{met} = 0 \text{ für } dp < 10 (h_s + h_r) \quad (11)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/dp] \text{ für } dp > 10$$

3.2 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. Hebt sich aus dem Anlagengeräusch ein 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:

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

$$K_T = 3 \text{ für } 3 \leq K_{TN} \leq 5$$

$$K_T = 6 \text{ für } K_{TN} = 6$$

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 vom Hersteller angegeben.

3.3 Zuschläge für Impulse (Impulshaltigkeit) K_1

Impulshaltige Geräusche können z.B. durch den Turmdurchgang des Rotorblattes 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_1 beträgt** (wie bei der Tonhaltigkeit), **je nach Auffälligkeit des Tons 3 oder 6 dB (A)**. In der Praxis werden impulshaltige Geräusche konstruktiv vermieden und entsprechen nicht dem Stand der Technik

3.4 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 völlig harmlos. Weiterhin werden die Windkraftanlagen infraschallentkoppelt fundamntiert, 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 der geringeren Leistungsübertragung wesentlich unter dem Schalleistungspegel der hohen Stufe. Daher ist eine gesonderte Schallberechnung bei kleiner Generatorstufe nicht notwendig.

4 Standortdaten

4.1 Schallkritische Gebiete / Immissionspunkte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Norath wurden mehrere Schallkritische Gebiete auf Basis der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1:5.000 untersucht. Die Schallkritischen Gebiete entsprechen den in der unmittelbaren Umgebung des Standorts befindlichen Wohngebäuden und -gebieten.

Die Schallkritischen Gebiete werden im Berechnungsprogramm flächenhaft definiert. Dies ist z.B. dann sinnvoll, wenn an einem größeren Wohngebiet vor der Berechnung noch nicht absehbar ist, wo im Gebiet der höchste Schalleistungspegel auftritt. Innerhalb der als flächenhafte Rezeptoren definierten Schallkritischen Gebiete wird jeweils der Immissionswert für den Punkt, an dem der höchste Schalldruckpegel vorliegt, als Berechnungsergebnis ausgewiesen.

Die Schallkritischen Gebiete sind als farbige Flächen in den nachfolgenden Karten markiert und mit den zugeordneten Bezeichnungen versehen. Die Koordinaten der jeweiligen Punkte mit dem höchsten Immissionspegel innerhalb eines Schallkritischen Gebiets sowie deren Abstände zu den betrachteten Windkraftanlagen (in Metern) sind dem DECIBEL-Hauptergebnis (Kap. 5) zu entnehmen.

In der folgenden Liste sind die Schallkritischen Gebiete mit ihren in der Prognose verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Für die Beurteilung des Lärmpegels an den Schallkritischen Gebieten wird der niedrigere Immissionsrichtwert (Grenzwert) für die Nachtzeit herangezogen, da die Anlagen in der Nacht und am Tag gleichermaßen in Betrieb sind.

SG 1	ehemalige Pension an L 211	45 dB(A)
SG 2	Norath Ortslage	45 dB(A)
SG 3	Leiningen Ortslage	45 dB(A)

4.3 Vorbelastung durch die Autobahn

nur Btmdg - Autobahn

Wenn an einem Immissionspunkt (Schallkritisches Gebiet) eine Vorbelastung durch Lärm vorliegt, dann ist laut TA Lärm (Punkt 3.2.1 Abs. 2) eine Zusatzbelastung durch ein weiteres Vorhaben in der Regel dann zu vernachlässigen, wenn die Zusatzbelastung um mehr als 6 dB(A) unter dem Schalleistungspegel der Vorbelastung liegt.

*Ausgabe
falsch*

100 m westlich der nächstgelegenen Windkraftanlage führt in Norath eine stark befahrene Autobahn vorbei (A 61, Süddeutschland - Niederlande). Ebenfalls sehr nahe an der Autobahn (rund 400 m entfernt) befindet sich das Schallkritische Gebiet 1 (ehemalige Pension an der B 211). Für dieses Schallkritische Gebiet wurde eine Berechnung der Vorbelastung durch den Autobahnlärm durchgeführt. Zugrundegelegt wurden dabei gemäß TA Lärm die Richtlinien zum Lärmschutz an Straßen (RLS 90). Die Daten über die Verkehrsbelastung auf der Autobahn entstammen der Bundesstraßenverkehrszählung von 1995. Aktuelle Projektionen weisen darauf hin, daß die Verkehrsbelastung und damit auch die Lärmbelastung schon heute höher sind und weiter ansteigen werden.

Eingangsdaten:

Berechnungsverfahren:	lange, gerade Fahrstreifen
Verkehrsbelastung tagsüber (M_{tags} , in Kfz/h):	2478 Kfz/h
Schwerlastanteil tagsüber (P_{tags} , in %)	23 %
Verkehrsbelastung nachts (M_{nachts} , in Kfz/h):	578 Kfz/h
Schwerlastanteil nachts (P_{nachts} , in %)	45,9 %
Steigung / Gefälle (in %)	3,5 %

Auf der folgenden Seite ist ein Berechnungsausdruck zur Ermittlung der Lärmbelastung am Schallkritischen Gebiet "Ehemalige Pension" wiedergegeben. Die Belastung beträgt dort nachts 54 dB(A). Die TA Lärm besagt in Punkt 3.2.1 Abs. 2, daß eine Zusatzbelastung in Bezug auf Lärm in der Regel als nicht relevant anzusehen ist, wenn ihr Beurteilungspegel am Immissionsort um 6 dB(A) unter dem Beurteilungspegel der Vorbelastung liegt. Für das Schallkritische Gebiet 1 "Ehemalige Pension" bedeutet dies, daß die Zusatzbelastung durch die Winnergieanlagen bis zu 48 dB(A) betragen kann. In der Berechnung wurde daher für dieses Gebiet ein zulässiger Immissionsrichtwert von 48 dB(A) angenommen.

falsch

Projekt:
Norath

Auftraggeber:
Projektentwicklung Windenergie
Herr Friedhelm Cron
Rhenser Str. 4a
56075 Koblenz

Erstellt von:
Ingenieurbüro CHUN
Ludwig-Erhard-Str. 8
34131 Kassel
Tel. +49 (0)561/34337

Berechnet: 18.09.00

Schallprognose - Lärmimmission von Straßen

Berechnung: lange, gerade Fahrstreifen

Berechnungsgrundlage:

Die Berechnungen zu der Schallausbreitung und Schalldämpfung von Straßenlärm sind entsprechend der TA-Lärm vom 26. August 1998 nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90 durchgeführt.
Die Ergebnisse sind nach dem Verfahren für "lange, gerade" Fahrstreifen berechnet

Standortdaten:

Autobahn, Verkehrsdaten

Teilstück	Straßenbezeichnung		Verkehr				Höchstgeschwindigkeit		Korrektur	Steigung	Schallschutzwände	
	Zählstelle	Name	Mtags [Kfz/h]	Pltags [%]	Mnachts [Kfz/h]	Pnachts [%]	vPkw (30-130 km/h)	vLkw (30-80 km/h)			Straßenoberfläche	Anzahl
1		A61, zw. AS Emmels- hausen und AS Pfalzfeld	2.478	23	578	45,9	130	80	0	3,5%	0	0

Immissionspunkte/Schallkritische Gebiete

IP/ SKG	Bezeichnung	Koordinaten			Anzahl: 1				Schallschutz	Abschirm./ Reflex.(A/R)
		x	y	z	Abstand Fahrstreifen			Entf. v. nah		
A	IP A	3398981	5556155	483	nah	fern	z-Fahrbahn	Wallhöhe	Höhe	Lz(fern)
					418	436	490	0		315

Berechnungsergebnisse für Straße:

IP/ SKG	Bezeichnung	Beurteilungspegel:	
		tags	nachts
A	IP A	58	54

4.3 Schalleistungspegel Windkraftanlagen

Hersteller	AN Bonus
Typenbezeichnung	AN 1,3 MW
Anzahl	3
Anz. Rotorblätter	3
Rotordurchmesser/m	62
Rotordrehz. bei P_N / U/min	19
Nennleistung / kW	1300
Nabenhöhe / m	68
L_{WA} bei $v_{10} = 10$ m/s / dB(A)	103,7 (für Oktavband-Daten berechnet)
Einzeltonzuschlag	nein

Tab. 1: Kenndaten der Anlagen

Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen. Da die Ergebnisse der letzten Vermessung, für die der WKA-Typ schalltechnisch aufwendig überarbeitet wurde, noch nicht vorliegen, wurden vom Hersteller speziell für dieses Projekt Vorab-Vermessungsergebnisse als Oktavband-Daten herausgegeben. Eine Kopie der Herstellererklärung liegt in der Anlage bei.

Laut Hersteller wurden bei der neusten Vermessung keine Ton- oder Impulshaltigkeiten festgestellt.

Am Standort Norath sind 3 Windkraftanlagen des Typs AN Bonus AN 1,3 MW mit 62 m Rotordurchmesser geplant.

Die Kenndaten des Anlagentyps sind der nebenstehenden Tabelle zu entnehmen.

Die einzelnen Schallquellen der WKA überlagern sich zu einem resultierenden Schalldruckpegel, der für die in Frage kommenden Immissionspunkte (Kapitel 4.1 und 4.2) zu bewerten ist.

Für den WKA-Typ AN 1,3 MW existieren mehrere schalltechnische Vermessungen nach der *Technischen Richtlinie zur*

5 Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Die detaillierten Ergebnisse der Immissionsberechnung für alle zu berücksichtigenden Windkraftanlagen am Standort Norath mit der zuvor beschriebenen Datengrundlage sind unter den getroffenen Annahmen auf den nachfolgenden Seiten wiedergegeben:

- **Hauptergebnis** bei $v_{10} = 10 \text{ m/s}$. Der Ausdruck enthält die Berechnungsvoraussetzungen, die ermittelten Schalldruckpegel an den Schallkritischen Gebieten 1-3 und den Abstand zwischen den diesen und den WKA.
- **Maßstabsgetreue Grafik** (M 1:10.000) der Iso-Schalllinien auf einer topographischen Karte bei $v_{10} = 10 \text{ m/s}$. Weiterhin eingezeichnet sind die neu geplanten Windkraftanlagen und die Schallkritischen Gebiete 1-3.
- **Detaillierte Berechnung** der Gesamtbelastung an den Schallkritischen Gebieten 1 - 3 unter Nennung der genauen Berechnungsparameter

Projekt:

Norath

Gedruckte Seite(n)

18.09.00 15:23 / 1

Lizenziert für:

Ingenieurbüro Chun
Ludwig-Erhard-Str. 8
D-34131 Kassel
0049 561 34338

Berechnet:

18.09.00 14:28/1.7.6.57

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Schalleistungspegel bei 10 m/s, oktavbandabhängige Daten

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

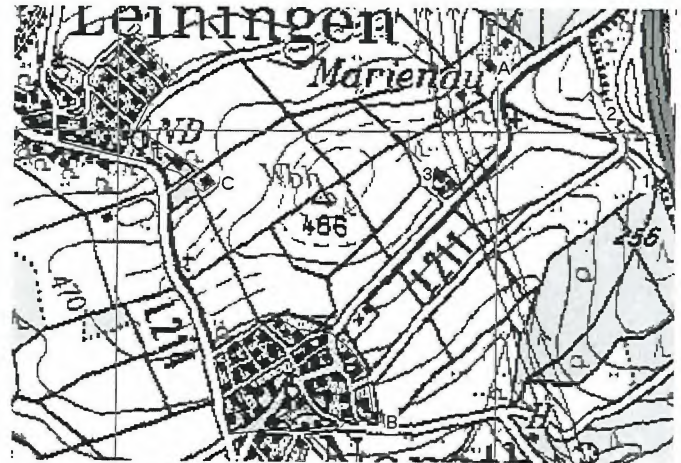
Die Berechnung der Lärmimmissionen richtet sich nach der ISO-Norm 9613-2 für die 'Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien'.

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 10,0 m/s
Faktor für Meteorologischer Dämpfungskoeffizient, C0: 2,0 dB

Die derzeit gültigen Immissionsrichtwerte richten sich nach der VDI 2058 und TA-Lärm jeweils für die entsprechenden Nachtwerte:

- Industriegebiet: 70 dB
- Gewerbegebiet: 50 dB
- Dorf- und Mischgebiet: 45 dB
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB
- Reines Wohngebiet: 35 dB
- Kur-/Ferienggebiet: 35 dB

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



Maßstab 1:20.000

▲ Neue WKA

■ Schallkritisches Gebiet

WKA

X	Y	Z	Reihendaten/ Beschreibung	WKA Typ			Leistung	Rotord.	Höhe	Schallwerte Quelle/Datum	LWA,Ref.	Einzeltöne	Oktavbandabh. Daten		
				Quelle	Gültig	Hersteller								Typ	Kreis- radius
1	3.399.354	5.555.933	483 WKA 1	User	Nein	ANBONUS	AN 1,3MW o	1300/ 260	62,0	68,0	25,0	Hersteller (Vorab-Ergebnisse 3. Vermessung) 15.09.00	103,7	Nein	Ja
2	3.399.259	5.556.111	493 WKA 2	User	Nein	ANBONUS	AN 1,3MW o	1300/ 260	62,0	68,0	25,0	Hersteller (Vorab-Ergebnisse 3. Vermessung) 15.09.00	103,7	Nein	Ja
3	3.398.771	5.555.949	483 WKA 3	User	Nein	ANBONUS	AN 1,3MW o	1300/ 260	62,0	68,0	25,0	Hersteller (Vorab-Ergebnisse 3. Vermessung) 15.09.00	103,7	Nein	Ja

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schallkritisches Gebiet

Bez.	Name	X	Y	Z	Anforderungen		Anforderungen erfüllt?
					Schall	Beurteilungspegel	
					Schall	Berechnet	Schall
				[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
A	ehem. Pension an B211	3.398.980	5.556.156	483	48,0	48,0	Ja
B	Ortslage Norath	3.398.563	5.555.467	459	45,0	37,9	Ja
C	Ortslage Leiningen	3.398.260	5.555.855	458	45,0	37,6	Ja

Abstände (m)

SKG	WKA		
	1	2	3
A	432	275	294
B	895	941	525
C	1097	1032	520

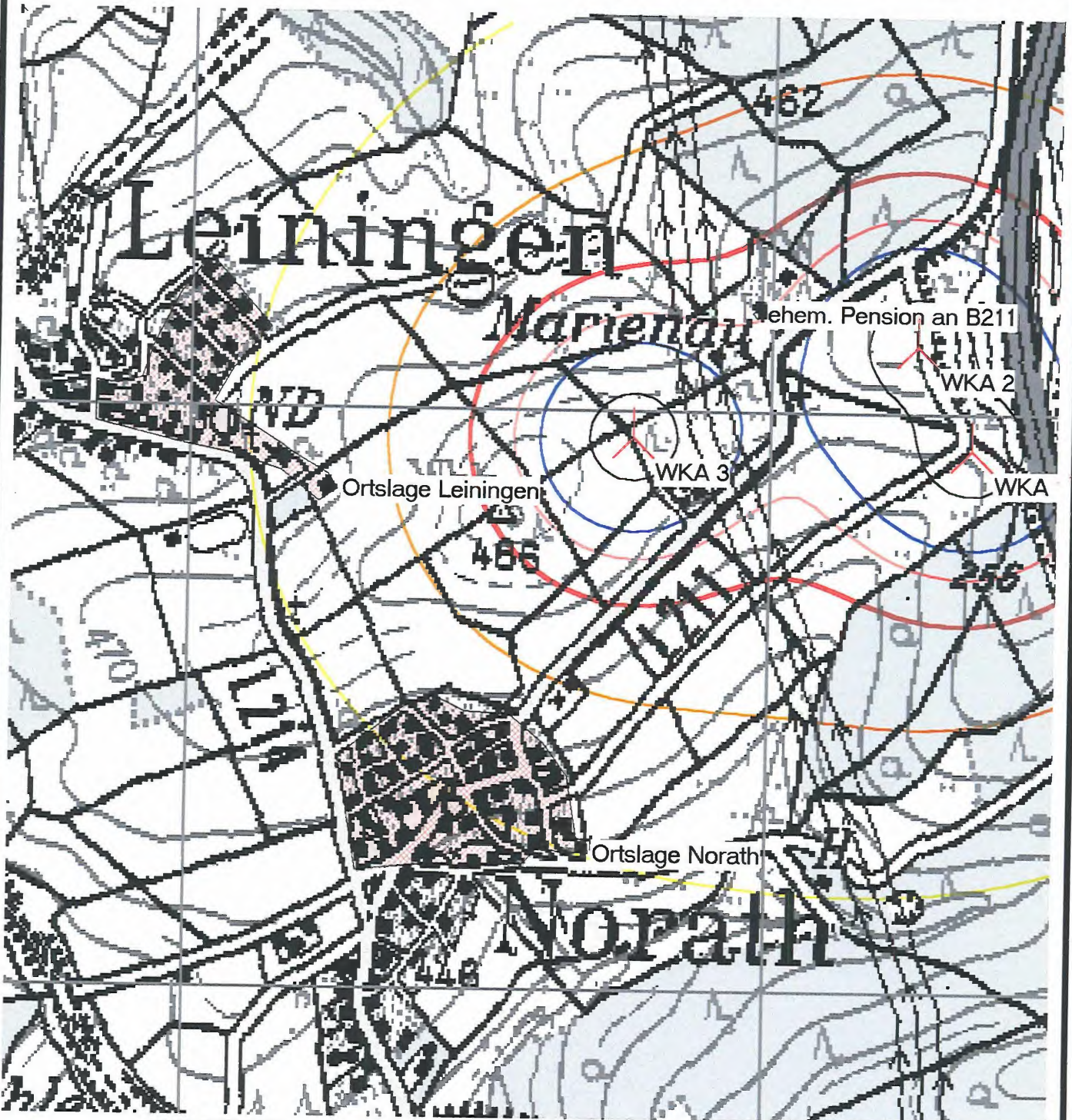
Projekt:
Norath

Gedruckte Seite(n)
18.09.00 15:08 / 1
Lizenziert für:
Ingenieurbüro Chun
Ludwig-Erhard-Str. 8
D-34131 Kassel
0049 561 34338

Berechnet:
18.09.00 14:28/1.7.6.57

DECIBEL - TOP50 CD grau

Berechnung: Schalleistungspegel bei 10 m/s, oktavbandabhängige Daten Datei: TOP50 CD grau.bmi



Karte: TOP50 CD grau , Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum GK R.wert: 3.398.599 H.wert: 5.555.726

▲ Neue WKA

■ Schallkritisches Gebiet

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 35 dB
— 55 dB

— 40 dB

— 45 dB

— 48 dB

— 50 dB

Projekt:

Norath

Gedruckte Seite(n)

18.09.00 15:23 / 2

Lizenziert für:

Ingenieurbüro Chun

Ludwig-Erhard-Str. 8

D-34131 Kassel

0049 561 34338

Berechnet:

18.09.00 14:28/1.7.6.57

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Schalleistungspegel bei 10 m/s, oktavbandabhängige Daten**Voraussetzungen**

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

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

Berechnungsergebnisse**Schallkritisches Gebiet: ehem. Pension an B211****WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	436	440	38,99	103,7	3,00	63,87	51,48	1,87	0,00	0,00	117,21	0,00
2	283	292	44,58	103,7	2,98	60,30	34,15	0,29	0,00	0,00	94,74	0,00
3	294	301	44,15	103,7	2,98	60,56	35,19	0,43	0,00	0,00	96,18	0,00
Summe			47,96									

Schallkritisches Gebiet: Ortslage Norath**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	918	922	29,49	103,7	3,01	70,30	107,91	3,43	0,00	0,00	181,63	0,41
2	948	953	29,04	103,7	3,01	70,59	111,54	3,47	0,00	0,00	185,60	0,46
3	525	533	36,56	103,7	3,00	65,53	62,32	2,39	0,00	0,00	130,24	0,00
Summe			37,94									

Schallkritisches Gebiet: Ortslage Leiningen**WKA**

Bez.	Abstand	Schallweg	Beurteilungspegel	LWA,Ref.	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	1.097	1.101	27,13	103,7	3,01	71,83	128,77	3,65	0,00	0,00	204,25	0,67
2	1.032	1.036	27,93	103,7	3,01	71,31	121,24	3,58	0,00	0,00	196,13	0,58
3	520	527	36,69	103,7	3,00	65,44	61,67	2,37	0,00	0,00	129,47	0,00
Summe			37,64									

6 Zusammenfassung

Die Immissionsprognose wurde entsprechend der TA-Lärm nach den Berechnungsvorschriften RLS 90 für die zu berücksichtigende Vorbelastung durch Straßenlärm und DIN ISO 6613-2 für die Zusatzbelastung durch Windkraftanlagen an den Immissionspunkten durchgeführt.

Beim Betrieb der drei neu geplanten Windkraftanlagen vom Typ AN Bonus 1,3 MW am Standort Norath werden die geforderten Immissionsrichtwerte von 45 dB(A) an den Schallkritischen Gebieten 2 und 3 (Ortslagen Norath und Leiningen) eingehalten.

Am Schallkritischen Gebiet (SG) 1 (ehemalige Pension an der B 211) liegt eine Vorbelastung durch die benachbarte Autobahn A 61 vor, die nach RLS 90 nachts am SG einen Beurteilungspegel von 54 dB(A) erreicht. Der nach DIN ISO 9613-2 ermittelte Beurteilungspegel der Windkraftanlagen liegt um 6 dB(A) unter diesem Wert und ist somit laut TA Lärm Punkt 3.2.1 Abs. 2 als nicht relevant anzusehen.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 4 beschriebenen Daten und unter den getroffenen Annahmen erzielten Ergebnisse für den Standort Norath sind in Kapitel 5 wiedergegeben.

Am Schallkritischen Gebiet "ehemalige Pension an der B 211" existiert wenig Spielraum zwischen dem Beurteilungspegel der Zusatzbelastung durch WKA und dem aufgrund des Straßenlärms korrigierten zulässigen Immissionsrichtwert. Es ist jedoch an diesem Schallkritischen Gebiet der zusätzliche Faktor einer Dämpfung bzw. Maskierung des Schalls durch das Wäldchen, in das Schallkritische Gebiet liegt, zu berücksichtigen. Diese Dämpfung bzw. Maskierung sollte im Rahmen einer Schallmessung vor Ort überprüft werden.

Vor Errichtung der Anlagen sollte der vollständige Vermessungsbericht der letzten Schallvermessung der WKA AN Bonus 1,3 MW vorgelegt werden, um die in dieser Prognose verwendeten Oktavband-Schalleistungspegel der WKA (s. Anhang) abzusichern.

7 Vorschriften und Quellen (Auswahl)

- DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien
VDI 2714 'Schallausbreitung im Freien', VDI-Verlag
VDI 2058 'Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft', VDI-Verlag
TA-Lärm Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
DIN 18005 Teil 1, 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
- Sonnenenergie 4/91 'Viel Wind um wenig Lärm' von H.Klug, DEWI
Windkraft Journal 3/93 'Schallmessung an WKA's' von A.Petersen, Windtest
Windtest Information Schallgutachten
- 0 Dezibel + 0 Dezibel Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung
= 3 Dezibel des Lärms, Hoffmann / von Lüpke; Erich Schmidt Verlag, 6.
Auflage 1993;
- Lärm Bekämpfung '88 Tendenzen - Probleme - Lösungen, Umweltbundesamt, Erich
Schmidt Verlag, 1988;
- Infraschallwirkungen H. Ining, B. Markert, F. Shenoda, C. Schwarze, Bundesminister
auf den Menschen für Forschung und Technologie, VDI Verlag, 1982.
- Keine Gefahr durch Infraschall A. Buhmann, Neue Energie 1/98

Anhang:

- Angabe der Firma AN Bonus über den aktuellen vermessenen Schalleistungspegel der WKA AN 1,3 MW

