

000127



Schallgutachten für
7 Windenergieanlagen
am Standort
Gebhardshain
(Rheinland-Pfalz)

Datum: 16.4.2012

Bericht Nr. 12-1-3025-NU-NU

Auftraggeber:

Breeze Two Energy GmbH & Co KG

Robert-Bosch-Str.7

64293 Darmstadt

Bearbeiter:

CUBE Engineering GmbH

Kirsten Ulner

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Fax 0561 / 288 573-19





000128

Das vorliegende Schallgutachten für den Standort Gebhardshain (Rheinland-Pfalz) wurde der CUBE Engineering GmbH im April 2012 von der Firma Breeze Two Energy GmbH & Co KG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Die CUBE Engineering GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der CUBE-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens 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/, den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten.

Kassel, 16.4.2012

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'K. Ulner'.

Kirsten Ulner
(Bearbeiter)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. Ritter'.

Dipl.- Ing. Peter Ritter
(Prüfer)

Inhalt:

000129

1	Standortdaten	4
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Immissionsorte	5
1.3	Vorbelastung	8
1.4	Potentielle Schallreflexionen	8
1.5	Schalleistungspegel Windenergieanlagen	9
2	Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2	10
3	Zusammenfassung	12
4	Qualität der Prognose	13
5	Literatur	15
6	Anhang	16

1 Standortdaten

000130

1.1 Aufgabenstellung

Am Standort Gebhardshain zwischen den Orten Fensdorf im Nordwesten, Gebhardshain im Nordosten und Steinebach im Südwesten existieren sieben Windenergieanlagen des Typs Nordex N90/2300 mit 100 m Nabenhöhe. Für die WEA T2 wird erneut eine Baugenehmigung beantragt. Die bestehenden 6 weiteren WEA werden als Vorbelastung berücksichtigt. Zu den 7 WEA wurde 2008 eine Abnahmemessung der Firma Windtest Grevenbroich durchgeführt, so dass exakte Schalleistungspegel vorliegen. Südlich des Standortes bestehen weitere vier WEA, bzw. befinden sich in einem fortgeschritten Planungsstadium. Es wird überprüft, ob diese WEA als Vorbelastung an den relevanten Immissionsorten zu berücksichtigen sind.

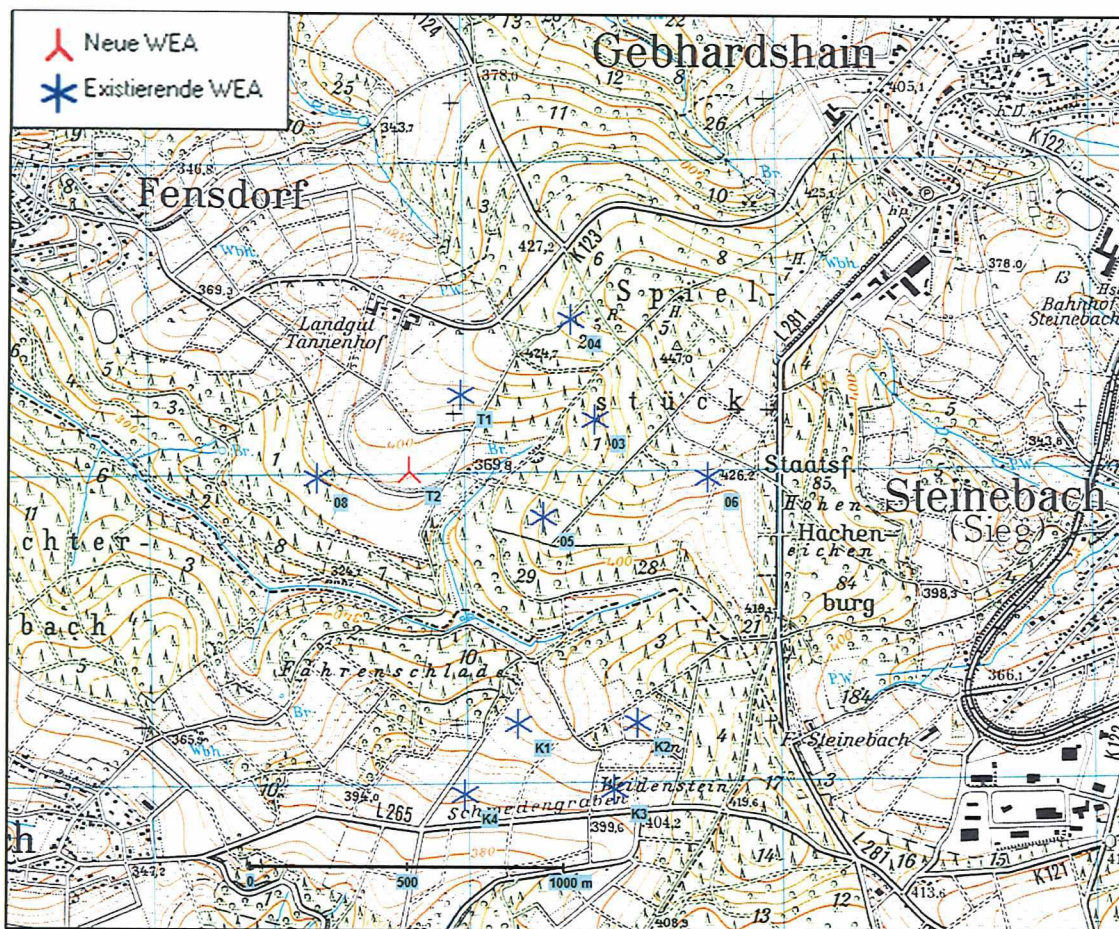
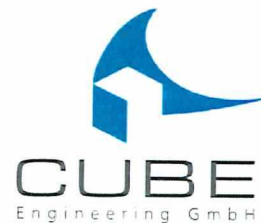


Abbildung 1 Übersichtskarte



000131

Die Immissionsprognose wird entsprechend den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) und des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ nach dem Alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2 unter Berücksichtigung des Geländeprofiles und der ungünstigsten Schallausbreitungsbedingungen (70% Luftfeuchte und 10°C) in Mitwindrichtung durchgeführt.

1.2 Immissionsorte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Gebhardshain wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Immissionsorte auf Basis der Topographischen Karte im Maßstab 1:25.000 sowie Luftbildern untersucht. Bei der Standortbesichtigung am 28.2.2011 wurde die bestehende Wohnbebauung mit den Angaben in der Karte abgeglichen, Positionen und Höhen der Wohngebäude aufgenommen und Abweichungen von der Karte dokumentiert.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der TA-Lärm definierten Einwirkbereichs der geplanten WEA. Der Einwirkbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungsspiegel der Zusatzbelastung weniger als 10dB(A) + pauschal 2,6 dB(A) für die Unsicherheit unter dem Immissionsrichtwert liegt. Dazu sind auf der Karte auf Seite 6 die Iso-Schalllinien für 27 dB(A) und für 32 dB(A) eingezeichnet. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 27 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 32 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert 45 dB(A) beträgt.

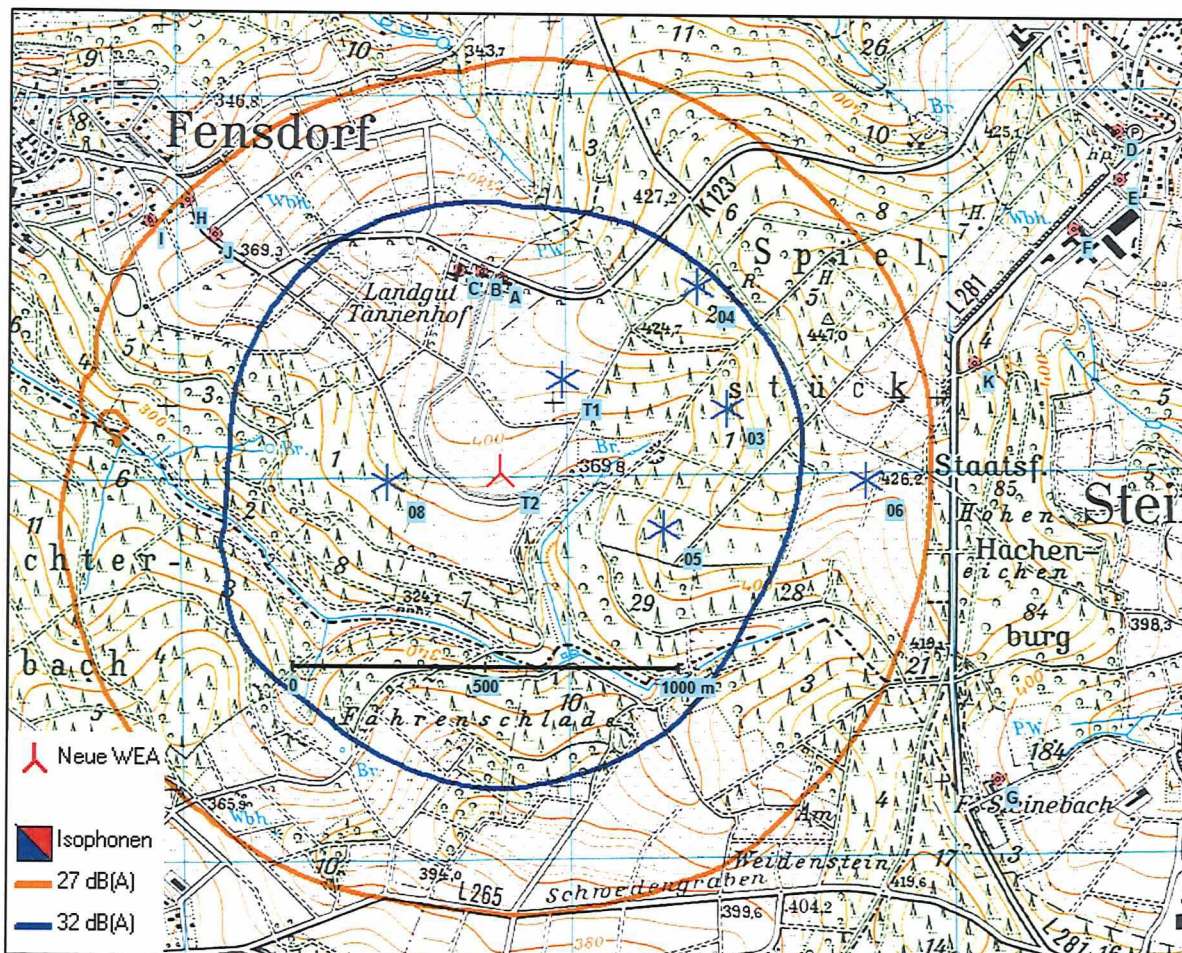


Abbildung 1: Isophonen Lwa 101,4 dB(A)

In Tabelle 1 sind die Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich der Isophonenkarte im Anhang entnehmen, 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.

000133

IO	Bezeichnung	Nacht-Imm.- richtwert
A	IP 1, Landgut Tannenhof	45
B	IP 2, Landgut Tannenhof	45
C	IP 3, Landgut Tannenhof	45
D	IP 4, Gebhardshain, Höhenweg 4	45
E	IP 5, Hachenburger Str.41	40
F	IP 6, Industriegebiet, WH	50
G	IP 7, Forsthaus Steinebach	45
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	40
I	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	40
J	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	40
K	IP 11, Industriegebiet Südwest	50

Tabelle 1 Immissionsorte [Alle Angaben in dB(A)], relevante IO fett gedruckt

Die genaue Lage der relevanten Immissionsorte wird in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

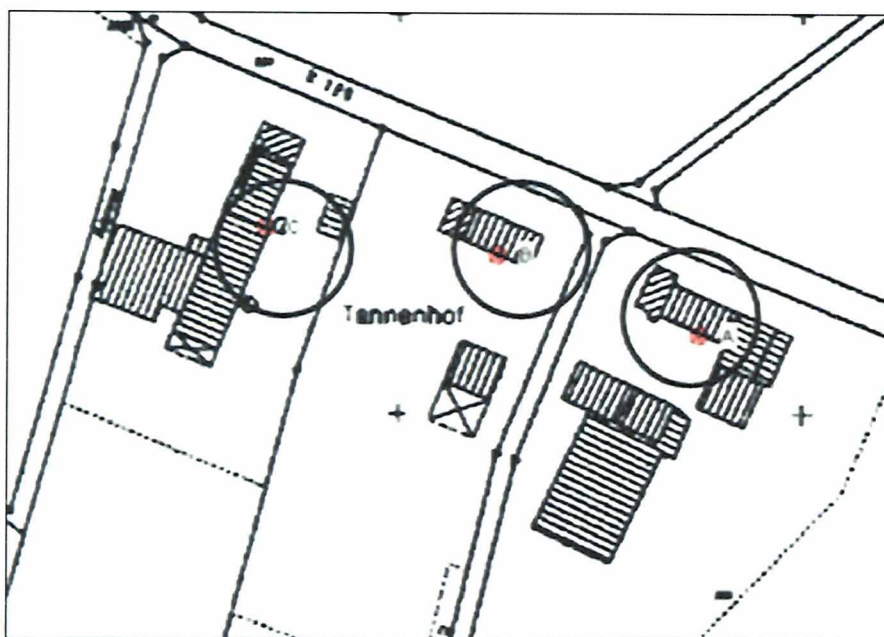


Abbildung 3 Lage der Immissionsorte A –C Tannenhof

000134

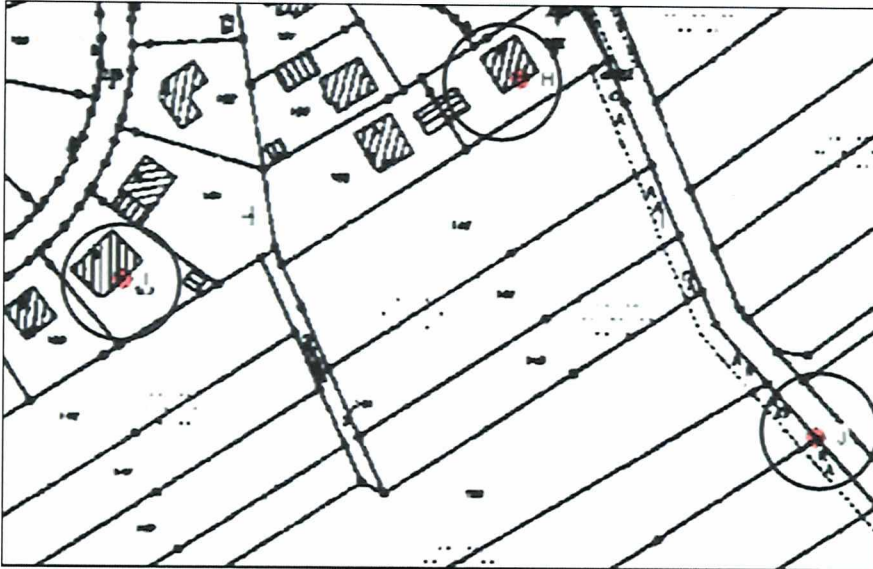


Abbildung 4 Lage der Immissionsorte H –J in Fensdorf

1.3 Vorbelastung

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde anhand von Kartenmaterial versucht, potentielle Quellen für Vorbelastungen zu identifizieren. Bei der Ortsbesichtigung am 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 neben den bestehenden WEA keine weiteren relevanten Vorbelastungen ermittelt.

Für die südlich des Standortes bestehenden und in Planung befindlichen WEA liegen die relevanten Immissionsorte nicht mehr im Einwirkungsbereich nach TA Lärm Ziffer 2.2. Eine entsprechende Berechnung findet sich im Anhang.

1.4 Potentielle Schallreflexionen

An den untersuchten Immissionspunkten liegen die für eine Schallreflexion notwendigen Bedingungen nicht vor.

1.5 Schalleistungspegel Windenergieanlagen

Am Standort existieren sieben Windenergieanlagen des Typs Nordex N90/2300. Die Kenndaten der bestehenden WEA-Typen sind Tabelle 2 zu entnehmen.

	Neu beantragt	Bestand	Bestand
Nummer(n) auf Ausdrucken	T2	3	4, 5, 6, 8, T1
Anzahl	1	1	5
Hersteller	Nordex	Nordex	Nordex
Typenbezeichnung	N90/2300	N90/2300	N90/2300
Rotordurchmesser \m	90	90	90
Nabenhöhe \m	100	100	100
Nennleistung \kW	2300	2300	2300
Verwendeter L_{WA} \dB(A) 22.00 – 6.00 Uhr	101,4	102,2	101,4
Verwendeter L_{WA} \dB(A) 6.00 – 22.00 Uhr	102,2	102,2	102,2
Ton-/Impulzuschl.\dB(A)	0	0	0

Tabelle 2

Die Angaben zum Schalleistungspegel beziehen sich auf den maximalen Schalleistungspegel des WEA-Typs bei einer Windgeschwindigkeit ≤ 10 m/s, bzw. 95 % der Nennleistung. Die Angaben zur oberen Vertrauensbereichsgrenze 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 (vgl. Kapitel 1.2) zu bewerten ist.

Die Schalleistungspegel wurden dem Bericht der Abnahmemessung der Windtest Grevenbroich GmbH entnommen. Ein Auszug ist in der Anlage diesem Gutachten beigelegt.

2 Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2

Die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch die Windenergieanlagen des WP Gebhardshain an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ wie folgt berechnet.

Tabelle 3 Zusatzbelastung durch die WEA T2

I O	Bezeichnung	Beurteilungspegel [dB(A)]
A	IP 1, Landgut Tannenhof	36,6
B	IP 2, Landgut Tannenhof	36,1
C	IP 3, Landgut Tannenhof	35,7
D	IP 4, Gebhardshain, Höhenweg 4	19,4
E	IP 5, Hachenburger Str.41	19,8
F	IP 6, Industriegebiet, WH	20,9
G	IP 7, Forsthaus Steinebach	23,0
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	27,2
I	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	26,8
J	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	28,7
K	IP 11, Industriegebiet Südwest	24,0

Im definierten Einwirkungsbereich der WEA T2 liegen die relevanten Immissionsorte A-C und H –J.

Tabelle 4 Vorbelastung durch sechs WEA

I O	Bezeichnung	Beurteilungspegel [dB(A)]
A	IP 1, Landgut Tannenhof	44,9
B	IP 2, Landgut Tannenhof	43,9
C	IP 3, Landgut Tannenhof	42,8
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	33,5
J	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	33,1
I	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	34,9

000137

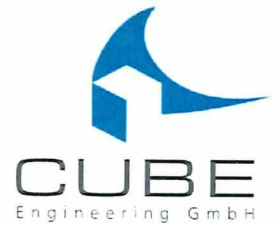


Tabelle 5 Gesamtbelastung durch sieben WEA

I O	Bezeichnung	Beurteilungspegel
		[dB(A)]
A	IP 1, Landgut Tannenhof	45,5
B	IP 2, Landgut Tannenhof	44,5
C	IP 3, Landgut Tannenhof	43,6
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	34,4
J	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	34,0
I	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	35,9

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrücke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse) sowie Berechnungen zum Zuschlag im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze des Beurteilungspegels. Weiterhin ist im Anhang eine **Isophonenkarte** für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

000138



3 Zusammenfassung

Für den Standort Gebhardshain wurde eine Immissionsprognose entsprechend der TA-Lärm nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 /2/ für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch 7 Windenergieanlagen des Typs Nordex N90/2300 an den dem Projekt benachbarten Immissionsorten durchgeführt.

Der Berechnung zugrunde gelegt wurde der bei der Abnahmemessung ermittelte Schalleistungspegel.

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

Tabelle 6

IO	Bezeichnung	Zul. Nacht-Immissionsrichtwert [dB(A)]	Beurteilungspegel Gesamtbelastung [dB(A)]	Zuschlag i.S. des ob. Vertrauensbereichs (90%) [dB(A)]	Ob. Vertrauensbereichsgrenze [dB(A)] ^{*)}	Korrekturfaktor gemäß Abnahmemessung	Ob. Vertrauensbereichsgrenze [dB(A)] ^{*)} nach Korrektur
A	IP 1, Landgut Tannenhof	45	45,5	1,5	46,9 *	-0,9	46,0
B	IP 2, Landgut Tannenhof	45	44,5	1,4	45,9	-0,9	45,0
C	IP 3, Landgut Tannenhof	45	43,6	1,4	44,9	-0,9	44,0
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	40	34,4	1,3	35,7	-	35,7
J	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	40	34,0	1,3	35,3	-	35,3
I	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	40	35,9	1,3	37,2	-	37,2

^{*)} rechnerische Abweichung in dieser Spalte aufgrund von Rundung der Summanden

Beurteilungspegel zur Vor- und Zusatzbelastung sind in Kapitel 2 aufgeführt.

Am Immissionsort A Tannenhof wurde nach dem konservativen Ausbreitungsmodell nach der DIN ISO 9613-2 unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit ein Beurteilungspegel von 46,9 dB(A) berechnet. Die Firma Windtest Grevenbroich GmbH hat im Schallimmissionsgutachten SI06006B4 vom 26.11 2008 und dem Abnahmebericht SI06006B3 vom 24.9.2008 festgestellt, dass die konservative Prognoseberechnung auf-

000139



grund der örtlichen Bedingungen die Beurteilungspegel um 0,9 dB(A) bzw. 1,6 dB(A) überschätzt. Unter Berücksichtigung des niedrigeren Korrekturfaktors von 0,9 dB(A) für die Immissionsorte des Landguts Tannenhof wird der nächtliche Immissionsrichtwert am Immissionsort IP A um 1 dB(A) überschritten. Nach TA Lärm Ziffer 3.2.1 ist bei bestehender Vorbelastung eine Überschreitung von bis zu 1 dB(A) zulässig.

An den Immissionsorten B, C, H, I und J wird der Immissionsrichtwert unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit eingehalten.

Die detaillierten, auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Gebhardshain 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 ein neues Gutachten.

4 Qualität der Prognose

Die Qualität der Prognose wurde wahrscheinlichkeitsmathematisch aus den folgenden Unsicherheits-Parametern ermittelt:

Produktionsstandardabweichung (Serienstreuung)

entfällt aufgrund Vermessung der Anlagen am Standort

Wiederholstandardabweichung (Vergleichsstandardabweichung)

gemäß Abnahmemessbericht : 0,8 dB(A)

Standardabweichung Prognosemodell: 1,5 dB(A)

Ergebnis der Qualitätsberechnung ist die obere Vertrauensbereichsgrenze bei einem Vertrauensbereich von 90%, die in den Tabellen in Kapitel 2 und 3 ausgewiesen ist. Da die Immission mehrerer WEA berechnet wird, findet das Fehlerfortpflanzungsgesetz in Bezug auf die Serienstreuung Anwendung, nicht jedoch in Bezug auf die anderen Standardabweichungen. Die Unsicherheit des Prognosemodells wird als statistisch unabhängig betrachtet. Detaillierte Berechnungen und Angaben zum Berechnungsverfahren der Unsicherheit finden sich im Anhang.

000140



Weitere, die Qualität der Prognose beeinflussende Faktoren sind:

Luftabsorption für Oktavbänder / 500Hz-Mittenpegel

Die Immissionsprognose 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. Im vorliegenden Gutachten 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/ Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte; 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 Geräuschemissionen.
- /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,
- /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/ Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen: Empfehlungen der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), März 2005
- /21/ Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschemissionswerten mittels Prognose; Detlef Piorr in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (Sept. 2001)
- /22/ Sachinformationen zu Geräuschemissionen und -immissionen von Windenergieanlagen, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, LUA Essen 2001



6 Anhang

CCC 142

- Isophonenkarte
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Gesamtbelastung: Hauptergebnis und Detaillierte Ergebnisse
- Berechnungsausdruck Vorbelastung WP Kundert: Hauptergebnis
- Berechnung der Qualität der Prognose für alle Immissionsorte
- Auszüge aus den Messberichten SI06006B3 und SI06006B4 Windtest Grevenbroich GmbH

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

16.04.2012 09:46 / 1

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

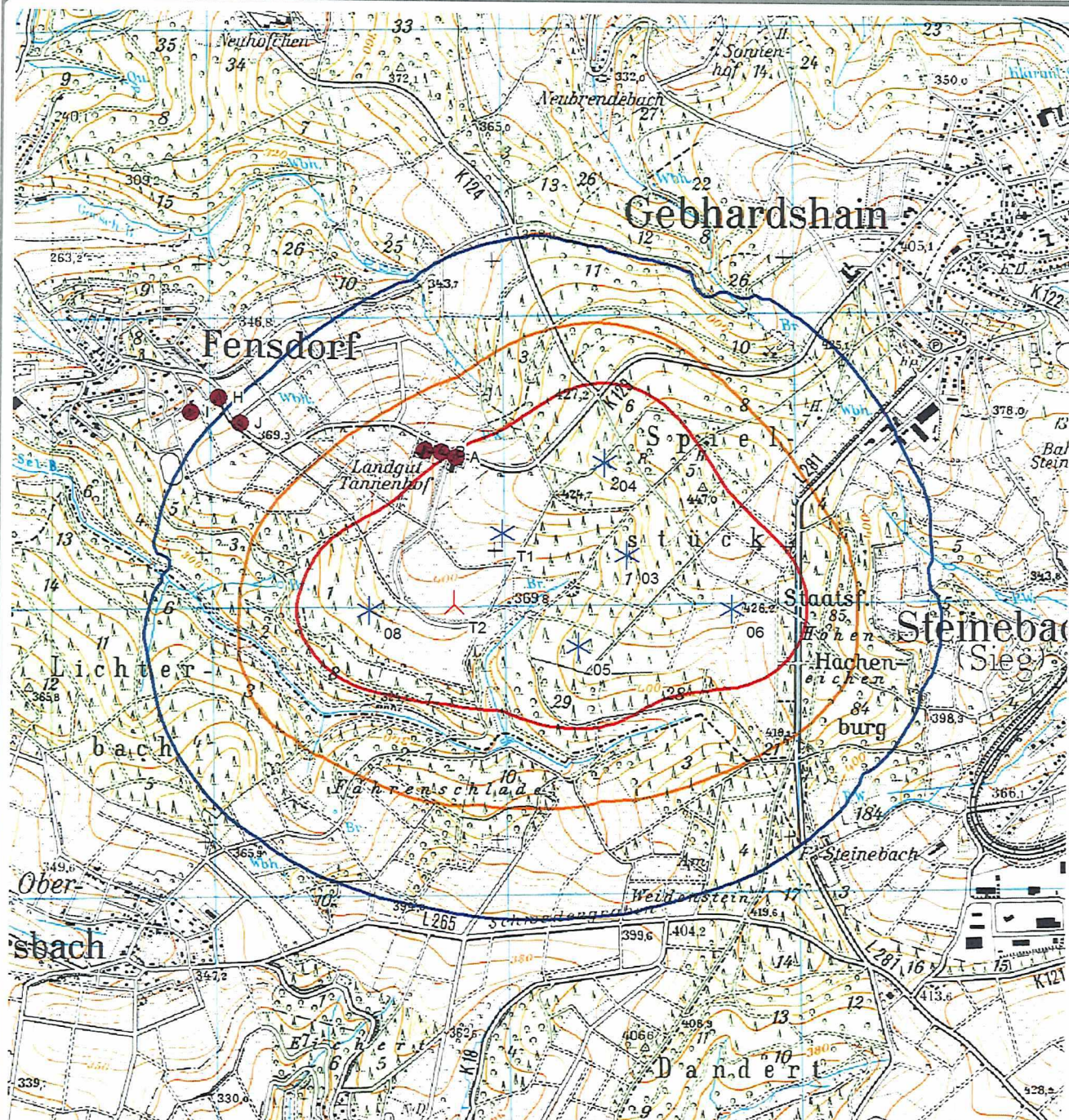
Berechnet:

15.04.2012 23:45/2.6.1.252

000143

DECIBEL - Karte: TK 25 Gebhardshain.bmi

Berechnung: Gesamtbelastung Datei: TK 25 Gebhardshain.bmi



Karte: TK 25 Gebhardshain, Druckmaßstab 1:20.000, Kartenzentrum UTM WGS 84 Zone: 32 Ost: 415.091 Nord: 5.621.036

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

▲ Neue WEA

* Existierende WEA

■ Schall-Immissionsort

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 35,0 dB(A)

— 40,0 dB(A)

— 45,0 dB(A)

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

15.04.2012 23:49 / 1

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Berechnet:

15.04.2012 23:44/2.6.1.252

000144

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)

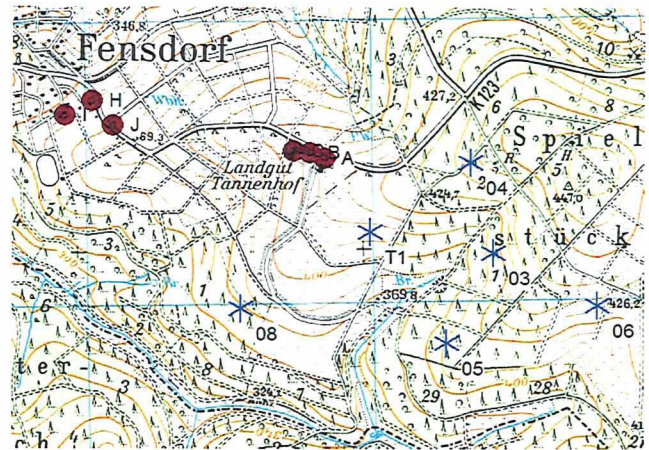
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kur- und Ferengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:25.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

UTM WGS84 Zone: 32			WEA-Typ							Schallwerte					
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Generatortyp	Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Quelle	Name	Windgeschw.	LwA,ref	Einzel-töne
	UTM WGS84 Zone: 32		[m]					[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	
03	415.417	5.621.168	414,6	WEA 03	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	102,2 dB(A) 2300 kW	(95%)	102,2	0 dB
04	415.344	5.621.490	432,4	WEA 04	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	101,4 dB(A) 1600 kW	(95%)	101,4	0 dB
05	415.249	5.620.853	408,5	WEA 05	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	101,4 dB(A) 1600 kW	(95%)	101,4	0 dB
06	415.777	5.620.977	426,4	WEA 06	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	101,4 dB(A) 1600 kW	(95%)	101,4	0 dB
08	414.532	5.620.986	377,5	WEA 08	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	101,4 dB(A) 1600 kW	(95%)	101,4	0 dB
T1	414.990	5.621.250	406,5	WEA T1	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	101,4 dB(A) 1600 kW	(95%)	101,4	0 dB

Berechnungsergebnisse**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort		UTM WGS84 Zone: 32			Anforderungen		Beurteilungspegel		Anforderungen erfüllt?	
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Schall	Von WEA	Schall	Schall	
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]			
A	IP 1, Landgut Tannenhof	414.836	5.621.513	409,3	5,0	45,0	44,9		Ja	
B	IP 2, Landgut Tannenhof	414.786	5.621.533	406,6	5,0	45,0	43,9		Ja	
C	IP 3, Landgut Tannenhof	414.729	5.621.539	403,0	5,0	45,0	42,8		Ja	
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	414.026	5.621.727	348,4	5,0	40,0	33,5		Ja	
I	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	413.930	5.621.677	346,5	5,0	40,0	33,1		Ja	
J	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	414.098	5.621.639	360,1	5,0	40,0	34,9		Ja	

Abstände (m)

Schall-Immissionsort		WEA					
		03	04	05	06	08	T1
A	676	509	779	1083	608	305	
B	730	560	823	1137	603	349	
C	782	618	861	1190	587	390	
H	1499	1340	1503	1905	897	1076	
I	1572	1427	1555	1975	916	1143	
J	1401	1255	1394	1805	784	974	

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

13.04.2012 21:45 / 1

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Berechnet:

13.04.2012 21:45/2.6.1.252

000145

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)

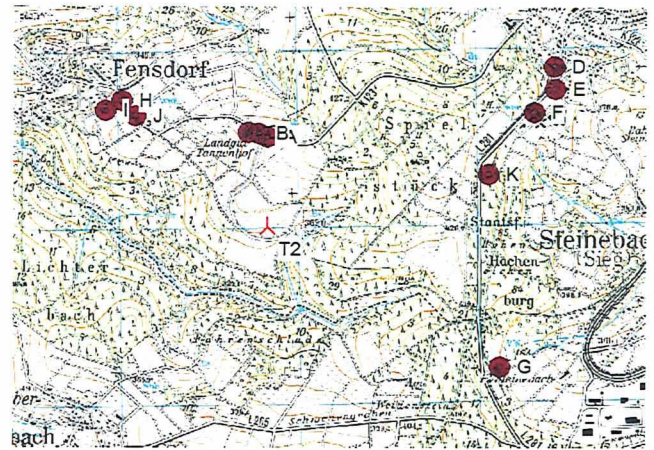
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:40.000

Neue WEA

Schall-Immissionsort

WEA

GK (Bessel) Zone: 3				WEA-Typ				Schallwerte							
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Generatortyp	Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Quelle	Name	Windgeschw.	LwA,ref	Einzel-töne
				[m]				[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	
T2	GK (Bessel) Zone: 3	3.414.864	5.622.812	389,6	WEA T2	Ja	NORDEX	N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER	101,4 dB(A)	1600 kW	0 dB
													(95%)	101,4	

Berechnungsergebnisse**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort		GK (Bessel) Zone: 3			Anforderungen		Beurteilungspegel	Anforderungen erfüllt?
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Schall	Von WEA	Schall
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
A	IP 1, Landgut Tannenhof	3.414.875	5.623.321	409,3	5,0	45,0	36,6	Ja
B	IP 2, Landgut Tannenhof	3.414.825	5.623.341	406,6	5,0	45,0	36,1	Ja
C	IP 3, Landgut Tannenhof	3.414.768	5.623.347	403,0	5,0	45,0	35,7	Ja
D	IP 4, Gebhardshain, Höhenweg 4	3.416.479	5.623.693	402,9	5,0	45,0	19,4	Ja
E	IP 5, Hachenburger Str.41	3.416.483	5.623.566	422,7	5,0	40,0	19,8	Ja
F	IP 6, Industriegebiet, WH	3.416.364	5.623.437	416,7	5,0	50,0	20,9	Ja
G	IP 7, Forsthaus Steinebach	3.416.149	5.621.997	401,8	5,0	45,0	23,0	Ja
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	3.414.065	5.623.535	348,4	5,0	40,0	27,2	Ja
I	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	3.413.969	5.623.485	346,5	5,0	40,0	26,8	Ja
J	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	3.414.137	5.623.447	360,1	5,0	40,0	28,7	Ja
K	IP 11, Industriegebiet Südwest	3.416.101	5.623.086	425,5	5,0	50,0	24,0	Ja

Abstände (m)

WEA	
Schall-Immissionsort	T2
A	509
B	531
C	544
D	1840
E	1786
F	1625
G	1522
H	1078
I	1120
J	965
K	1267

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

15.04.2012 23:48 / 1

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Berechnet:

15.04.2012 23:45/2.6.1.252

000146

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)

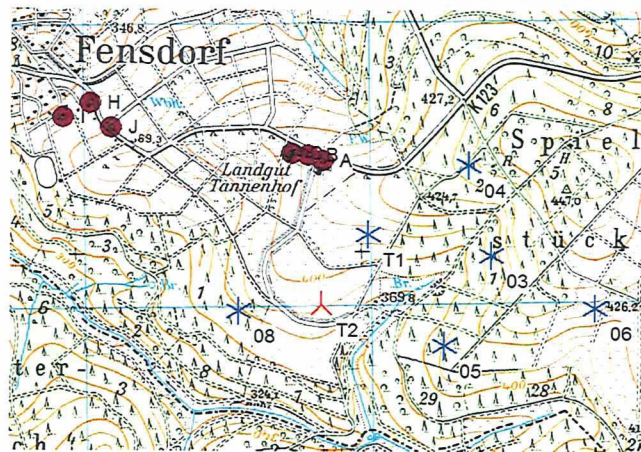
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kur- und Ferengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:25.000

▲ Neue WEA

* Existierende WEA

■ Schall-Immissionsort

WEA

UTM WGS84 Zone: 32				WEA-Typ		Schallwerte		Windgeschw. LwA,ref Einzel-	
Ost	Nord	Z	Beschreibung Aktuell	Hersteller	Generatortyp	Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Quelle Name
[m]	[m]	[m]				[kW]	[m]	[m]	
UTM WGS84 Zone: 32									
03	415.417	5.621.168	414,6 WEA 03	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 102,2 dB(A) 2300 kW
04	415.344	5.621.490	432,4 WEA 04	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 101,4 dB(A) 1600 kW
05	415.249	5.620.853	408,5 WEA 05	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 101,4 dB(A) 1600 kW
06	415.777	5.620.977	426,4 WEA 06	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 101,4 dB(A) 1600 kW
08	414.532	5.620.986	377,5 WEA 08	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 101,4 dB(A) 1600 kW
T1	414.990	5.621.250	406,5 WEA T1	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 101,4 dB(A) 1600 kW
T2	414.825	5.621.004	389,6 WEA T2	Ja	NORDEX N90/2300-2.300	2.300	90,0	100,0	USER 101,4 dB(A) 1600 kW

Berechnungsergebnisse**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort		UTM WGS84 Zone: 32			Anforderungen		Beurteilungspegel		Anforderungen erfüllt?	
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Schall	Von WEA	Schall		
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]			
A	IP 1, Landgut Tannenhof	414.836	5.621.513	409,3	5,0	45,0	45,5		Nein	
B	IP 2, Landgut Tannenhof	414.786	5.621.533	406,6	5,0	45,0	44,5		Ja	
C	IP 3, Landgut Tannenhof	414.729	5.621.539	403,0	5,0	45,0	43,6		Ja	
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	414.026	5.621.727	348,4	5,0	40,0	34,4		Ja	
I	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	413.930	5.621.677	346,5	5,0	40,0	34,0		Ja	
J	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	414.098	5.621.639	360,1	5,0	40,0	35,9		Ja	

Abstände (m)

WEA	A	B	C	H	I	J
03	676	730	782	1499	1572	1401
04	509	560	618	1340	1427	1255
05	779	823	861	1503	1555	1394
06	1083	1137	1190	1905	1975	1805
08	608	603	587	897	916	784
T1	305	349	390	1076	1143	974
T2	509	530	543	1077	1119	965

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

15.04.2012 23:49 / 1

Lizenzierter Anwender:

000147 CUBE Engineering
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
+49 (0) 561 28 85 73 0

Berechnet:

15.04.2012 23:45/2.6.1.252

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 = Domega)

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 IP 1, Landgut Tannenhof**

WEA		95% der Nennleistung												
Nr.	Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Berechnet	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
03	676	684	51,1	Ja	34,01	102,2	3,00	67,70	1,30	2,20	0,00	0,00	71,19	0,00
04	509	523	53,3	Ja	36,82	101,4	2,99	65,37	0,99	1,22	0,00	0,00	67,58	0,00
05	779	785	60,6	Ja	31,91	101,4	3,00	68,89	1,49	2,12	0,00	0,00	72,50	0,00
06	1.083	1.089	50,3	Ja	27,36	101,4	3,01	71,74	2,07	3,20	0,00	0,00	77,02	0,03
08	608	611	46,6	Ja	34,38	101,4	3,00	66,73	1,16	2,13	0,00	0,00	70,02	0,00
T1	305	319	48,7	Ja	42,69	101,4	2,97	61,07	0,61	0,00	0,00	0,00	61,68	0,00
T2	509	515	47,2	Ja	36,61	101,4	2,99	65,23	0,98	1,57	0,00	0,00	67,78	0,00

Summe 45,48

Schall-Immissionsort: B IP 2, Landgut Tannenhof

WEA		95% der Nennleistung												
Nr.	Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Berechnet	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
03	730	737	50,2	Ja	33,03	102,2	3,00	68,35	1,40	2,43	0,00	0,00	72,17	0,00
04	560	573	53,5	Ja	35,61	101,4	3,00	66,17	1,09	1,53	0,00	0,00	68,79	0,00
05	823	829	59,6	Ja	31,16	101,4	3,00	69,37	1,57	2,30	0,00	0,00	73,24	0,00
06	1.137	1.142	49,7	Ja	26,71	101,4	3,01	72,16	2,17	3,30	0,00	0,00	77,63	0,08
08	603	606	47,2	Ja	34,51	101,4	3,00	66,66	1,15	2,08	0,00	0,00	69,89	0,00
T1	349	362	48,4	Ja	41,48	101,4	2,98	62,18	0,69	0,03	0,00	0,00	62,90	0,00
T2	530	536	46,8	Ja	36,06	101,4	3,00	65,58	1,02	1,74	0,00	0,00	68,34	0,00

Summe 44,53

Schall-Immissionsort: C IP 3, Landgut Tannenhof

WEA		95% der Nennleistung												
Nr.	Abstand	Schallweg	Mittlere Höhe	Sichtbar	Berechnet	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[m]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
03	782	790	49,3	Ja	32,13	102,2	3,00	68,95	1,50	2,63	0,00	0,00	73,08	0,00
04	618	630	53,1	Ja	34,36	101,4	3,00	66,99	1,20	1,86	0,00	0,00	70,04	0,00
05	861	867	58,6	Ja	30,54	101,4	3,00	69,76	1,65	2,46	0,00	0,00	73,86	0,00
06	1.190	1.195	49,0	Ja	26,08	101,4	3,01	72,55	2,27	3,39	0,00	0,00	78,21	0,12
08	587	591	48,3	Ja	34,90	101,4	3,00	66,43	1,12	1,94	0,00	0,00	69,49	0,00
T1	390	402	48,1	Ja	39,97	101,4	2,98	63,09	0,76	0,56	0,00	0,00	64,41	0,00
T2	543	549	46,3	Ja	35,71	101,4	3,00	65,80	1,04	1,84	0,00	0,00	68,69	0,00

Summe 43,55

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

15.04.2012 23:49 / 2

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Berechnet:

15.04.2012 23:45/2.6.1.252

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: H IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8****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]
03	1.499	1.508	40,5	Ja	23,60	102,2	3,01	74,57	2,87	3,88	0,00	0,00	81,31	0,30
04	1.340	1.351	47,5	Ja	24,42	101,4	3,01	73,62	2,57	3,59	0,00	0,00	79,77	0,22
05	1.503	1.511	48,3	Ja	22,95	101,4	3,01	74,59	2,87	3,70	0,00	0,00	81,16	0,30
06	1.905	1.913	39,9	Ja	19,61	101,4	3,01	76,63	3,63	4,08	0,00	0,00	84,35	0,45
08	897	905	50,5	Ja	29,68	101,4	3,00	70,14	1,72	2,86	0,00	0,00	74,72	0,00
T1	1.076	1.087	45,2	Ja	27,23	101,4	3,01	71,72	2,07	3,36	0,00	0,00	77,15	0,02
T2	1.077	1.086	44,5	Ja	27,22	101,4	3,01	71,71	2,06	3,38	0,00	0,00	77,16	0,03

Summe 34,44

Schall-Immissionsort: I IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11**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]
03	1.572	1.580	43,3	Ja	23,04	102,2	3,01	74,98	3,00	3,86	0,00	0,00	81,84	0,33
04	1.427	1.438	48,3	Ja	23,61	101,4	3,01	74,16	2,73	3,64	0,00	0,00	80,53	0,26
05	1.555	1.563	50,2	Ja	22,54	101,4	3,01	74,88	2,97	3,70	0,00	0,00	81,55	0,32
06	1.975	1.983	42,8	Ja	19,17	101,4	3,01	76,95	3,77	4,06	0,00	0,00	84,77	0,47
08	916	925	52,4	Ja	29,50	101,4	3,01	70,32	1,76	2,83	0,00	0,00	74,91	0,00
T1	1.143	1.154	47,4	Ja	26,51	101,4	3,01	72,24	2,19	3,38	0,00	0,00	77,81	0,08
T2	1.119	1.128	46,3	Ja	26,78	101,4	3,01	72,04	2,14	3,38	0,00	0,00	77,57	0,06

Summe 33,99

Schall-Immissionsort: J IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA**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]
03	1.401	1.409	44,5	Ja	24,59	102,2	3,01	73,98	2,68	3,71	0,00	0,00	80,37	0,25
04	1.255	1.266	48,8	Ja	25,31	101,4	3,01	73,05	2,41	3,47	0,00	0,00	78,93	0,16
05	1.394	1.401	52,2	Ja	24,05	101,4	3,01	73,93	2,66	3,52	0,00	0,00	80,11	0,25
06	1.805	1.812	44,2	Ja	20,42	101,4	3,01	76,16	3,44	3,96	0,00	0,00	83,57	0,42
08	784	792	54,2	Ja	31,51	101,4	3,00	68,97	1,50	2,42	0,00	0,00	72,90	0,00
T1	974	984	48,2	Ja	28,57	101,4	3,01	70,86	1,87	3,11	0,00	0,00	75,83	0,00
T2	965	973	47,7	Ja	28,69	101,4	3,01	70,76	1,85	3,10	0,00	0,00	75,71	0,00

Summe 35,87

Projekt:

12-1-3025 Gebhardshain

Ausdruck/Seite

16.04.2012 09:53 / 1

Lizenzierter Anwender:

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Berechnet:

16.04.2012 09:53/2.6.1.252

000149

DECIBEL - Hauptergebnis**Berechnung:** WP Kundert

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)

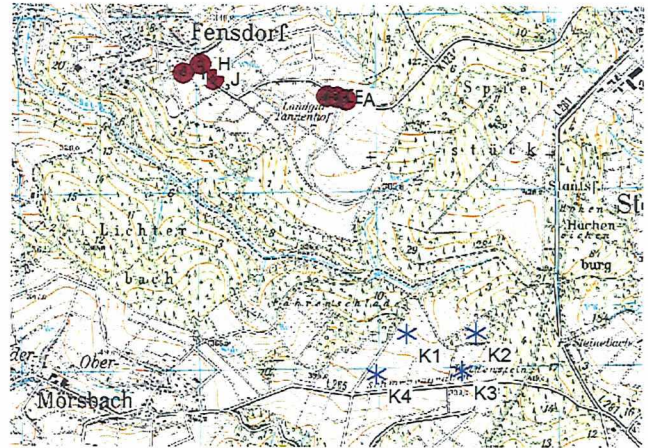
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:40.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

UTM WGS84 Zone: 32				WEA-Typ				Schallwerte		Windgeschw.	LwA_ref	Einzel-töne		
Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Generatortyp	Nenn-leistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe				Quelle	Name
UTM WGS84 Zone: 32				[m]			[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	
K1	415.160	5.620.186	389,7 E-66 (K1)	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	114,0	USER	Kötter 103,0	10,0	103,0	0 dB
K2	415.544	5.620.187	401,9 E-66 (K2)	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	114,0	USER	Kötter 103,0	10,0	103,0	0 dB
K3	415.466	5.619.972	400,1 E-53 (K3)	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	USER	101,4 dB(A) energ. Mittelwert aus 3 Verm.	(95%)	101,4	0 dB
K4	414.988	5.619.960	401,5 E-53 (K4)	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	USER	101,4 dB(A) energ. Mittelwert aus 3 Verm.	(95%)	101,4	0 dB

Berechnungsergebnisse**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort		UTM WGS84 Zone: 32			Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel		Anforderungen erfüllt?
Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]			Von WEA [dB(A)]	Schall	
A	IP 1, Landgut Tannenhof	414.836	5.621.513	409,3	5,0	45,0	30,5	Ja	Ja
B	IP 2, Landgut Tannenhof	414.786	5.621.533	406,6	5,0	45,0	30,2	Ja	Ja
C	IP 3, Landgut Tannenhof	414.729	5.621.539	403,0	5,0	45,0	29,9	Ja	Ja
H	IP 8, Fensdorf, Zum Heidorn 8	414.026	5.621.727	348,4	5,0	40,0	24,8	Ja	Ja
I	IP 9, Fensdorf, Feldstrasse 11	413.930	5.621.677	346,5	5,0	40,0	24,6	Ja	Ja
J	IP 10 Fensdorf, Erweiterungsfl. WA	414.098	5.621.639	360,1	5,0	40,0	26,6	Ja	Ja

Abstände (m)

WEA				
Schall-Immissionsort	K4	K3	K2	K1
A	1560	1665	1503	1366
B	1585	1702	1545	1398
C	1600	1731	1579	1420
H	2012	2270	2162	1913
I	2017	2295	2197	1933
J	1900	2156	2049	1800

Qualität der Prognose an den einzelnen Immissionsorten

Projekt Gebhardshain Gesamtbelastung 16.04.2012
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 unabhängig betrachtet

Windenergieanlagenagentypen			Unsicherheit			Immissionsorte					
Typ	Bezeichnung	Anz.	σ_P (Serienstreuung)	σ_R (Prod. StdAbw)	σ_{Prod} (Std Abw Modell)	1	2	3	8	9	10
1	N90/2300	1	0	0,8	1,5	34,01	33,03	32,13	23,60	23,04	24,59
2	N90/1600	6	0	0,8	1,5	45,16	44,21	43,22	34,07	33,63	35,54
3											
Immissionsort											
Berechneter Beurteilungspegel alle WEA											
σ_{ges} (Gesamtunsicherheit)						45,48	44,52	43,55	34,44	33,99	35,87
Unsicherheit Immission 90% Vertrauensbereich K (1,28 x σ_{ges})						1,13	1,11	1,07	1,00	1,01	1,03
						1,45	1,42	1,37	1,29	1,30	1,31
Immission obere Vertrauensbereichsgrenze 90%: $L_W + (\sigma_{ges} \times 1,28)$						46,9	45,9	44,9	35,7	35,3	37,2

000150

5 Zusammenfassung und Bewertung

Am 2006-07-24 wurde die Fa. windtest grevenbroich gmbh (windtest) durch die MFG Management & Finanzberatung AG beauftragt, entsprechend der Bauauflage den Beurteilungspegel an den Immissionsorten im Windpark Gebhardshain, hervorgerufen durch die Betriebsgeräusche der 7 Windenergieanlagen vom Typ Nordex N90, zu erfassen und in einem Gutachten festzuhalten.

Am maßgeblichen IP A (Landgut Tannenhof) ist nachts 22.00 – 06.00 Uhr ein Richtwert von 46 dB und tags 06.00 – 22.00 ein Richtwert von 60 dB einzuhalten. An den beiden weiteren dem Landgut Tannenhof zugehörigen Immissionsorten IP B und IP C sind nächtliche Richtwerte von 45 dB einzuhalten.

Im Vorfeld der Messung wurde mit dem Auftraggeber und der zuständigen Behörde ein Messkonzept vereinbart, welches die Messung an einem Ersatzimmissionsorten vorsieht. Die Messung und Datenanalyse der Messung in der Nähe der Immissionsorte IP A, IP B und IP C (Landgut Tannenhof) ist Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Des Weiteren wurde 2008-01-16 und 2008-04-01 Emissionsmessungen in leistungsoptimierter (2300 kW) und in leistungsreduzierter (1600 kW) Betriebsweise im Nahfeld der WEA T1 durchgeführt. Mit den daraus resultierenden Schalleistungspegel (102,2 dB leistungsoptimiert und 101,4 dB leistungsreduziert) wurde die im Anhang befindliche Ausbreitungsberechnung durchgeführt. In der Ausbreitungsberechnung (Prognose SI06006N3B1) [9] zeigt sich, dass die stillgelegte WEA 8 mit 0,4 dB an den maßgeblichen Immissionsorten des Landgut Tannenhof einfließt. Des Weiteren ist festzustellen, dass das Ausbreitungsmodell, durch konservative Vorgehensweisen und Annahmen die tatsächlichen Verhältnisse etwas überschätzt und 0,9 dB über den Messwerten am Ersatzimmissionsort liegt (Tab. 8).

Tab. 8: Beurteilungspegel für den Nachtbetrieb exklusive der WEA 8

Nr.		Immissionspunkt IP	Messwert [dB (A)]	Beurteilungspegel [dB(A)]	Immissionsrichtwert [dB(A)] Nacht
1		Messpunkt	46,1	47,0	-
2	A	Landgut Tannenhof	-	45,1	46
3	B	Landgut Tannenhof	-	44,0	45
4	C	Landgut Tannenhof	-	42,9	45
5	D	Gebhardshain, Höhenweg 4	-	32,0	45
6	E	Hachenburger Str. 41	-	32,9	40
7	F	Gewerbegebiet, WH	-	34,8	50
8	G	Forsthaus Steinebach	-	34,2	45
9	H	Fensdorf, Zum Heidorn 8	-	32,5	40
10	I	Fensdorf, Feldstr. 11	-	31,9	40
11	J	Fensdorf, Erweiterungsfl.	-	33,8	40
12	K	Gewerbegebiet Südwest	-	41,2	50

Die Immissionsmessung wurde am 2008-07-07 im Windpark Gebhardshain an einem geeigneten Ersatzimmissionsort durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Ermittlung des Beurteilungspegels für die maßgeblichen Immissionspunkte

	BIN5	BIN6	BIN7	BIN8 ¹⁾
L_{Aeq,BG+HG} / (dB)	45,4	47,5	47,9	47,7
L_{Aeq,HG} / (dB)	40,4	44,3	45,7	46,4
ΔL / (dB)	5,0	3,2	2,2	1,3
k / (dB)	1,7	2,9	3 ²⁾	3 ²⁾
L_{Aeq,BG} / (dB)	43,7	44,6	44,9	44,7
C_{met} / (dB)	0	0	0	0
K_T / (dB)	0	0	0	0
K_I / (dB)	0	0	0	0
K_R / (dB)	0	0	0	0
K_S / (dB)	1,2	1,2	1,2	1,2
L_{Ar} / (dB) /EIP	44,9	45,8	46,1	45,9
Einfluß WEA 8 (dB)	0,4	0,4	0,4	0,4
Korrektur Ausbreitungsmodell (dB)	- 0,9	- 0,9	- 0,9	- 0,9
Messunsicherheit U_c (dB)	1,1	1,1	1,1	1,1
L_{Ar} / (dB) / IP A	44,5	45,4	45,7	45,5
Richtwert nachts / (dB)	46	46	46	46

1) 95 % Nennleistung bei 8,11 m/s

2) Berechnung nach [3] unzulässig, da $\Delta L < 3$ dB, konservative Annahme für Fremdgeräuschkorrektur von 3 dB

Diese Werte gelten für den maßgeblichen Immissionsort IP A (Landgut Tannenhof). Am Immissionsort IP B (Landgut Tannenhof) ergibt sich ein Beurteilungspegel von 44,6 dB und damit 0,4 dB unterhalb des Richtwertes von 45 dB. Die weiteren Immissionspunkte bleiben hier unbetrachtet, da man mit den Beurteilungspegeln deutlich unter den Richtwerten liegt und hier keinesfalls mit Überschreitungen in irgendeiner Form zu rechnen ist.

Während der Messdauer traten Windgeschwindigkeiten bis 10 m/s in 10 m Höhe auf. Die Leistungsabgabe der Windenergieanlagen (gemessen an WEA T1) erreichte dabei die Nennleistung (1600 kW reduzierte Betriebsweise (WEA T1, T2, 4, 5, 6) und 2300 kW optimierte betriebsweise (WEA 3)). Bei diesen Bedingungen und aufgrund der örtlichen Topographie (hügeliges Gelände, Wälder, Bäume, Sträucher) war der windinduzierte Fremdgeräuschpegel sehr hoch, so dass die Betriebsgeräusche der Anlagen subjektiv nur schwach wahrnehmbar waren.

Der Ersatzimmissionsort, an dem die Messung durchgeführt wurde, war in Abstimmung mit der zuständigen Behörde, vertreten durch Herrn Henn, so gewählt worden, dass die windinduzierten Fremdgeräusche so niedrig wie möglich ausfallen, die Position ansonsten aber akustisch mit den drei nächstgelegenen o. g. Immissionspunkten vergleichbar ist.

Unter Berücksichtigung aller Zu- und Abschläge wie Berücksichtigung der abgeschalteten WEA 8, die Korrektur des Ausbreitungsmodells und der Messunsicherheit, kann als gesichert angesehen werden, dass die nächtlichen Richtwerte von 46 dB am IP A und 45 dB an den IP B und C eingehalten werden.



Unter den gegebenen Verhältnissen ist es sehr wahrscheinlich, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten, für die Betriebsgeräusche eine dauerhafte, hohe Verdeckung durch windinduzierte Fremdgeräusche vorliegt, somit Abs. 5, Kap. 3.2.1 der TA-Lärm [6] zur Anwendung kommen kann.

Die Richtwerte für den Tagbetrieb werden an den untersuchten Immissionsorten im Sinne der TA Lärm bei allen gemessenen Windgeschwindigkeiten eingehalten.

Es wird versichert, daß das Gutachten gemäß dem Stand der Technik unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

Grevenbroich, 2008-09-24


Dipl.-Ing. Thomas Fischer





5 Zusammenfassung und Bewertung

Am 2006-07-24 wurde die Fa. windtest grevenbroich gmbh (windtest) durch die MFG Management & Finanzberatung AG beauftragt, entsprechend der Bauauflage den Beurteilungspegel an den Immissionsorten im Windpark Gebhardshain, hervorgerufen durch die Betriebsgeräusche der 7 Windenergieanlagen vom Typ Nordex N90, zu erfassen und in einem Gutachten festzuhalten.

Am maßgeblichen IP A (Landgut Tannenhof) ist nachts 22.00 – 06.00 Uhr ein Richtwert von 46 dB und tags 06.00 – 22.00 ein Richtwert von 60 dB einzuhalten. An den beiden weiteren dem Landgut Tannenhof zugehörigen Immissionsorten IP B und IP C sind nächtliche Richtwerte von 45 dB einzuhalten.

Im Vorfeld der Messung wurde mit dem Auftraggeber und der zuständigen Behörde ein Messkonzept vereinbart, welches die Messung an einem Ersatzimmissionsort vorsieht. Die Messung und Datenanalyse der Messung in der Nähe der Immissionsorte IP A, IP B und IP C (Landgut Tannenhof) ist Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Des Weiteren wurde 2008-07-07 eine Schallimmissionsmessung an einem Ersatzimmissionsort im eingestellten Nachtmodus (identisch mit dem hier vermessenen Modus) allerdings ohne laufender WEA 8 im Park durchgeführt. Die hier ausgewertete Messung und aufgeführten Ergebnisse sollen den Einfluss der WEA 8 auf den maßgeblichen IP A (Tannenhof), welcher in Gutachten SI06006B3 [10] mit einem theoretischen Faktor angenommen wurde, messtechnisch wiedergeben und die in [10] angegebenen Beurteilungspegel bestätigen.

Tab. 8: Beurteilungspegel für den Nachtbetrieb

Nr.		Immissionspunkt IP	Messwert [dB (A)]	Beurteilungspegel [dB(A)]	Immissionsrichtwert [dB(A)] Nacht
1		Messpunkt	45,5	47,1	-
2	A	Landgut Tannenhof	-	45,5	46
3	B	Landgut Tannenhof	-	44,5	45
4	C	Landgut Tannenhof	-	43,5	45
5	D	Gebhardshain, Höhenweg 4	-	32,2	45
6	E	Hachenburger Str. 41	-	33,0	40
7	F	Gewerbegebiet, WH	-	34,9	50
8	G	Forsthaus Steinebach	-	34,4	45
9	H	Fensdorf, Zum Heidorn 8	-	34,3	40
10	I	Fensdorf, Feldstr. 11	-	33,8	40
11	J	Fensdorf, Erweiterungsfl.	-	35,8	40
12	K	Gewerbegebiet Südwest	-	41,3	50

Die Immissionsmessung wurde am 2008-11-09 im Windpark Gebhardshain an einem geeigneten Ersatzimmissionsort durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 9 zusammengefasst.



Tabelle 9: Ermittlung des Beurteilungspegels für die maßgeblichen Immissionspunkte

	BIN 6	BIN 7	BIN 8 ¹⁾	BIN 9
$L_{Aeq,BG+HG}$ / (dB)	45,6	46,0	46,1	45,9
$L_{Aeq,HG}$ / (dB)	39,5	41,6	42,2	42,9
ΔL / (dB)	6,1	4,4	3,9	3,0
k / (dB)	1,3	2,0	2,3	3,0
$L_{Aeq,BG}$ / (dB)	44,3	44,0	43,8	42,9
C_{met} / (dB)	0	0	0	0
K_T / (dB)	0	0	0	0
K_I / (dB)	0	0	0	0
K_R / (dB)	0	0	0	0
K_S / (dB)	1,2	1,2	1,2	1,2
L_{Ar} / (dB) /EIP	45,5	45,2	45,0	44,1
Prognosepegel EIP	47,1			
Prognosepegel IP A	45,5			
Korrektur Ausbreitungsmodell (dB)	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6
Messunsicherheit U_c (dB)	0,8	0,8	0,8	0,8
L_{Ar} / (dB) / IP A	44,7	44,4	44,2	43,3
Richtwert nachts / (dB)	46	46	46	46

1) 95 % Nennleistung bei 8,11 m/s

Diese Werte gelten für den maßgeblichen Immissionsort IP A (Landgut Tannenhof). Am Immissionsort IP B (Landgut Tannenhof) ergibt sich ein Beurteilungspegel von 44,5 dB und damit 0,5 dB unterhalb des Richtwertes von 45 dB. Die weiteren Immissionspunkte bleiben hier unberücksichtigt, da man mit den Beurteilungspegeln deutlich unter den Richtwerten liegt und hier keinesfalls mit Überschreitungen in irgendeiner Form zu rechnen ist.

Während der Messdauer traten Windgeschwindigkeiten bis 10 m/s in 10 m Höhe auf. Die Leistungsabgabe der Windenergieanlagen (gemessen an WEA T1) erreichte dabei die Nennleistung (1600 kW reduzierte Betriebsweise (WEA T1, T2, 4, 5, 6, 8) und 2300 kW optimierte betriebsweise (WEA 3)). Bei diesen Bedingungen und aufgrund der örtlichen Topographie (hügeliges Gelände, Wälder, Bäume, Sträucher) war der windinduzierte Fremdgeräuschpegel sehr hoch, so dass die Betriebsgeräusche der Anlagen subjektiv nur schwach wahrnehmbar waren.

Der Ersatzimmissionsort, an dem die Messung durchgeführt wurde, war in Abstimmung mit der zuständigen Behörde, vertreten durch Herrn Henn, so gewählt worden, dass die windinduzierten Fremdgeräusche so niedrig wie möglich ausfallen, die Position ansonsten aber akustisch mit den drei nächstgelegenen o. g. Immissionspunkten vergleichbar ist.

Die hier erhaltenen Werte für den Beurteilungspegel am IP A liegen 0,7 dB niedriger als die in [10] angegebenen Werte der vorherigen Messung. Dies liegt darin begründet, dass im Gegensatz zur Messung 2008-07-07 hier der Fremdgeräuschabstand über alle gemessenen BIN's ≥ 3 dB betrug und somit ausreichend groß war. Dadurch sind die Messwerte mit einer geringeren Messunsicherheit behaftet. Des weiteren führen die Nachtbedingungen zu geringfügig anderen Ausbreitungsbedingungen, die die Messwerte beeinflussen können. Insgesamt wird die zurückliegende Messung und der Berechnungsanteil des dazugehörigen Schallgutachtens SI06006B3 sehr gut widerspiegelt.



Unter Berücksichtigung aller Zu- und Abschläge, die Korrektur des Ausbreitungsmodells und der Messunsicherheit, kann als gesichert angesehen werden, dass die nächtlichen Richtwerte von 46 dB am IP A und 45 dB an den IP B und C eingehalten werden.

Unter den gegebenen Verhältnissen ist es sehr wahrscheinlich, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten, für die Betriebsgeräusche eine dauerhafte, hohe Verdeckung durch windinduzierte Fremdgeräusche vorliegt, somit Abs. 5, Kap. 3.2.1 der TA-Lärm [6] zur Anwendung kommen kann.

Die Richtwerte für den Tagbetrieb werden an den untersuchten Immissionsorten im Sinne der TA Lärm bei allen gemessenen Windgeschwindigkeiten eingehalten.

Es wird versichert, dass das Gutachten gemäß dem Stand der Technik unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

Grevenbroich, 2008-11-26



Dipl.-Ing. David Rode



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

000150

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.

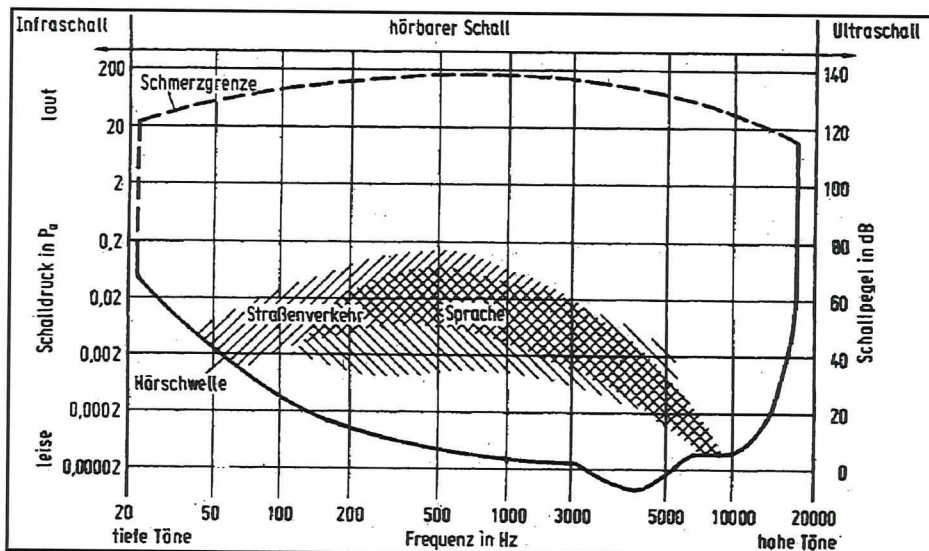


Abbildung 1 Hörbereich des Menschen

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.

000159

- **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.

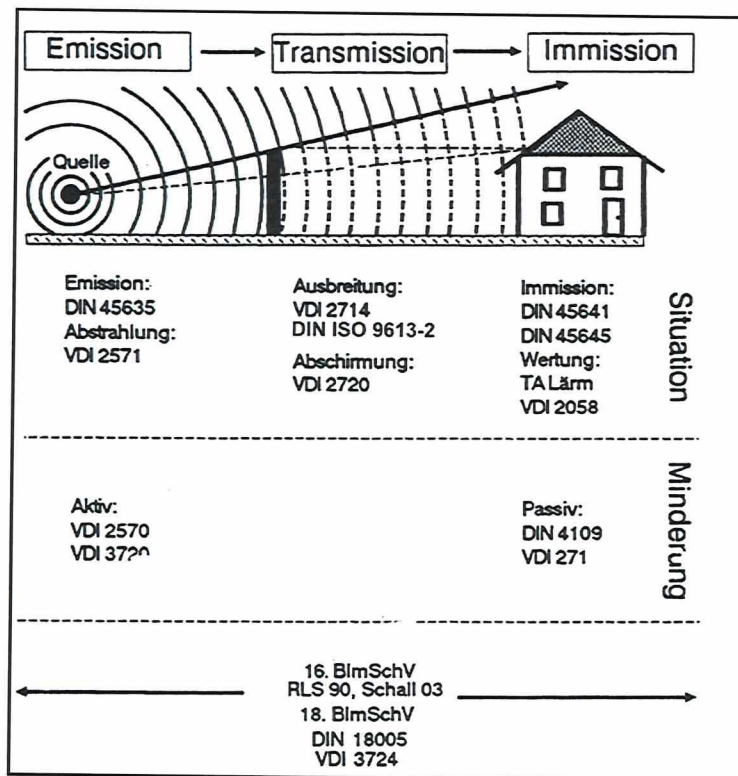


Abbildung 2: Normen und Grundlagen zum Schall

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 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 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:

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

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung:

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

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionsort.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption

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

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:

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

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

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:

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

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

$$K_T = 6 \text{ für } K_{TN} > 4$$

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.

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel

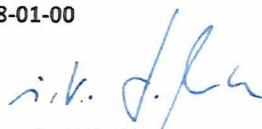
die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten auf der Basis anerkannter Prüf- und Bestimmungsverfahren gem. der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen der Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), Teil 6 mit wahlweise anschließender Führung eines 60 % Referenzertrag-Nachweises auf Basis der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen der Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW), Teil 6 und Teil 5;
Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials;
Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen;
Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen;
Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 10.11.2010 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11038-01 und ist gültig bis 09.11.2015. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 4 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11038-01-00**

Berlin, 10.11.2010


Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

000170

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH. Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkKS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30).

Die DAkKS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: www.european-accreditation.org

ILAC: www.ilac.org

IAF: www.iaf.nu