

**Schallimmissionsgutachten für Immissions-
orte in der Umgebung der Windenergieanla-
gen vom Typ Nordex N90 im Windpark Gamlen**

Messung 2007-06-27/28

Vollständiger Bericht

2007-08-01

SE06020B1

Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem
Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.





WINDTEST

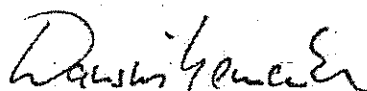
Grevenbroich GmbH

Schallimmissionsgutachten für Immissionsorte in der Umgebung der Windenergieanlagen vom Typ Nordex N90 im Windpark Gamlen

Bericht SE06020B1

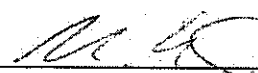
Standort bzw. Messort:	Windpark Gamlen, Ser.-Nr. NX8326 und NX8327		
Auftraggeber:	Windpark Gamlen GmbH & Co. KG Universitätsallee 18, Haus I D-28359 Bremen		
Auftragnehmer:	WINDTEST Grevenbroich GmbH Frimmersdorfer Str. 73 D-41517 Grevenbroich		
Datum der Auftragserteilung:	2006-10-26	Auftragsnummer	06 0108 07

Geprüft:


Dipl.-Met. Klaus Hanswillemenke

Grevenbroich, 2007-08-01
Grevenbroich, 2007-08-01

Bearbeiter:


Dr. Markus Koschinsky

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der WINDTEST Grevenbroich GmbH vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 37 Seiten inkl. der Anlagen.



1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	GRUNDLAGEN	4
2.1	Auftragsgrundlage	4
2.2	Verfahrensgrundlagen	4
2.3	Anlagenbeschreibung	5
2.3.1	Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.3.2	Berücksichtigte Schallquellen	6
2.4	Beschreibung der Immissionsorte	7
2.5	Messkonzept	8
3	SCHALLEMISSIONSMESSUNG AN DER WEA 1	8
3.1	Messaufbau	8
3.2	Messablauf	11
3.2.1	Meteorologische Bedingungen	12
3.3	Messergebnisse	12
3.3.1	Richtcharakteristik	12
3.3.2	Subjektives Geräuschempfinden	12
3.3.3	Schalldruckpegel und immissionsrelevanter Schallleistungspegel	12
3.3.4	Impulshaltigkeit	15
3.3.5	Pegel von Einzelereignissen	15
3.3.6	Tonhaltigkeitsanalyse	15
3.3.7	Turbulenzintensität	16
3.3.8	Betriebszustände während der Messung	16
3.4	Messunsicherheit	18
3.4.1	Messunsicherheit Typ A	18
3.4.2	Messunsicherheiten Typ B	18
3.4.3	Abschätzung der Messunsicherheit U_C	18
3.5	Beurteilung der Ergebnisse	19
4	AUFFÄLLIGKEITSPRÜFUNGEN	19
5	SCHALLIMMISSIONSMESSUNG AM ERSATZIMMISSIONSORT	19
5.1	Messaufbau	19
5.2	Messablauf	20
5.3	Messergebnisse	20
5.3.1	Subjektives Geräuschempfinden	20
5.3.2	Schalldruck- und Beurteilungspegel	20
5.3.3	Tonhaltigkeit	23
5.4	Messunsicherheit	24
5.4.1	Messunsicherheit Typ A	24
5.4.2	Messunsicherheiten Typ B	24
5.4.3	Abschätzung der Messunsicherheit U_C	24
6	BERECHNUNG DER BEURTEILUNGSPEL	25
6.1	Berechnungsgrundlagen	25
6.2	Berechnungsergebnisse am EIP	25
6.3	Berechnungsergebnisse am IP A	26
6.4	Unsicherheiten und oberer Vertrauensbereich	27
7	ZUSAMMENFASSUNG	28
8	LITERATURVERZEICHNIS	30
9	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	31
10	ANHANG	31



1 Aufgabenstellung

Die WINDTEST Grevenbroich GmbH (WINDTEST) wurde 2006-10-26 von der Windpark Gamlen GmbH & Co. KG beauftragt:

- durch Schallmessungen im Windpark Gamlen die Einhaltung der genehmigten Schallleistungspegel sowie die Einhaltung der genehmigten Teil- und Gesamtimmissionspegel bzw. Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten in der Umgebung der Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Nordex N90 mit einer Nabenhöhe von $H = 80\text{ m}$ (WEA 1) bzw. 100 m (WEA 2) zu überprüfen.

Die Erstellung des Messkonzeptes erfolgte in Absprache mit dem Auftraggeber und der zuständigen Behörde (Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Nord, Regionalstelle Gewerbeaufsicht Koblenz) während eines Ortstermins 2006-11-28 und dem nachfolgenden Schriftwechsel.

2 Grundlagen

2.1 Auftragsgrundlage

Auftragsgrundlage sind folgende Unterlagen:

- Genehmigungsbescheid AZ BG-K 0573/2003 bzw. 23/3-135-190 / 52.0-0246/04 Schi/Ha von 2004-10-06
- Schallimmissionsprognose (2. Nachtrag) der Fa. ENP von 2004-08-18

Entsprechend dem Bescheid sind von einem staatlich anerkannten Sachverständigen die Messungen durchzuführen und in einem Messbericht schriftlich festzuhalten.

WINDTEST Grevenbroich GmbH ist in Rheinland-Pfalz benannte Messstelle nach §26 BImSchG.

2.2 Verfahrensgrundlagen

Sowohl genehmigungsbedürftige als auch nicht genehmigungsbedürftige Anlagen unterliegen den Bestimmungen des BImSchG [5]. Dieses Gesetz hat das Ziel, „Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Sachen vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...] und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“. Entsprechend § 3 dieses Gesetzes sollen solche Immissionen verhindert werden, die „nach Art und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“. Um dieser Prämisse gerecht werden zu können, dienen die Technischen Anleitungen (TA) der Präzisierung und der praktischen Umsetzung der Beurteilungsverfahren. Die Messung und Beurteilung der Geräuschsituation erfolgt auf Grundlage der TA Lärm [6]. In ihr sind Angaben zu den Messverfahren wie auch zu den Auswerteverfahren in Bezug auf die Geräuschimmission enthalten. Auffälligkeiten (ton- oder impulsartiger Komponenten im Geräusch) sind nach DIN 45681 [3] bzw. DIN 45645 [4] zu ermitteln. Ist die Beurteilung der Geräuschsituation an den Immissionspunkten nur über eine Bestimmung der Schallleistungspegel und eine anschließende Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 [7] sinnvoll oder möglich, so werden in Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden für den Immissionsschutz die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen (WEA) gemäß Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [1], Revision 17, Stand 01.07.2006, bestimmt.



Diese Richtlinie stellt den Stand der Technik für die akustische Vermessung von WEA dar. Dies gewährleistet eine objektive Beurteilung, da diese Verfahren speziell auf die Problematik der Schallmessung an WEA abgestimmt sind (z. B. Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 10 m/s) und auch die subjektive Einflussnahme des Gutachters durch diese Verfahren minimiert wird.

Angegeben werden der immissionsrelevante Schalleistungspegel sowie die Ton- und Impulshaltigkeit im Nahfeld der WEA im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe (und evtl. bei 95 % der Nennleistung, sofern diese unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht wird).

Aufgrund der speziellen Problematik von Schallmessungen an WEA werden auch Schallimmissionsmessungen in Anlehnung an die Technische Richtlinie für Windenergieanlagen [1] durchgeführt, in dem Sinne, dass die allgemeinen Verfahrensanweisungen der TA Lärm im Sinne von [1] präzisiert werden, z. B. was die Klassierung der Messergebnisse nach Windklassen betrifft.

2.3 Anlagenbeschreibung

Bei den Anlagen, deren Schallimmissionen an den Immissionsorten (IP) untersucht werden sollen, handelt es sich um im Dauerbetrieb betriebene Windenergieanlagen des Typs Nordex N90.

Akustisch betrachtet setzt sich eine WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Zu nennen sind hier z. B. Komponenten wie Generator, Getriebe, Hydraulikpumpen, Transformatoren und Umrichter, welche sowohl über die Öffnungen in der Gondel und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen. Diese Geräusche können tonhaltig sein.

Aerodynamisch bedingte Geräusche, verursacht durch die Rotation der Rotorblätter, stellen die zweite wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen bzw. dem Pitchwinkel abhängig.

Die vermessenen WEA weisen die in der Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf. Detaillierte Angaben finden sich in den Herstellerbescheinigungen im Anhang.

Beide WEA sind, von der Nabenhöhe abgesehen (80 m bei WEA 1, 100 m bei WEA 2), in ihren wesentlichen Komponenten (Rotorblätter, Getriebe etc.) identisch.



Tabelle 1: Technische Daten der Windenergieanlage

Hersteller	Nordex GmbH
WEA-Typ	Nordex N90
Seriennummer	NX8326 (WEA 1)
Standort	Gamlen
Nennleistung	2300 kW
Leistungsregelung	Pitch
Nabenhöhe ü. Grund	80 m (WEA 1)
Turmbauart	zyl./kon.Stahlrohr
Anordnung Rotorblätter zum Turm	Luv
Anzahl der Rotorblätter	3
Rotordurchmesser	90 m
Blatt-Typ	LM 43.8 P
Nerndrehzahl / -bereich	14,9 / 9,6 – 16,9 rpm
Getriebe-Typ	Eickhoff CPNHZ-244
Generator-Typ	VWM DAKAA 6328-6U



Abb. 1: WEA Nordex N90 (WEA 1)

2.3.1 Beschreibung des Anlagenstandortes

Der Standort der Anlagen befindet sich nordwestlich der Ortschaft Gamlen in Rheinland-Pfalz. Die Umgebung des Standortes besteht überwiegend aus hügeligen landwirtschaftlich genutzten Flächen mit zahlreichen eingestreuten Waldstücken, Hecken und einzelnen Bäumen.

Weitere Ortschaften in der Umgebung des Windparks Gamlen sind Dungenheim (nordwestlich) und Eulgem (südwestlich).

Der maßgebliche Immissionsort, für den auch gemäß Genehmigungsbescheid die Einhaltung der festgesetzten Werte nachzuweisen ist, ist der IP A in „Gamlen, Auf dem Kälchen 10“.

2.3.2 Berücksichtigte Schallquellen

Die zu beurteilenden Geräuschimmissionen bestehen in Form der Betriebsgeräusche der 2 WEA des Auftraggebers (Zusatzbelastung).

Weiterhin liegen als Vorbelastung die Geräuschimmissionen weiterer Windenergieanlagen anderer Betreiber und Hersteller vor, welche weiter nordwestlich vom Anlagenstandort liegen.

Die Summe der Geräuschimmissionen aller Windenergieanlagen, also sowohl der beiden Anlagen des Auftraggebers als auch der weiteren Windenergieanlagen der Vorbelastung, stellen an diesem Standort die Gesamtbelastung dar.

Gemäß den Genehmigungsbescheiden und dem abgesprochenen Messkonzept sind sowohl die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen des Auftraggebers zu bestimmen, sowie die Teilbeurteilungspegel (Zusatzbelastung) und die Gesamtbelastung am IP A zu bestimmen.



Eine weitere Vorbelastung durch andere Anlagen im Sinne der TA Lärm besteht an dem zu vermessenden Immissionsort nicht.

Fremdgeräusche treten hier vorwiegend in Form von Windgeräuschen sowie von Verkehrsgereuschen der nahe gelegenen Autobahn BAB 48 (als Dauergeräusch) auf. Einzelne Störgeräusche liegen in Form von Auto- und Flugverkehr vor.

2.4 Beschreibung der Immissionsorte

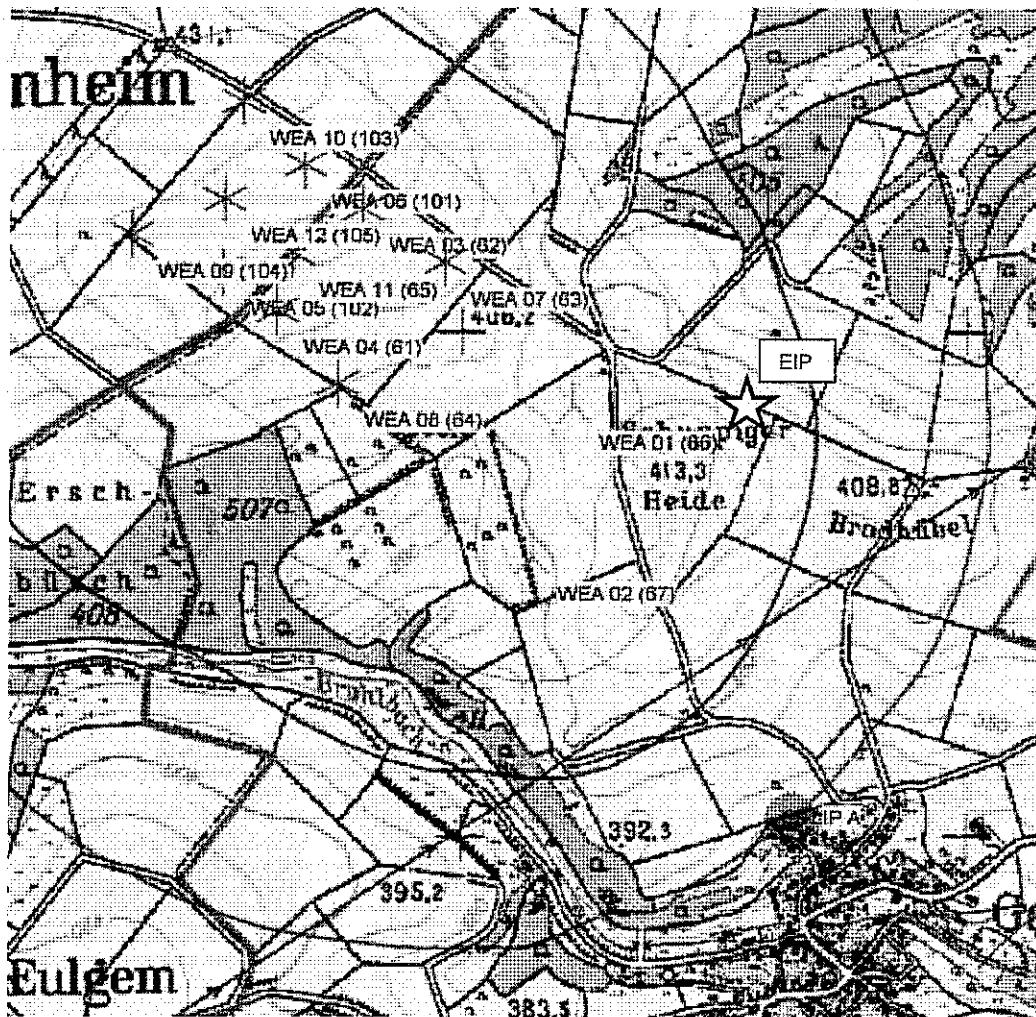


Abb. 2: WEA 1 und 2 des Auftraggebers (rote Symbole), Ersatzimmissionsort (EIP) und Immissionsort IP A. Bei dem Immissionsort IP A handelt es sich um ein Wohnhaus am Ortsrand von Gamlen mit einem Immissionsrichtwert von 40 dB bei Nacht (allgemeines Wohngebiet WA). Die Entfernung zur WEA 1 beträgt 920 m, zur WEA 2 726 m.

Reflektierende oder abschirmende Hindernisse, die berücksichtigt werden müssten, sind nicht vorhanden.

In der Umgebung des Immissionsortes findet sich Bewuchs in Form von Hecken und Gärten, so dass hier mit einem nicht unerheblichen Anteil an windinduzierten Fremdgeräuschen zu rechnen ist. Weiterhin ist hier auch bei Nacht die Geräuschbelastung durch die nahe gelegene BAB 48 deutlich wahrnehmbar. Es ist deshalb davon auszugehen, dass eine Immissionsmessung direkt



am Immissionsort nicht den notwendigen Fremdgeräuschabstand von $\Delta L \geq 3$ dB ergeben würde und somit keine aussagekräftigen Messergebnisse erzielt werden können.

2.5 Messkonzept

Das Messkonzept wurde während eines Ortstermins 2006-11-28, an dem Vertreter der zuständigen Behörde sowie Vertreter von WINDTEST Grevenbroich GmbH anwesend waren, besprochen. Gemäß dieser Besprechung wurde das Messkonzept dann von WINDTEST Grevenbroich GmbH schriftlich festgelegt (2006-12-11) und im weiteren Schriftwechsel (Stellungnahme und Erläuterungen) mit der Behörde abgestimmt.

Dem Messkonzept und den Genehmigungsbescheiden entsprechend, sind die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen festgelegt auf maximal $L_{WA} = 103,3$ dB, zzgl. Toleranzen für Messunsicherheit und Serienstreuung. Dies soll durch eine Schallemissionsmessung nachgewiesen werden, wobei es ausreichend sein soll, eine der Anlagen exemplarisch zu vermessen. Da die beiden WEA dieses Windparks gemäß Bestätigung des Herstellers in ihren wesentlichen, akustisch relevanten Bauteilen identisch sind, ist von einer sehr geringen Streuung der Schallleistungspegel zwischen den einzelnen Anlagen auszugehen, die Ergebnisse können dann auch auf die jeweils andere WEA im Windpark Gamlen übertragen werden.

Weiterhin sind gemäß Genehmigungsbescheid auch der Immissionsanteil der Windenergieanlagen durch die Zusatzbelastung bzw. die Einhaltung der Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung an dem IP A gemäß TA Lärm zu untersuchen und zu beurteilen.

Gemäß Messkonzept soll dafür eine Schallimmissionsmessung an einem Ersatzimmissionsort (EIP) durchgeführt werden, insbesondere um die in den Schallprognosen notwendigen Unsicherheiten der Ausbreitungsberechnung zu eliminieren, bzw. die Annahmen der Ausbreitungsberechnung zu verifizieren.

Der EIP sollte so gewählt werden, dass er unter Mitwindbedingungen in einer Entfernung von den Windenergieanlagen so liegt, dass hier Immissionspegel von ca. 45 dB - 50 dB zu erwarten sind. Für diesen Standort soll dann der Fremdgeräuschabstand mindestens $\Delta L \geq 3$ dB betragen.

Die Beurteilung der Immissionssituation erfolgt dann auf Grundlage der Vermessungsergebnisse in Kombination mit der Ausbreitungsberechnung.

Es werden deshalb im Folgenden die Schallemissionsmessungen und die Schallimmissionsmessung am EIP von 2007-06-27/28 sowie die Berechnung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten sowie die Unsicherheitsbetrachtungen ausführlich dargestellt.

3 Schallemissionsmessung an der WEA 1

3.1 Messaufbau

Nach subjektiver Vorprüfung am Messtag konnte festgestellt werden, dass die Schallemissionen der beiden zu beurteilenden Windenergieanlagen in Bezug auf Gesamtpegel und Auffälligkeiten sich subjektiv nicht merklich unterscheiden. Von daher bestand keine Präferenz, eine vermeintlich lautere oder auffälligere der beiden WEA für die Vermessung auszuwählen. Aufgrund der Bedingungen am Standort wurde dann für die Vermessung die WEA 1 ausgewählt. An der WEA 2 hätte die Messposition innerhalb eines fast reifen Getreidefeldes gelegen, was zu erheblichen windinduzierten Fremdgeräuschen geführt und damit die Messung erschwert hätte.



Die Anordnung der Messpunkte wurde gemäß [2] gewählt. Die Messung der Schallemissionen am Referenzpunkt wurde mit einem Mikrofon auf einer schallharten Platte mit einem Durchmesser von 1 m in einem Abstand zum Turmmittelpunkt der WEA von $R_{0, \text{gewählt}} = 151 \text{ m}$ durchgeführt. Der Referenzpunkt war in Mitwindrichtung zur WEA angeordnet (Abb. 3).

Der Schalldruckpegel (Betriebsgeräusch BG und Hintergrundgeräusch HG) wurde mit Hilfe eines Mikrofons und eines Schallpegelmessers aufgezeichnet und für nachträgliche Analysen zeitgleich mit einem DAT-Recorder aufgenommen. Der dämpfende Einfluss des sekundären Windschirms ist kleiner 0,1 dB und wird im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

Die eingespeiste Wirkleistung der WEA konnte in diesem Fall nicht mit einem Leistungsmessumformer dreiphasig (3 x Strom, 3 x Spannung) erfasst werden, da die entsprechenden Messstellen im Turmfuß nicht freigeschaltet werden konnten. Aus diesem Grunde wurde die elektrische Wirkleistung der WEA der Anlagensteuerung als Steuersignal entnommen, in ein proportionales analoges Signal umgewandelt und mit Hilfe eines Analog-Digitalwandlers auf der Festplatte eines Mess-PCs gespeichert. Damit einhergehende mögliche Unsicherheiten in der Leistungsbestimmung beeinflussen dabei nicht die Bestimmung des maximalen Schallleistungspegels und sind deshalb hier als unkritisch einzustufen.

Da die WEA Nordex N90 auf Grund der regelbaren Drehzahl und Pitchwinkel in verschiedenen Betriebsmodi gefahren werden können, ist nach [1] vorgesehen, zur eindeutigen Charakterisierung des Betriebszustandes Drehzahl und Pitchwinkel während der Messung mit aufzuzeichnen.

Drehzahl- und Pitchwinkelsignale sowie die Gondelwindgeschwindigkeit wurden, wie das Leistungssignal, über eine spezielles Modul des Herstellers als Stromsignal aus der Anlagensteuerung entnommen, digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Messrechners gespeichert.

Die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe wurden von einem Anemometer und einer Windfahne im Abstand von 60 m seitlich zur WEA erfasst, digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Mess-PCs gespeichert.

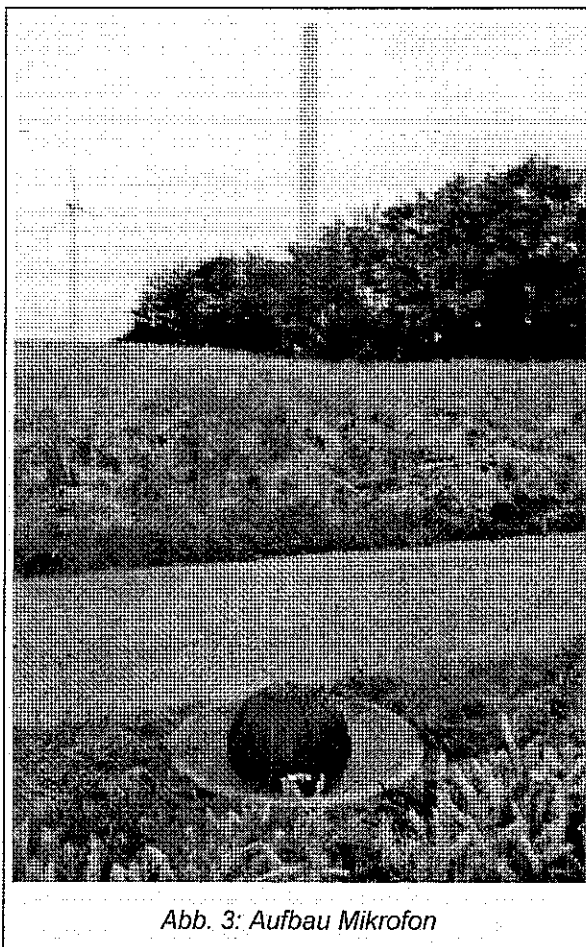


Abb. 3: Aufbau Mikrofon

Die Erfassung der meteorologischen, akustischen und elektrischen Signale wurde mit Hilfe einer Funkuhr (DCF77) synchronisiert.

Die verwendeten Messgeräte zur Erfassung aller Signale sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Um eine einwandfreie Daten- und Messsicherheit zu gewährleisten, werden alle Messgeräte in den in [2] genannten Abständen geprüft.

Die gesamte akustische Messkette wurde mit einer Prüfschallquelle vor und nach der Messung kalibriert.



Tabelle 2: Messgeräte

Gerätebezeichnung	Hersteller / Serien-Nr.	Kalibriert bis	WT-Nummer
Geräte Akustik:			
Mikrofon	Norsonic, Typ 1220, Serien-Nr. 17394	31.12.07	WTGMT 033/2
Mikrofon	Norsonic, Typ 1220, Serien-Nr. 28372	31.12.08	WTGMT 981
Schallpegelmesser	Norsonic 110, Serien-Nr. 19603	31.12.07	WTGMT 033/1
Schallpegelmesser	Norsonic 110, Serien-Nr. 13594	31.12.08	WTGMT 975
DAT Rekorder	Sony TCD-D10, Serien-Nr. 266736		WTGMT 044
DAT Rekorder	Sony TCD-D100, Serien-Nr. 515414		WTGMT 1193
Kalibrator	Norsonic, Typ 1251, Serien-Nr. 22360	25.01.08	WTGMT 046
Kalibrator	Brüel & Kjaer, Typ 4231, Serien-Nr. 2343270	06.10.07	WTGMT 735
Prim. Windschirm	Norsonic		
Sek. Windschirm	Windtest, Schulze-Brakel		WTGMT 1132
Sek. Windschirm	Delta		WTGMT 522
Geräte Meteorologie			
Messmast 11,40 m	Teksam Clark-Mast, Typ OT 12M/HP, Serien-Nr. 6K4820		WTGMT 996
Kombiniertes Anemometer / Windfahne	Friedrichs & Co., Typ 4433.2110, Serien-Nr. 9078	16.11.08	WTGMT 172
Messumformer	Schuhmann, Typ WU3.00		WTGMT 515
Thermometer/Hygrometer	Greisinger, Typ: GFTH 95, SN:		WTGMT 1279
Barometer	Greisinger, Typ GDH 12AN		WTGMT 563
Geräte Hardware + Software			
Datenlogger	IMC µ-MUSYCS, Serien-Nr. 97030380		WTGMT 004
Notebook	Asus L8400, Serien-Nr. 0BN1024266		WTGPC 163
Auswertesoftware	WTG Technik		
Auswertesoftware	IMC Famos Version 3.2 Rev. 6		

3.2 Messablauf

Die Messung wurde 2007-06-27/28 in der Zeit zwischen 22⁴⁰ Uhr und 01¹⁰ Uhr durchgeführt. Für die Messung der Schallemissionen wurde die benachbarte WEA des Auftraggebers außer Betrieb gesetzt. Die während der Messung in 10 m Höhe aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen in einem Bereich zwischen 6 m/s und 10 m/s (10 s-Mittelwerte). Die abgegebene Wirkleistung der WEA lag zwischen 800 kW und knapp 2400 kW. Während der Messungen des Betriebsgeräusches lief die WEA im Dauerbetrieb.

Während der Messung liefen die benachbarten Windenergieanlagen der Vorbelastung weiter. Diese konnten für die Vermessung nicht abgeschaltet werden. Der akustische Einfluss dieser Anlagen ist jedoch am Messpunkt so gering, dass er in der Fremdgeräuschkorrektur berücksichtigt werden kann (s. Kap. 3.3.3).

Bei der Messung wurden parallel der Schalldruckpegel, die elektrische Wirkleistung, die Generatordrehzahl und der Pitchwinkel, die Windgeschwindigkeiten auf der Gondel und in 10 m Höhe und die Windrichtung gemessen und aufgezeichnet.



Störgeräusche, die während der Messung auftraten (z. B. Autoverkehr, landwirtschaftlicher Verkehr, Flugverkehr), wurden für die Ermittlung der Schallemissionswerte (Betrieb und Hintergrund) ausgeschlossen.

3.2.1 Meteorologische Bedingungen

Die meteorologischen Bedingungen wurden während der Messzeit kontinuierlich aufgezeichnet. Es herrschten die in Tabelle 3 dargestellten meteorologischen Bedingungen.

Tabelle 3: Meteorologische Bedingungen während der Messzeit (Mittelwerte)

Bewölkung	bewölkt
Luftdruck	961 - 962 hPa
Lufttemperatur	12 - 14 °C
Luftfeuchte	80 %

3.3 Messergebnisse

3.3.1 Richtcharakteristik

Es wurde subjektiv keine ausgeprägte Richtcharakteristik für die WEA Nordex N90 festgestellt.

3.3.2 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Am Referenzpunkt sind Tonhaltigkeiten subjektiv nicht wahrnehmbar. Das Anlagengeräusch ist insgesamt als unauffällig einzustufen.

3.3.3 Schalldruckpegel und immissionsrelevanter Schallleistungspegel

Zur Analyse der charakteristischen Schallwerte bei den verschiedenen Windgeschwindigkeiten wurden die gemessenen Schalldruckwerte, Leistungswerte und Windgeschwindigkeiten des Messzeitraums nach Status unterschieden und analysiert.

Es wurde unterschieden zwischen Zeiträumen Anlagenbetrieb (Betriebsgeräusche BG, Status = 1) und Anlagenstillstand (Hintergrundgeräusche HG, Status = 0,5). Status = 0 bedeutet, dass die Geräuschdaten aufgrund von Störgeräuschen nicht für die Auswertung herangezogen werden dürfen (vgl. Anhang).

Aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Werte wurden je nach Status die Leistung, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Schalldruckpegel gefiltert. Das arithmetische Mittel der Windgeschwindigkeit und der Leistung sowie das energetische Mittel der Schalldruckpegel über jeweils 10 s waren Grundlage zur Ermittlung der Regressionen für die Schalldruckpegel Betrieb und Hintergrund.

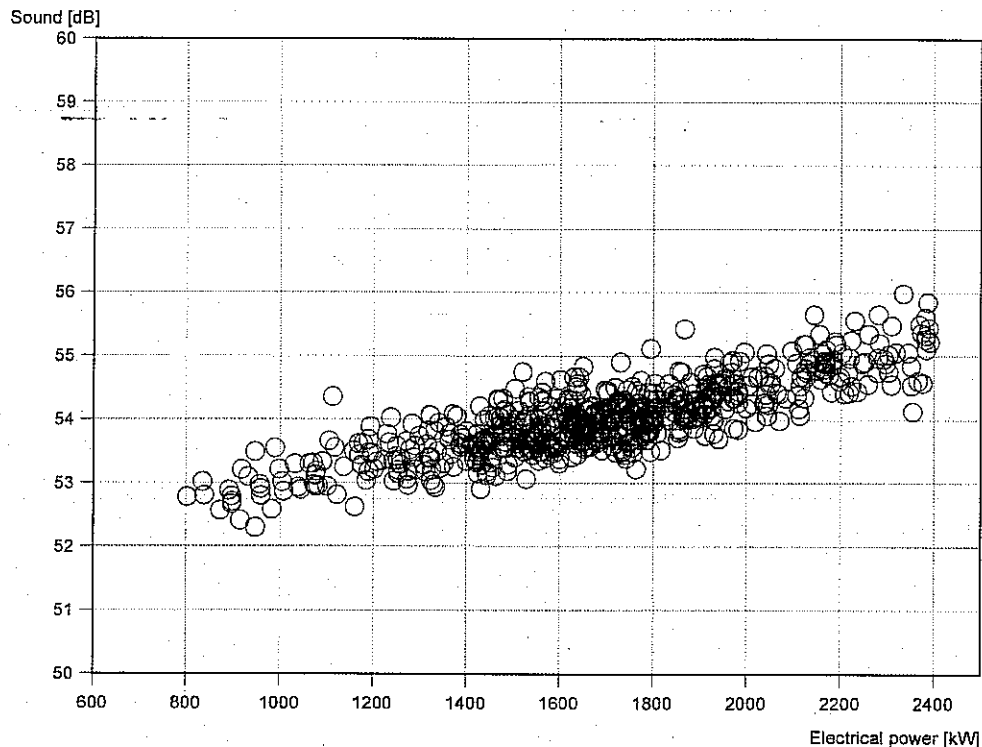


Abb. 4: Schalldruckpegel über elektrischer Leistung

Aus der gemessenen Wirkleistung wurde mit Hilfe der zu Grunde gelegten Leistungskurve (vgl. Anhang), einer meteorologischen Korrektur gemäß [2] und einem logarithmischen Ansatz für das Windgeschwindigkeitsprofil (Rauigkeitslänge $z_0=0,05$ m) auf die standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe geschlossen.

$$v_{p10} = v_H \cdot \frac{\ln 10 / z_0}{\ln H / z_0} \quad \text{mit } z_0 = 0,05 \text{ m, } H = 80 \text{ m}$$

Aus der standardisierten Windgeschwindigkeit und der im Betrieb der WEA gemessenen Windgeschwindigkeit wurde der Korrekturfaktor κ für die gemessene Hintergrundwindgeschwindigkeit bestimmt.

$$\kappa = \frac{v_{p10}}{v_{mess,10}} \quad \text{und} \quad v_{mess,10,korr} = \kappa \cdot v_{mess,10}$$

Es wurde ein Korrekturfaktor $\kappa = 0,92$ zur Korrektur der gemessenen Hintergrundwindgeschwindigkeiten bestimmt. Daraus ergaben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Regressionen. Messwerte, die bei mehr als 95 % der Nennleistung aufgenommen wurden, sind in der Abb. 5 über die gemessene κ -korrigierte Windgeschwindigkeit mit quadratischen Symbolen $\square$ dargestellt.

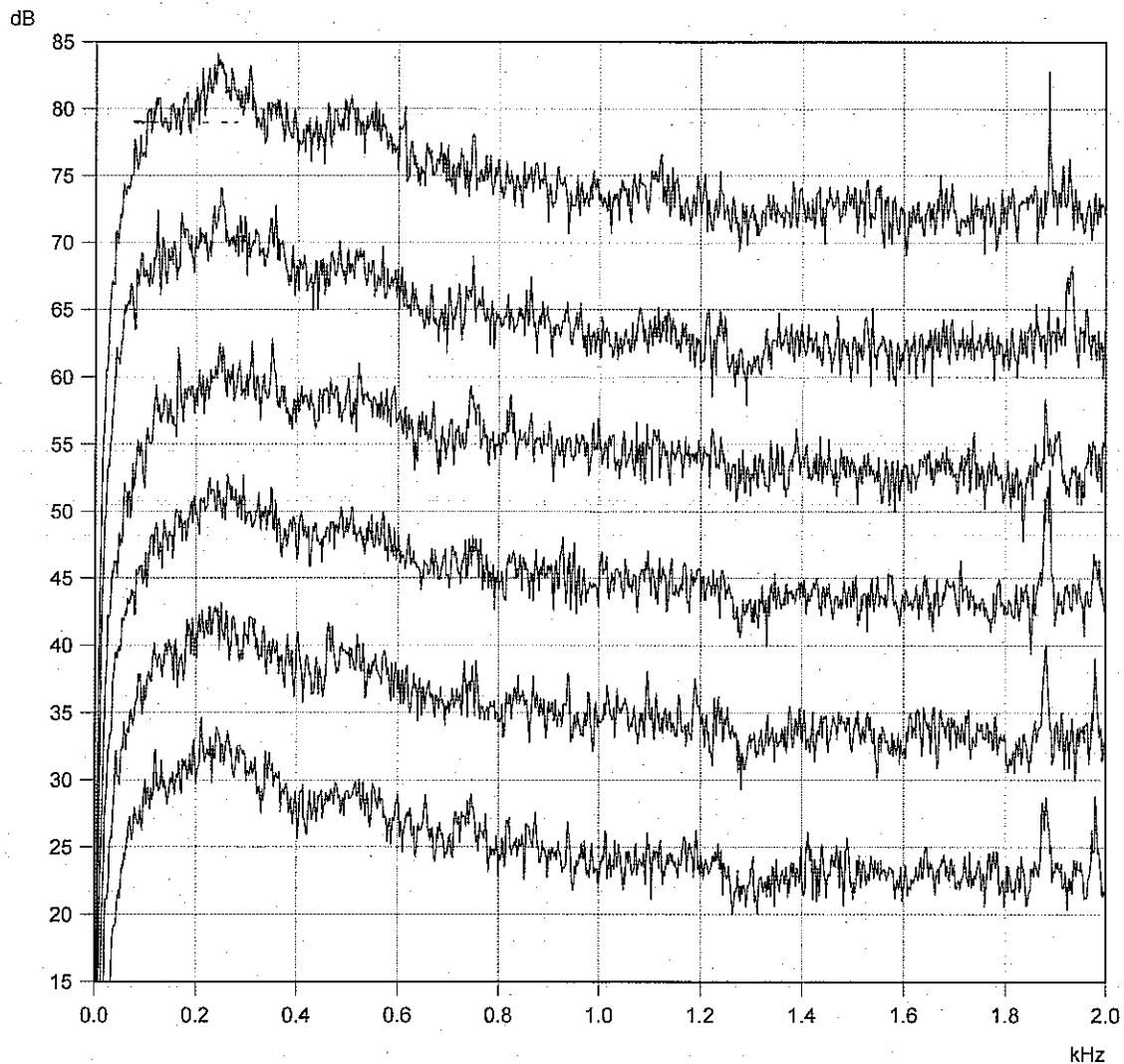
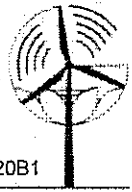


Abb. 6: Beispielspektren 9 m/s

3.3.7 Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität wurde gemäß [2] aus drei repräsentativen 10-Minuten-Zeitabschnitten der Windgeschwindigkeit und der zugehörigen Standardabweichung ermittelt.

Die Turbulenzintensität beträgt im Durchschnitt 13 %. Dieser Wert ist in 10 m Höhe gemessen und ist nicht direkt mit Werten an anderer Stelle, z. B. in Standortgutachten, zu vergleichen.

3.3.8 Betriebszustände während der Messung

In den folgenden Abbildungen wurden die Generatordrehzahl und Pitchwinkel als 10 s-Mittelwerte über der Leistung aufgetragen. Diese Messdatenverläufe charakterisieren den jeweils eingestellten Betriebsmodus der WEA und können mit Sollkurven des Herstellers verglichen werden. Der Umrechnungsfaktor zwischen Rotor- und Generatordrehzahl (Getriebeübersetzung) beträgt 1:77,84.

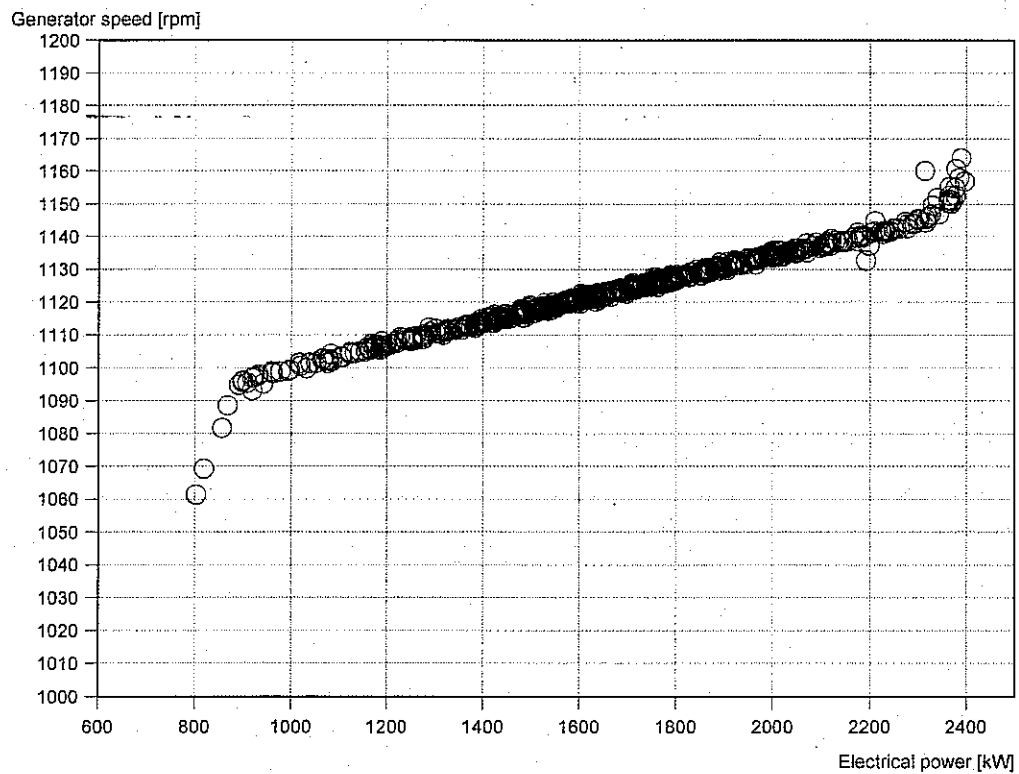


Abb. 7: Drehzahl über Leistung

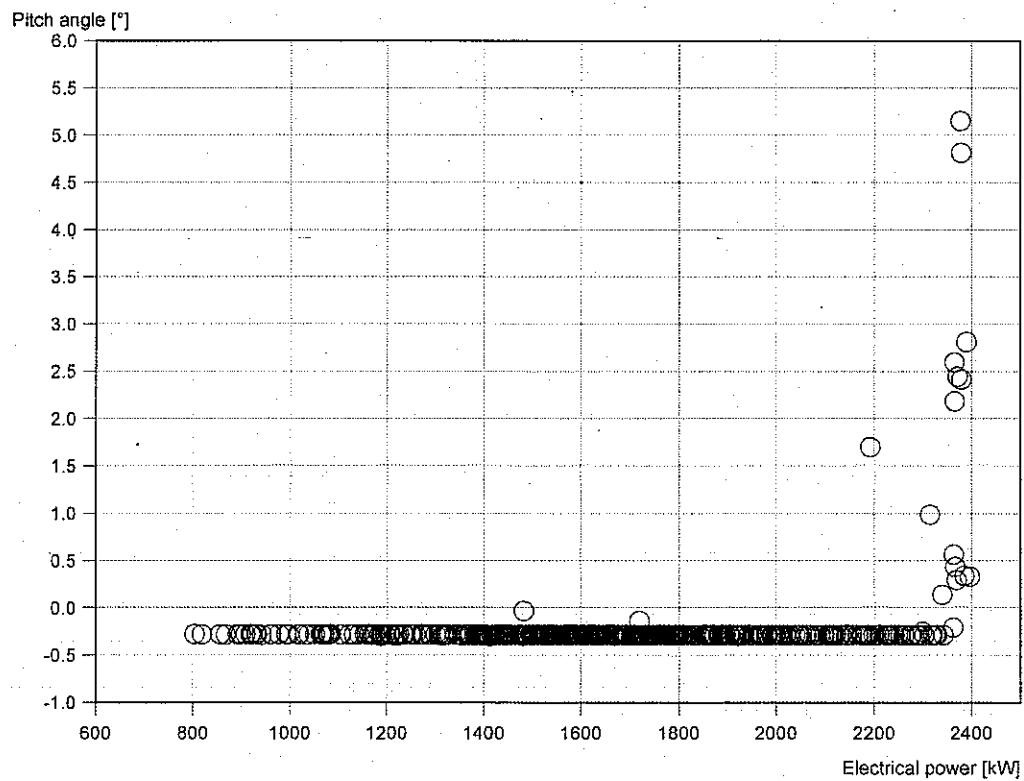


Abb. 8: Pitchwinkel über Leistung



Tabelle 4: Immissionsrelevanter Schalleistungspegel Nordex N90

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,30 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Betrieb (BG, L_{Aeq} / dB)	53,0	53,7	54,5	54,7	55,2	55,1
Hintergrund (HG, L_{Aeq} / dB)	46,4	47,1	47,6	47,7	47,8	47,8
Abstand ($\Delta L, L_{Aeq}$ / dB)	6,6	6,6	6,9	7,0	7,4	7,3
BG, korrigiert ($L_{Aeq,c}$ / dB)	52,0	52,7	53,5	53,8	54,3	54,2
Schall.-pegel (LWA / dB)	101,9	102,6	103,4	103,7	104,2	104,1
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

Aus den dargestellten Messwerten oberhalb 95 % der Nennleistung (Abb. 5) wird ersichtlich, dass für diesen Anlagentyp bei noch höheren Windgeschwindigkeiten (> 10 m/s) nicht mit einer weiteren Erhöhung der Schallemissionswerte zu rechnen ist. Ab Erreichen der Nennleistung wird die Drehzahl nicht weiter erhöht (vgl. auch Kap. 3.3.8), durch das Verstellen des Pitchwinkels zur Leistungsbegrenzung gehen dann die Schalleistungspegel tendenziell eher zurück.

3.3.4 Impulshaltigkeit

Vom Gutachter wurden keine impulsartigen Auffälligkeiten festgestellt (subjektive Beurteilung nach FGW-Richtlinie [1]). Somit wurde hier keine detaillierte Auswertung nach DIN 45645-1 [4] vorgenommen.

3.3.5 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse wie das Anfahren oder Abschalten der Anlage, Quietschen der Bremsen oder Fahren des Azimut, die den Mittelungspegel um mehr als 10 dB überschritten, wurden bei dieser Messung nicht festgestellt.

3.3.6 Tonhaltigkeitsanalyse

Die Tonhaltigkeitsauswertung ist gemäß Technischer Richtlinie [1] nach IEC 61400-11 [2] durchzuführen und nach DIN 45681 [3] mit einem Tonzuschlag K_{TN} zu bewerten.

Im vorliegenden Fall konnten jedoch weder im Nahbereich, noch in Entfernungen von mehreren hundert Metern (z. B. an den Immissionsorten) etwaige Tonhaltigkeiten subjektiv festgestellt werden. Ein möglicher, immissionsrelevanter Tonzuschlag K_T kann somit auch ohne detaillierte Tonhaltigkeitsanalyse im Nahfeld der WEA ausgeschlossen werden (s. auch Kap. 4).

Auf die detaillierte Auswertung wird deshalb hier verzichtet. Abb. 6 zeigt lediglich zur Verdeutlichung als Beispiele sechs Spektren des Betriebsgeräusches (10 s-Mittelwerte) bei 9 m/s:

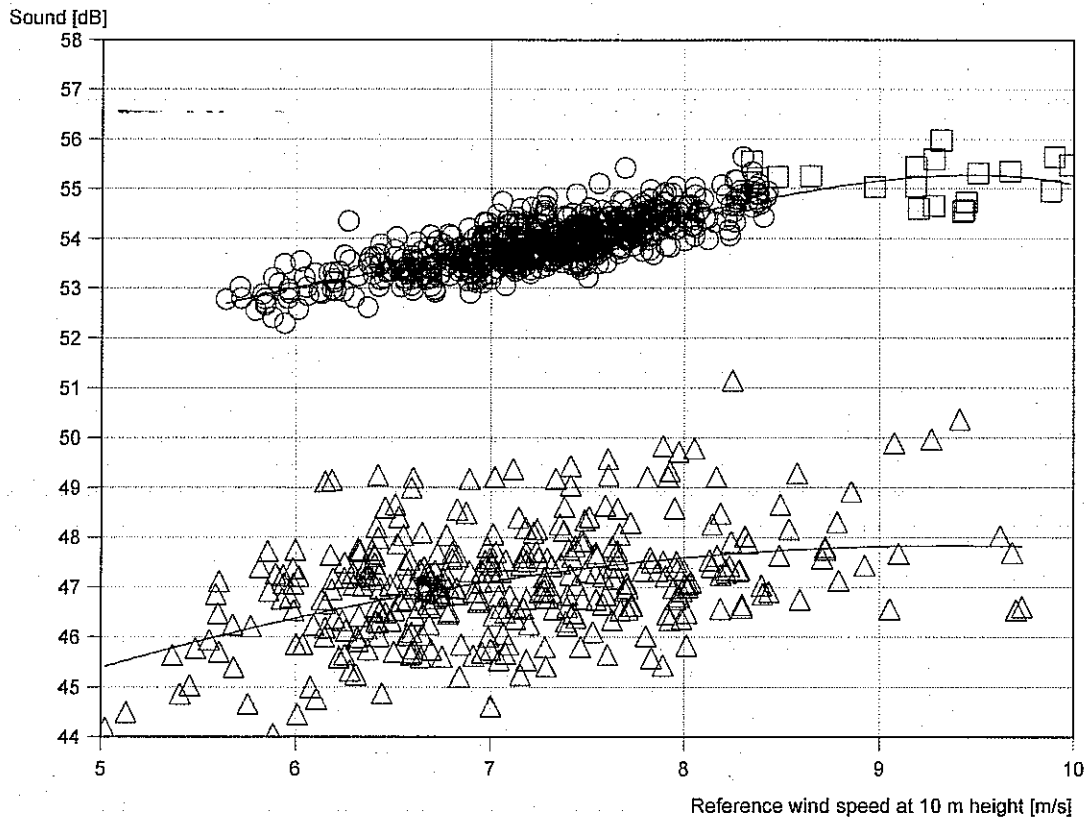


Abb. 5: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit

Regression Betrieb O: $-14,28 + 35,934 \cdot X - 7,3374 \cdot X^2 + 0,67501 \cdot X^3 - 0,023123 \cdot X^4$ [dB]

Regression Hintergrund Δ : $36,58 + 2,398 \cdot X - 0,1278 \cdot X^2$ [dB]

□ Messwerte größer 95%-Nennleistung

Zwischen den Regressionsgleichungen Schalldruckpegel Betrieb und Schalldruckpegel Hintergrund über der standardisierten Windgeschwindigkeit wurde der Störabstand bestimmt und anschließend der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ für den Betrieb der WEA berechnet.

$$L_{Aeq,c} = 10 \lg \left[10^{(0,1 \cdot L_{BG})} - 10^{(0,1 \cdot L_{HG})} \right]$$

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ wurde für die standardisierten Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe der Schalleistungspegel L_{WA} der WEA berechnet.

$$L_{WA} = L_{Aeq,c} - 6 \text{ dB} + 10 \cdot \log \left(4\pi \cdot \frac{R_i^2}{1 \text{ m}^2} \right) \quad \text{dB}$$

$$R_i = \sqrt{(R_o + N_A)^2 + (H - h_A)^2}$$

$$R_o = 151 \text{ m}, N_A = 2,62 \text{ m}, H = 80 \text{ m}, h_A = 0 \text{ m}$$

Damit ergaben sich für die WEA Nordex N90 in der vorliegenden Konfiguration die in der Tabelle 4 dargestellten immissionsrelevanten Schalleistungspegel.



3.4 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird bei Schallemissionsmessungen an WEA gemäß [2] abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B). Sie wird hier exemplarisch für die Berechnung des Schallleistungspegels bei 9 m/s (maximaler Schallleistungspegel) bestimmt.

3.4.1 Messunsicherheit Typ A

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bei der Windgeschwindigkeit von 9 m/s in 10 m Höhe bestimmt.

Die Gleichung für U_A in [2] beschreibt die Streuung der Messwerte um den Mittel- bzw. Regressionswert. Um die gesuchte Unsicherheit dieses Mittel- bzw. Regressionswertes zu erhalten, wird hier zusätzlich die Zahl der Messwerte im BIN als $1/\sqrt{N}$ berücksichtigt:

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (L_{Aeq, mess} - L_{Aeq, bin})^2}{N-2}} * \frac{1}{\sqrt{N}} = 0,17 \text{ dB}$$

3.4.2 Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten des Typs B wurden nach Tabelle 5 abgeschätzt.

Tabelle 5: Messunsicherheiten Typ B

	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler	$U_a = a/\sqrt{3}$
Akustischer Kalibrator U_{B1}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallpegelmesser U_{B2}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallharte Platte U_{B3}	$\pm 0,5 \text{ dB}$	0,29 dB	
Messabstand U_{B4}	$\pm 0,1 \text{ dB}$	0,06 dB	
Luftimpedanz U_{B5}	$\pm 0,2 \text{ dB}$	0,12 dB	
Turbulenz U_{B6}	$\pm 0,7 \text{ dB}$	0,40 dB	
Windgeschwindigkeit U_{B7}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Hintergrund U_{B8}	$\pm 0,9 \text{ dB}$	0,51 dB	

3.4.3 Abschätzung der Messunsicherheit U_C

Aus der berechneten Messunsicherheit des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typ B ergibt sich nach [2] die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_C :

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2} = 0,8 \text{ dB}$$

Die hier für ein BIN exemplarisch ermittelte Unsicherheit spiegelt auch in etwa die Genauigkeit der Messwerte in den anderen Windgeschwindigkeitsbereichen wieder.



3.5 Beurteilung der Ergebnisse

Gemäß Genehmigungsbescheid ist ein Schallleistungspegel von max. $L_{WA} = 103,3$ dB zzgl. eines Toleranzbereiches für die Messunsicherheit und die Serienstreuung nicht zu überschreiten. Gemäß vorliegender Schallprognose wurden für die WEA Nordex N90 eine Messunsicherheit von $\sigma_R = 0,5$ dB und eine Serienstreuung von $\sigma_P = 1,22$ dB berücksichtigt, was einen Gesamtbeitrag für Messunsicherheit und Serienstreuung von $\sigma_{R,P} = 1,3$ dB ergibt. Somit sind gemäß Prognose Schallleistungspegel bis zu $L_{WA} = 104,6$ dB zulässig. Der Messwert von maximal $L_{WA} = 104,2$ dB bei einer Windgeschwindigkeit von 9 m/s (in 10 m Höhe) ist somit innerhalb des zulässigen Bereiches und die Nebenbestimmung des Genehmigungsbescheides wird eingehalten.

4 Auffälligkeitsprüfungen

Am Tag der Messungen wurden vom Gutachter subjektive Auffälligkeitsprüfungen vorgenommen.

Dabei wurden zunächst die Betriebsgeräusche beider Windenergieanlagen des Windparks Gamlen im jeweiligen Nahbereich der Anlagen verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass die Betriebsgeräusche der beiden WEA sehr ähnlich klangen, sowohl was den Gesamtpegel betrifft, als auch die Geräuschcharakteristik (Klangbild, keine Ton- oder Impulshaltigkeiten). Aus dieser Überprüfung lässt sich schließen, dass die an der WEA 1 exemplarisch ermittelten Schallleistungspegel auf die WEA 2 übertragen werden können.

Weiterhin wurden die Geräuschimmissionen sowohl der allein laufenden WEA 1 wie auch bei laufenden WEA 1 und WEA 2 bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten in größerer Entfernung überprüft, sowohl in Mitwindrichtung in mehreren hundert Metern Entfernung, wie auch in anderen Windrichtungen und am Immissionsort IP A. Dabei konnten die Betriebsgeräusche der Windenergieanlagen wahrgenommen werden, es wurden aber keinerlei Auffälligkeiten festgestellt, wie Tonhaltigkeiten oder Impulshaltigkeiten. Daraus ergibt sich, dass bei der Berechnung der Beurteilungspegel für die Immissionsorte keinerlei Zuschläge für Ton- oder Impulshaltigkeiten vergeben werden müssen.

5 Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort

5.1 Messaufbau

Der Ersatzimmissionsort (EIP) wurde so gewählt, dass er in Mitwindrichtung zu den beiden zu beurteilenden Windenergieanlagen lag. Die Entfernung wurde mit 303 m zur WEA 1 und 502 m zur WEA 2 so gewählt, dass die zu erwartenden Immissionspegel im Bereich 45 dB - 50 dB liegen würden. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass in der direkten Umgebung des Mikrofons möglichst wenig windinduzierte Fremdgeräusche entstehen. Als Messstandort wurde somit ein Feldweg westlich der WEA 2 gewählt (vgl. Abb. 2).

Das Mikrophon wurde auf eine Stativ in 4 m Höhe in Richtung Windenergieanlagen ausgerichtet. Zur Vermeidung der Entstehung von Wind-Abrissgeräuschen direkt am Mikrophon wurde ein sekundärer Windschirm (Fell) verwendet, dessen Dämpfungswerte in Kap. 5.3.2 berücksichtigt werden.



Der Schalldruckpegel (Betriebsgeräusch BG und Hintergrundgeräusch HG) wurde mit Hilfe eines Mikrofons und eines Schallpegelmessers aufgezeichnet und für nachträgliche Analysen zeitgleich mit einem DAT-Recorder aufgenommen.

Im Übrigen sind Messaufbau und -vorgehensweise identisch mit der Schallemissionsmessung (Kap. 3).

5.2 Messablauf

Die Messung wurde 2007-06-27/28 in der Zeit zwischen 23⁰⁰ Uhr und 03⁰⁰ Uhr durchgeführt. Dabei war bis 01:10 nur die WEA 1 in Betrieb (die Messung wurde also bereits zeitgleich mit der Schallemissionsmessung begonnen), ab 01:10 waren beide Windenergieanlagen in Betrieb. Beide Zeiträume wurde getrennt ausgewertet. Die während der Messung in 10 m Höhe aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen in einem Bereich zwischen 5 m/s und 8,5 m/s (10 s-Mittelwerte). Die abgegebene Wirkleistung der WEA lag zwischen 400 kW und knapp 2400 kW. Während der Messungen des Betriebsgeräusches liefen die WEA im Dauerbetrieb.

Während der Messung liefen die benachbarten Windenergieanlagen der Vorbelastung weiter. Diese konnten für die Vermessung nicht abgeschaltet werden. Der akustische Einfluss dieser Anlagen ist jedoch am Messpunkt so gering, dass er in der Fremdgeräuschkorrektur berücksichtigt werden kann (s. Kap. 3.3.3). Auf diese Weise wird durch die Messung die alleinige Zusatzbelastung durch die beiden zu beurteilenden Anlagen messtechnisch erfasst.

5.3 Messergebnisse

5.3.1 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Am Messpunkt sind Tonhaltigkeiten subjektiv nicht wahrnehmbar. Das Anlagengeräusch ist insgesamt als unauffällig einzustufen (vgl. auch Kap. 4).

5.3.2 Schalldruck- und Beurteilungspegel

Zur Analyse der charakteristischen Schallwerte bei den verschiedenen Windgeschwindigkeiten wurden die gemessenen Schalldruckwerte, Leistungswerte und Windgeschwindigkeiten des Messzeitraums nach Status unterschieden und analysiert.

Die Auswertungen erfolgten ansonsten nach demselben Verfahren wie bei der Schallemissionsmessung und führen zu folgenden Messergebnissen für die Beurteilungspegel am Ersatzimmissionsort:

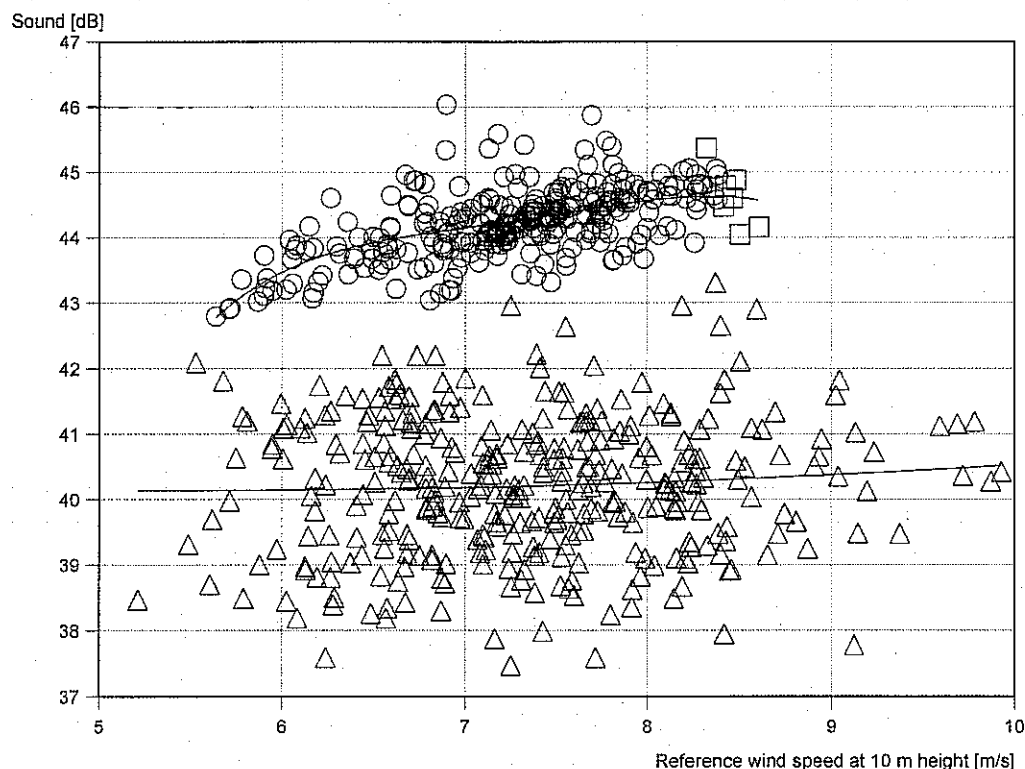


Abb. 9: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit, nur WEA 1 in Betrieb
 Regression Betrieb O: $-317,41 + 197,742 \cdot X - 40,6455 \cdot X^2 + 3,71479 \cdot X^3 - 0,127104 \cdot X^4$ [dB]
 Regression Hintergrund Δ : $40,71 - 0,209 \cdot X + 0,0190 \cdot X^2$ [dB]
 □ Messwerte größer 95%-Nennleistung

Für diese Messung muss die Dämpfung des sekundären Windschirms berücksichtigt werden, diese beträgt (auf ein typisches Terzspektrum angewendet) im Summenpegel 1,2 dB.

Weitere Zuschläge für Ton- oder Impulshaltigkeiten, Ruhezeiten oder Reflexionen sind hier nicht zu vergeben.

Damit ergeben sich für den Betrieb der WEA 1 am Ersatzimmissionsort die in der Tabelle 6 dargestellten Beurteilungspegel:

Tabelle 6: Beurteilungspegel am Ersatzimmissionsort, Betrieb WEA 1

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,30 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Betrieb (BG, L_{Aeq} / dB)	43,5	44,2	44,6	44,6	--- ²⁾	--- ²⁾
Hintergrund (HG, L_{Aeq} / dB)	40,1	40,2	40,3	40,3	40,4	40,5
Abstand (ΔL , L_{Aeq} / dB)	3,3	4,0	4,3	4,3	--- ²⁾	--- ²⁾
BG, korrigiert ($L_{Aeq,c}$ / dB)	40,8	41,9	42,6	42,6	--- ²⁾	--- ²⁾
Korrektur sek. WS (K_S / dB)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Beurt.-Pegel (L_r / dB)	42,0	43,1	43,8	43,8	--- ²⁾	--- ²⁾
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

2) keine bzw. nicht genügend Messwerte vorhanden



Auf dieselbe Weise ergeben sich für die Messperiode, während der sowohl die WEA 1 als auch die WEA 2 in Betrieb waren, folgende Ergebnisse:

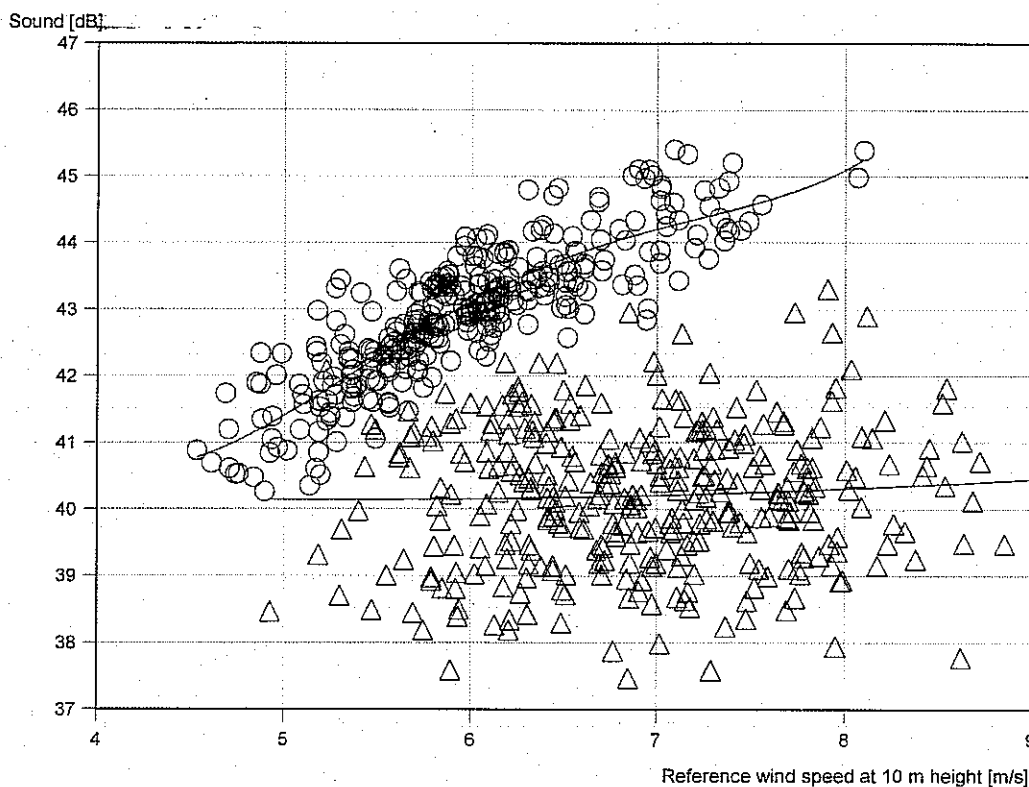


Abb. 10: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit, WEA 1 und WEA 2 in Betrieb

Regression Betrieb O: $153,31 - 79,080 \cdot X + 20,0254 \cdot X^2 - 2,16753 \cdot X^3 + 0,086078 \cdot X^4$ [dB]

Regression Hintergrund Δ : $40,71 - 0,221 \cdot X + 0,0213 \cdot X^2$ [dB]

□ Messwerte größer 95%-Nennleistung

Damit ergeben sich für den Betrieb beider WEA am Ersatzimmissionsort die in der Tabelle 7 dargestellten Beurteilungspegel:

Tabelle 7: Beurteilungspegel am Ersatzimmissionsort, Betrieb WEA 1

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,30 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Betrieb (BG, L_{Aeq} / dB)	43,1	44,2	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾
Hintergrund (HG, L_{Aeq} / dB)	40,2	40,2	40,3	40,4	40,5	40,6
Abstand (ΔL , L_{Aeq} / dB)	2,9	4,0	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾
BG, korrigiert ($L_{Aeq,c}$ / dB)	40,1	42,0	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾
Korrektur sek. WS (K_s / dB)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Beurt.-Pegel (L_r / dB)	41,3	43,2	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾	--- ²⁾
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

2) keine bzw. nicht genügend Messwerte vorhanden



5.3.3 Tonhaltigkeit

Entsprechend der Tonhaltigkeitsauswertung bei der Schallemissionsmessung wurden Spektren für die Betriebsgeräusche der beiden WEA während der Messung bestimmt. Es sind keinerlei nennenswerte Auffälligkeiten bzgl. Tonhaltigkeit in den Spektren zu erkennen, auf die detaillierte Tonhaltigkeitsauswertung nach DIN 45 681 [3] wurde deshalb hier verzichtet. Es ist kein Tonhaltigkeitszuschlag zu vergeben.

Zur Verdeutlichung werden als Beispiele sechs Spektren der Schallimmissionsmessung bei 8 m/s gezeigt:

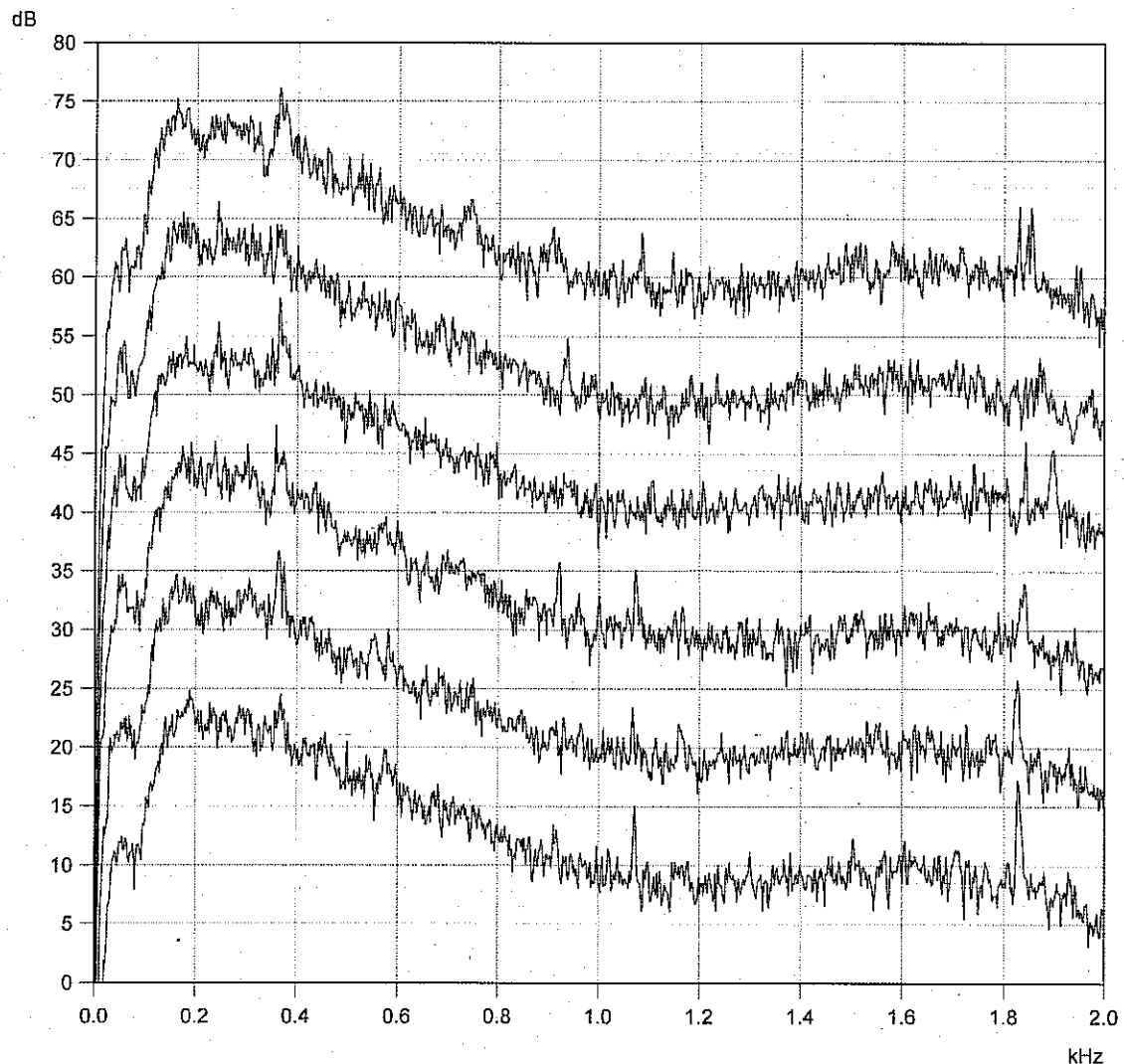


Abb. 11: Beispielspektren bei 8 m/s



5.4 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird hier in Anlehnung an das Verfahren bei der Schallemissionsmessung gemäß Kap. 3.4 abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B). Sie wird hier exemplarisch für die Berechnung der Immissionspegel bei 8 m/s aus der Messung bei Betrieb der WEA 1 bestimmt.

5.4.1 Messunsicherheit Typ A

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bei der Windgeschwindigkeit von 8 m/s in 10 m Höhe bestimmt.

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (L_{Aeq, mess} - L_{Aeq, bin})^2}{N-2}} * \frac{1}{\sqrt{N}} = 0,04 \text{ dB}$$

5.4.2 Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten des Typs B wurden nach Tabelle 8 abgeschätzt.

Tabelle 8: Messunsicherheiten Typ B

	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler	$U_a = a/\sqrt{3}$
Akustischer Kalibrator U_{B1}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallpegelmesser U_{B2}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallharte Platte U_{B3}	$\pm 0,0 \text{ dB}$	0,00 dB	
Messabstand U_{B4}	$\pm 0,1 \text{ dB}$	0,06 dB	
Luftimpedanz U_{B5}	$\pm 0,2 \text{ dB}$	0,12 dB	
Turbulenz U_{B6}	$\pm 0,7 \text{ dB}$	0,40 dB	
Windgeschwindigkeit U_{B7}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Hintergrund U_{B8}	$\pm 2,0 \text{ dB}$	1,16 dB	

5.4.3 Abschätzung der Messunsicherheit U_C

Aus der berechneten Messunsicherheit des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typ B ergibt sich nach [2] die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_C :

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2} = 1,3 \text{ dB}$$

Die hier für ein BIN exemplarisch ermittelte Unsicherheit spiegelt auch in etwa die Genauigkeit der Messwerte in den anderen Windgeschwindigkeitsbereichen wieder.



6 Berechnung der Beurteilungspegel

6.1 Berechnungsgrundlagen

Die Teil- und Gesamtbeurteilungspegel am Immissionsort IP A werden gemäß TA Lärm, A.3.1 bzw. A.3.4 bestimmt.

Dazu dienen die gemessenen und in Kap. 3 dargestellten Schallleistungspegel der WEA 1 als Schallquellen, deren Schallimmissionen durch Ausbreitungsberechnungen gemäß ISO 9613-2 [7] berechnet werden.

Weiterhin werden die Messergebnisse der Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort derart verwendet, dass sich aus dem Vergleich der Messergebnisse mit den für diesen Ersatzimmissionsort prognostizierten Pegeln Aussagen über die Schallausbreitung am Standort treffen lassen.

Grundlagen der Ausbreitungsberechnung sind die vorliegende Schallprognose (s. Kap. 2.1) für diesen Standort. Die Berechnungen werden mit gleicher Datengrundlage übernommen (Koordinaten der Schallquellen und Immissionsorte etc.), lediglich die Schallleistungspegel der Schallquellen werden entsprechend den Messergebnissen angepasst.

Da im vorliegenden Fall keinerlei Zuschläge (Ton- oder Impulshaltigkeit, Ruhezeiten etc.) zu berücksichtigen sind, ergeben sich die Beurteilungspegel direkt aus den Immissionspegeln, die sich aus der Ausbreitungsberechnung ergeben.

Die notwendigen Unsicherheiten (Oberer Vertrauensbereich OVB) werden in Kap. 6.4 explizit ausgewiesen und entsprechend bei dem Vergleich der Immissionspegel mit den Immissionsrichtwerten berücksichtigt.

6.2 Berechnungsergebnisse am EIP

Auf Grundlage der vorliegenden Schallprognosen ergeben sich mit gemäß den Messergebnissen abgeänderten Schallleistungspegeln Immissionspegel, die mit den gemessenen Immissionspegeln verglichen werden können:

Tabelle 9: Vergleich zwischen Immissionspegeln aus Ausbreitungsberechnung und Messung

Windgeschwindigkeit	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Schallleistungspegel L_{WA} [dB]	101,9	102,6	103,4	104,2	104,1
nur WEA 1 in Betrieb					
Prognose [dB]	43,1	43,8	44,6	45,4	45,3
Messwert [dB]	42,0	43,1	43,8	--- ¹⁾	--- ¹⁾
Differenz Messwert - Prognose [dB]	-1,1	-0,7	-0,8	--- ¹⁾	--- ¹⁾
WEA 1 + 2 in Betrieb					
Prognose [dB]	44,1	44,8	45,6	46,4	46,3
Messwert [dB]	41,3	43,2	--- ¹⁾	--- ¹⁾	--- ¹⁾
Differenz Messwert - Prognose [dB]	-1,8	-1,6	--- ¹⁾	--- ¹⁾	--- ¹⁾

1) keine oder nicht genügend Messwerte vorhanden



Der Vergleich zeigt, dass die gemessenen Schallimmissionspegel am Ersatzimmissionsort im Mittel um 1,2 dB unterhalb der Immissionspegel liegen, welche sich aus der Ausbreitungsberechnung ergeben. Die Ausbreitungsberechnung gemäß DIN ISO 9613-2 [7] überschätzt also am Standort Gamlen die Schallimmissionen systematisch, die prognostizierten Werte können dementsprechend nach unten korrigiert werden. Dies ist insofern plausibel, als dass die Prognose nach DIN ISO 9613-2 im alternativen Verfahren an mehreren Stellen „worst case“-Abschätzungen vornimmt.

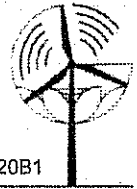
6.3 Berechnungsergebnisse am IP A

Damit ergeben sich für den IP A (Auf dem Kälchen 10, Gamlen) die Teil- und Gesamtbeurteilungspegel, wobei in allen Betrachtungen auf den jeweils maximal zu erwartenden Pegel abgestellt wird, der bei einem Schallleistungspegel von $L_{WA, 9 m/s} = 104,2$ dB erreicht wird. Weiterhin werden für die Zusatzbelastung der obere Vertrauensbereich (OVb) aus Kap. 6.4 und für die Vorbelastung die oberen Vertrauensbereiche aus der vorliegenden Schallprognose verwendet. In der folgenden Tabelle werden diese Ergebnisse mit den genehmigten Werten verglichen und außerdem noch den Werten gegenübergestellt, die gemäß der ursprünglich vorliegenden Schallprognose Grundlage der Baugenehmigung waren:

Tabelle 10: Beurteilungspegel am Immissionsort IP A

Immissionsort IP A	aktuelle Messwerte in Verbindung mit Ausbreitungsberechnung	Ergebnisse der ursprünglichen Schallprognose
Teilpegel L_r WEA 1 und 2 [dB]	35,0	35,3
Teilpegel L_r WEA 1 und 2 inkl. OVb [dB]	37,2	37,9
genehmigter Wert L_r [dB]	38,0	38,0
eingehalten	ja	ja
Vorbelastung L_r Fremdanlagen inkl. OVb [dB]	35,3	35,3
Gesamtbelastung L_r WEA 1 und 2 und Fremdanlagen inkl. OVb [dB]	39,4	39,8
genehmigter Wert L_r [dB]	40	40
eingehalten	ja	ja

Die gemäß der vorliegenden Genehmigung einzuhaltenden Teilpegel bzw. Immissionsrichtwerte werden, auch unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereiches, eingehalten. Die gemessenen Werte liegen noch jeweils etwas niedriger als die Werte der Schallprognose.



6.4 Unsicherheiten und oberer Vertrauensbereich

Der obere Vertrauensbereich (OVB) für die Zusatzbelastung wird hier wie folgt definiert:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{\text{Progn}}^2}$$

mit:

- σ_{ges} : Gesamtstandardabweichung,
- σ_R : Standardabweichung der Messergebnisse,
- σ_P : Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung,
- σ_{Ausbreit} : Standardabweichung des Ausbreitungsberechnungsverfahrens.

Standardabweichung der Messergebnisse σ_R : Die Messunsicherheiten betreffen hier Beiträge aus der Schallemissionsmessung (0,8 dB gemäß Kap. 3.4) und aus der Schallimmissionsmessung (1,3 dB gemäß Kap. 5.4). Damit ergibt sich hier eine kombinierte Messunsicherheit von $\sigma_R = 1,5$ dB.

Die Produktionsstandardabweichung σ_P kennzeichnet die Streuung der Messwerte, die bei Wiederholungsmessungen an Maschinen gleicher Bauart aufgrund der innerhalb der Serie zulässigen Fertigungstoleranzen auftritt. Da in diesem Fall die tatsächlichen Schallemissionen beider Windenergieanlagen in den Vermessungen berücksichtigt wurden, ist hier eine weitere Berücksichtigung der Produktionsstandardabweichung nicht notwendig, somit ergibt sich hier $\sigma_P = 0,0$ dB.

Die Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung ist ebenfalls durch den Vergleich zwischen den berechneten und den am Ersatzimmissionsort gemessenen Werten weitgehend eliminiert. Es verbleibt lediglich ein geringer Anteil der Unsicherheit, der die Übertragbarkeit der berechneten Pegel vom Ersatzimmissionsort zum tatsächlichen Immissionsort IP A betrifft. Dieser wird hier mit $\sigma_{\text{Ausbreit}} = 0,8$ dB abgeschätzt.

Durch Einsetzen in die obige Formel ergibt sich eine Gesamtstandardabweichung von

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{\text{Progn}}^2} = \sqrt{1,5^2 + 0,0^2 + 0,8^2} = 1,7 \text{ dB.}$$

Der obere Vertrauensbereich OVB wird bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 % aus folgender Formel bestimmt:

$$\text{OVB} = 1,28 \sigma_{\text{ges}} = 2,2 \text{ dB.}$$



7 Zusammenfassung

Im Auftrag der Windpark Gamlen GmbH & Co. KG wurden von der Firma WINDTEST Grevenbroich GmbH die Schallimmissionen an Immissionsorten in der Umgebung der zwei WEA Nordex N90 (Windpark Gamlen) nach TA Lärm untersucht. Dabei wurde hier aufgrund der Umgebungsbedingungen eine Bestimmung des Schalleistungspegels einer der Windenergieanlagen (nach Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen der FGW [1]) mit einer Schallimmissionsmessung an einem Ersatzimmissionsort und einer Ausbreitungsberechnung (nach DIN ISO 9613-2 [7]) verknüpft. Grundlage für den Messaufbau ist dabei die IEC 61400-11 [2].

Die Messungen wurden 2007-06-27/28 im Windpark Gamlen durchgeführt.

Weiterhin wurden Auffälligkeitsprüfungen im Umfeld des Windparks durchgeführt.

Eine ausgeprägte Richtungscharakteristik des Anlagengeräusches ist bei diesen Windenergieanlagen nicht festgestellt worden. Einzelereignisse, die den Mittelungspegel im Betrieb der WEA um mehr als 10 dB überschreiten, traten nicht auf.

Die Tonhaltigkeitsanalyse ergab keinerlei Tonhaltigkeiten oder Impulshaltigkeiten, weder im Nahbereich noch in immissionsrelevanten Entfernungen.

Insgesamt ist das Anlagengeräusch in allen Entfernungen als unauffällig einzustufen. Es sind keinerlei Zuschläge (z. B. für Tonhaltigkeit) zu vergeben.

Nach Auswertung der gemessenen Werte in den einzelnen Windgeschwindigkeitsbereichen ergeben sich für die Nordex N90 im offenen Betriebszustand die in Tabelle 11 aufgeführten Pegel.

Tabelle 11: Messergebnisse für die Schallemissionsmessung an der WEA Nordex N90

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,3 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Schall.-pegel (LWA / dB)	101,9	102,6	103,4	103,7	104,2	104,1
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

Es wurde ein Schalleistungspegel von maximal $L_{WA} = 104,2$ dB bei 9 m/s (in 10 m Höhe) festgestellt. Damit ist die Nebenbestimmung des Genehmigungsbescheides erfüllt, nach dem ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 103,3$ dB zzgl. eines Toleranzbereiches für Messunsicherheit und Serienstreuung (dieser beträgt hier 1,3 dB) einzuhalten ist.

Die dargestellten Werte können als repräsentativ für beide Windenergieanlagen des Windparks Gamlen betrachtet werden.

Die Ausbreitungsberechnungen wurden auf Grundlage der vorliegende Schallprognose durchgeführt, welche auch Grundlage der Baugenehmigungen war.

Die Schallimmissionsmessung wurde an einem Ersatzimmissionsort in der Nähe der beiden zu beurteilenden Windenergieanlagen durchgeführt. Die Entfernungen wurden so gewählt, dass ein hinreichend großer Fremdgeräuschabstand von mindestens $\Delta L \geq 3$ dB erreicht werden konnte. Die Ergebnisse der Schallimmissionsmessung zeigen, dass die tatsächlichen Immissionspegel an diesem Standort im Mittel 1,2 dB niedriger liegen, als gemäß Ausbreitungsberechnung (welche mit vielen „worst case“-Annahmen arbeitet) zu erwarten wäre. Dies wurde bei der Berechnung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten berücksichtigt.

Unter Einbeziehung der Messergebnisse von Schallemissionsmessung, Schallimmissionsmessung und der Ausbreitungsberechnung ergeben sich für den Immissionsort IP A „Auf dem Kälchen 10“ in Gamlen folgende Beurteilungspegel:



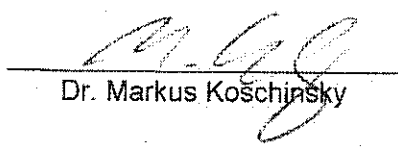
Tabelle 12: Beurteilungspegel am Immissionsort IP A

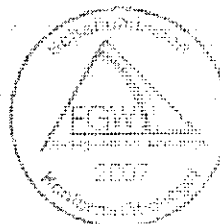
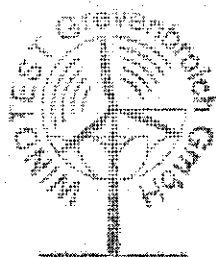
Immissionsort IP A	Beurteilungspegel
Teilpegel L_r WEA 1 inkl. OVB	37,2 dB
genehmigter Wert L_r	38,0 dB
eingehalten	ja
Vorbelastung L_r Fremdanlagen inkl. OVB	35,3 dB
Gesamtbelastung L_r WEA 1 und 2 und Fremd- anlagen inkl. OVB	39,4 dB
genehmigter Wert L_r	40 dB
eingehalten	ja

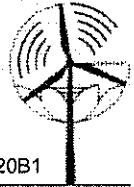
Die gemäß der vorliegenden Genehmigung einzuhaltenden Teilpegel bzw. Immissionsrichtwerte werden, auch unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereiches (OVB), eingehalten.

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

Grevenbroich, 2007-08-01


Dr. Markus Koschinsky





8 Literaturverzeichnis

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 17, Stand 01.07.2006 Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
- [2] IEC 61400-11,
Wind turbine generator systems-
Part 11: Acoustic noise measurement techniques
Second edition, Dezember 2002
- [2a] IEC 61400-11:2002, Amendment 1: Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques, Juni 2006
- [3] DIN 45681
Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen
März 2005
- [4] DIN 45645, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Juli 1996.
- [5] BImSchG, Bundesimmissionsschutzgesetz, September 2002
- [6] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26.8.98 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm, August 1998
- [7] DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [8] WindPRO Version 2.3.0.120, Oktober. 2002: Energi-og Miljødata, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg
- [9] Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen, Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissionsschutzbehörden und Messinstitute, herausgegeben vom LAI, März 2005



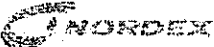
9 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

ΔL	- Pegeldifferenz	dB
BG	- Betriebsgeräusch	-
D	- Rotordurchmesser	m
H	- Höhe Rotormittelpunkt (Nabenhöhe)	m
h_A	- Aufpunkthöhe (bei Messungen gleich der Mikrofonhöhe)	m
HG	- Hintergrundgeräusch	-
K	- Korrekturfaktor	-
K_{TN}	- Tonzuschlag im Nahfeld nach DIN 45681	dB
L_{Aeq}	- äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{Aeq,c}$	- hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,mess}$	- gemessene Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,reg}$	- aus Regression berechnete Schalldruckpegel	dB
L_r	- Beurteilungspegel	dB
L_{WA}	- A-bewerteter Schallleistungspegel	dB
N	- Anzahl Werte	-
N_A	- Nabenabstand Rotormittelpunkt - Turmmitte	m
P	- abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
R_0	- Messradius (= projizierter Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt)	m
R_i	- Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt (Hüllflächenradius)	m
U_a, U_b, U_c	- Messunsicherheiten	dB
v_H	- Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve in Nabenhöhe	m/s
$v_{mess,10}$	- gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{mess,10,korr}$	- korrigierte gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
v_{p10}	- standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
wg	- Windgeschwindigkeit	m/s
z_0	- Rauigkeitslänge	m

10 Anhang

Anhang 1	Herstellerbescheinigung
Anhang 2	Verwendete Leistungskurve
Anhang 3	Messdaten



	Herstellerbescheinigung / Manufacturer's certificate Nordex N90	Dok.-Nr.: K0818_010041_IN Revision: 0 AST: 2878 Datum: 31.07.2007
---	---	--

Herstellerbescheinigung zu den
spezifischen Daten des AnlagentypsManufacturer's certificate on specific
data of the type of installation

1. Allgemeines		General
Hersteller	Nordex Energy GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	N90	type name
Seriennummer	8326	serial number
Standort	WP Gamlen	location of wind turbine
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal/vertical)
Nennleistung	2300 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Grund	80 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	ca. 14 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s bis 22 m/s und 25 m/s	cut-in and cut-out wind speed
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	90 m	diameter
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr	kind of hub (teetered/rigid)
Anordnung zum Turm (lu/vlee)	luv	rotative position to tower (lu/vlee)
Nenn Drehzahl / -bereich	14,9 / 9,6 ... 16,9 rpm	rated speed / speed range
Rotorblatteinstellwinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	2°	cone angle
Achsenneigung	5°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	2,82 m	distance between rotor flange centre and tower centre line
3. Rotorblatt		Rotor blade
Hersteller	LM Glasfaser A/S	manufacturer
Typenbezeichnung	LM 43.8P	type
Seriennummern	412 / 517 / 536	serial numbers
Zusatzkomponenten (z. B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Vortex-Generatoren	additional components (e. g. stall strips, vortex generators, trip strips)
4. Getriebe		Gear
Hersteller	Eickhoff	manufacturer
Typenbezeichnung	CPNHZ 244	type
Seriennummer	21370.1	serial number
Ausführung	Planeten/Stirnrad	design
Übersetzungsverhältnis	1 : 77,84	gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	VEM	manufacturer
Typenbezeichnung	DAKAA 6328-6U	type
Seriennummer	2349350	serial numbers
Anzahl	1	numbers
Art	ASM, doppeltgespeist	design
Nennleistung(en)	2300 kW	rated power(s)
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	744 ... 1310 rpm	rated speed(s) or speed range
Spannung	690 V	voltage
Frequenz	50 Hz	frequency
6. Turm		Tower
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	zyl./kon. Rohrturm	design (lattice/tubular, cylindrical/conical)
Material	Stahl	material
7. Betriebsführung/Regelung		Supervisory system/control
Art der Leistungsregelung	Pitch	kind of control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	Nordex	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	NC2	- type
- Verwendete Steuerungskurve	MaxPowerPoint	- used control curve

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass
die WEA, deren Schallmission in den Prüfberichten
abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit
den o. g. Positionen identisch ist.

The manufacturer of the wind turbine confirms that the
wind turbine whose noise level is measured and
depicted in the test reports is identical with the above
entries with regard to its technical data.

Erstellen:

Prüfer:

Freigabe:

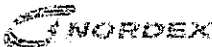
R. Haevernick/CE-FAM

D. Schietke/CE-PCE

H. Resing/Wärmer/CE-FAM

I. Schmidt/CE-PDE



	Herstellerbescheinigung / Manufacturer's certificate Nordex N90	Dok.-Nr.: K0918_010042 In Revision: n AST: 2878 Datum: 31.07.2007
---	---	--

Herstellerbescheinigung zu den
spezifischen Daten des AnlagentypsManufacturer's certificate on specific
data of the type of installation

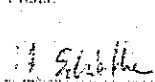
1. Allgemeines		General
Hersteller	Nordex Energy GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	N90	type name
Seriennummer	8327	serial number
Standort	WP Gander	location of wind turbine
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal/vertical)
Nennleistung	2300 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Grund	100 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	ca. 14 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s bis 22 m/s und 25 m/s	cut-in and cut-out wind speed
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	90 m	diameter
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr	kind of hub (testered/fixed)
Anordnung zum Turm (fluv/lee)	fluv	relative position to tower (fluv/lee)
Nenn Drehzahl / -bereich	14,9 / 9,6... 16,9 rpm	rated speed / speed range
Rotorblattneigewinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	2°	cone angle
Achsenneigung	5°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	2,82 m	distance between rotor flange centre and tower centre line
3. Rotorblatt		Rotor blade
Hersteller	LM Glasfiber A/S	manufacturer
Typenbezeichnung	LM 43 AP	type
Seriennummern	530 / 537 / 535	serial numbers
Zusatzkomponenten (z. B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Vortex-Generatoren	additional components (e.g. stall strips, vortex generators, air strips)
4. Getriebe		Gear
Hersteller	Eichhoff	manufacturer
Typenbezeichnung	OPNHZ 244	type
Seriennummer	21373.1	serial number
Ausführung	Planeten/Starr	design
Übersetzungsverhältnis	1 / 77,84	gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	VEM	manufacturer
Typenbezeichnung	DAKAA 5028-6U	type
Seriennummer	2349349	serial numbers
Anzahl	1	numbers
Art	ASM, doppelgespeist	design
Nennleistung(en)	2300 kW	rated power(s)
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	744... 1310 rpm	rated speed(s) or speed range
Spannung	690 V	voltage
Frequenz	50 Hz	frequency
6. Turm		Tower
Ausführung (Gitterrohr, zyl./kon.)	zyl./kon. Rohrturm	design (lattice/tower, cylindrical/conical)
Material	Stahl	material
7. Betriebsführung/Regelung		Supervisory system/control
Art der Leistungsregelung	Pitch	kind of control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	Nordex	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	NC2	- type
Vorverwendete Steuerungskurve	MaxPowerPoint	- used control curve
Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallleistung in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o. g. Positionen identisch ist.		The manufacturer of the wind turbine confirms that the wind turbine whose noise level is measured and depicted in the test reports is identical with the above entries with regard to its technical data.

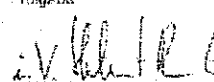
Ersteller:

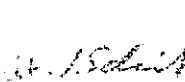
Prüfer:

Freigeber:


R. Hasenauer/CE-FAM


J. Scheller/CE-PDE

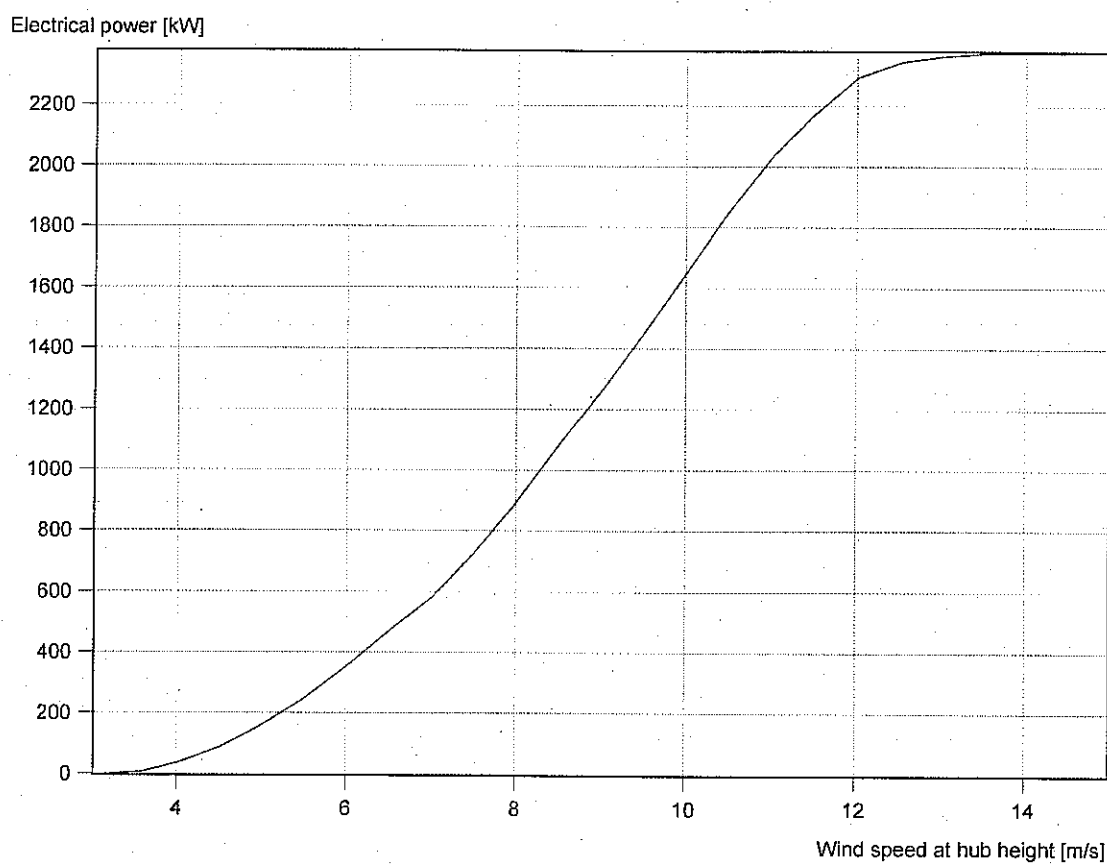

R. Rasing-Wörmer/CE-FAM


J. Schmidt/CE-PDE

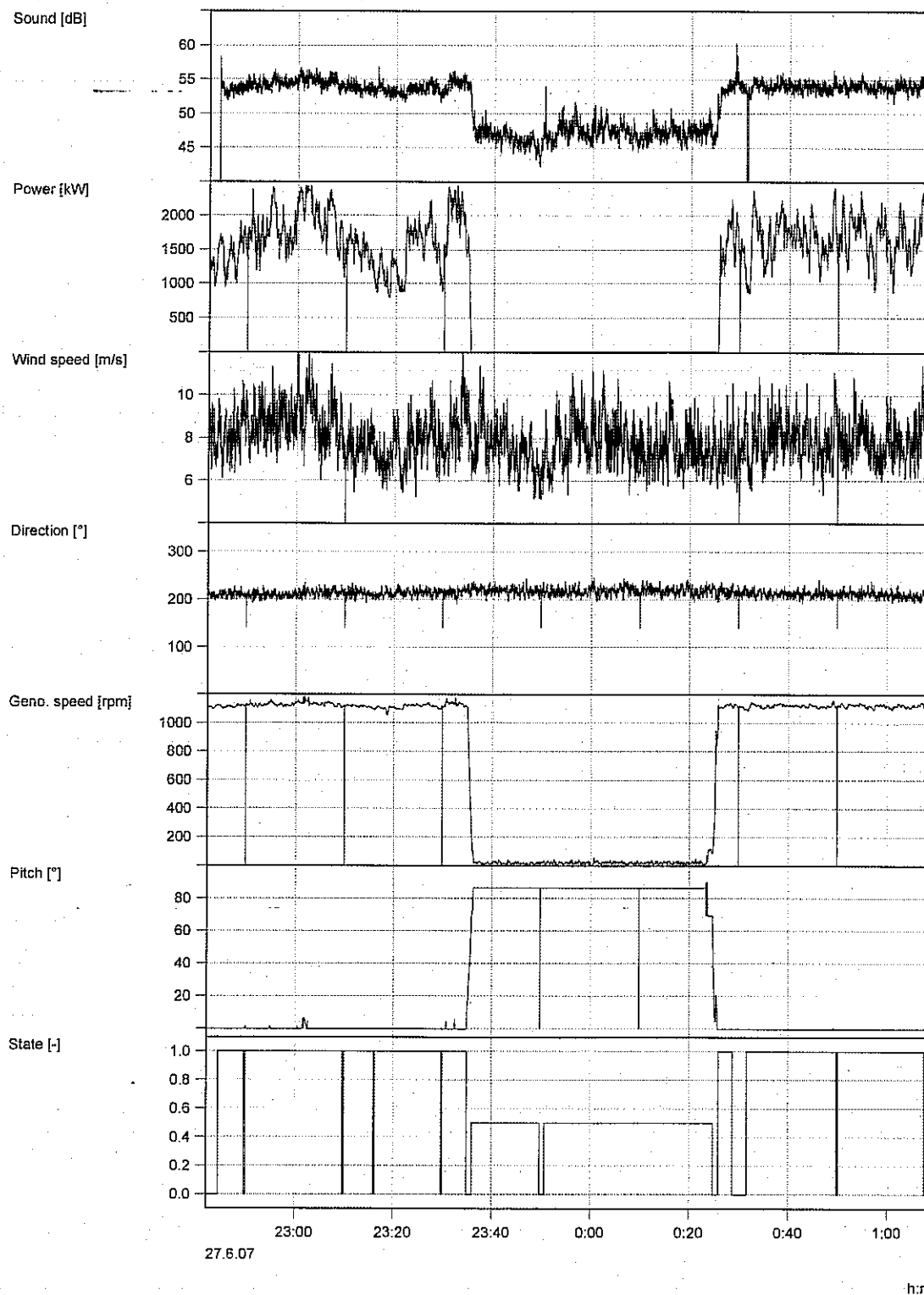


Verwendete Leistungskennlinie Nordex N90

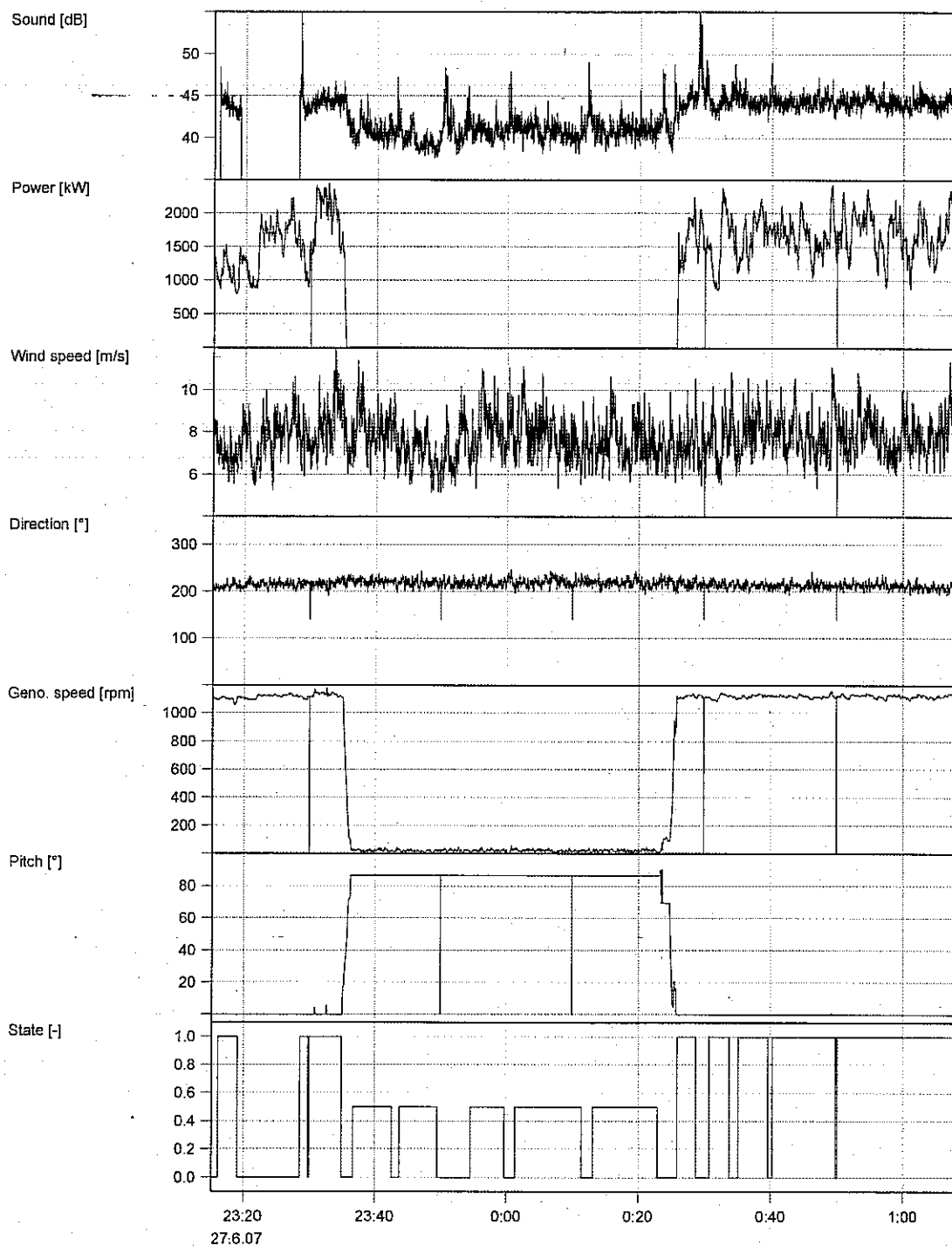
Quelle: Nordex, Bericht WICO 130LK402 (Auszug)



WG [m/s]	P [kW]	WG [m/s]	P [kW]	WG [m/s]	P [kW]
4	37	10	1647	16	2379
5	155	11	2039	17	2377
6	363	12	2296	18	2377
7	580	13	2365	19	2375
8	881	14	2377	20	---
9	1267	15	2381	21	---

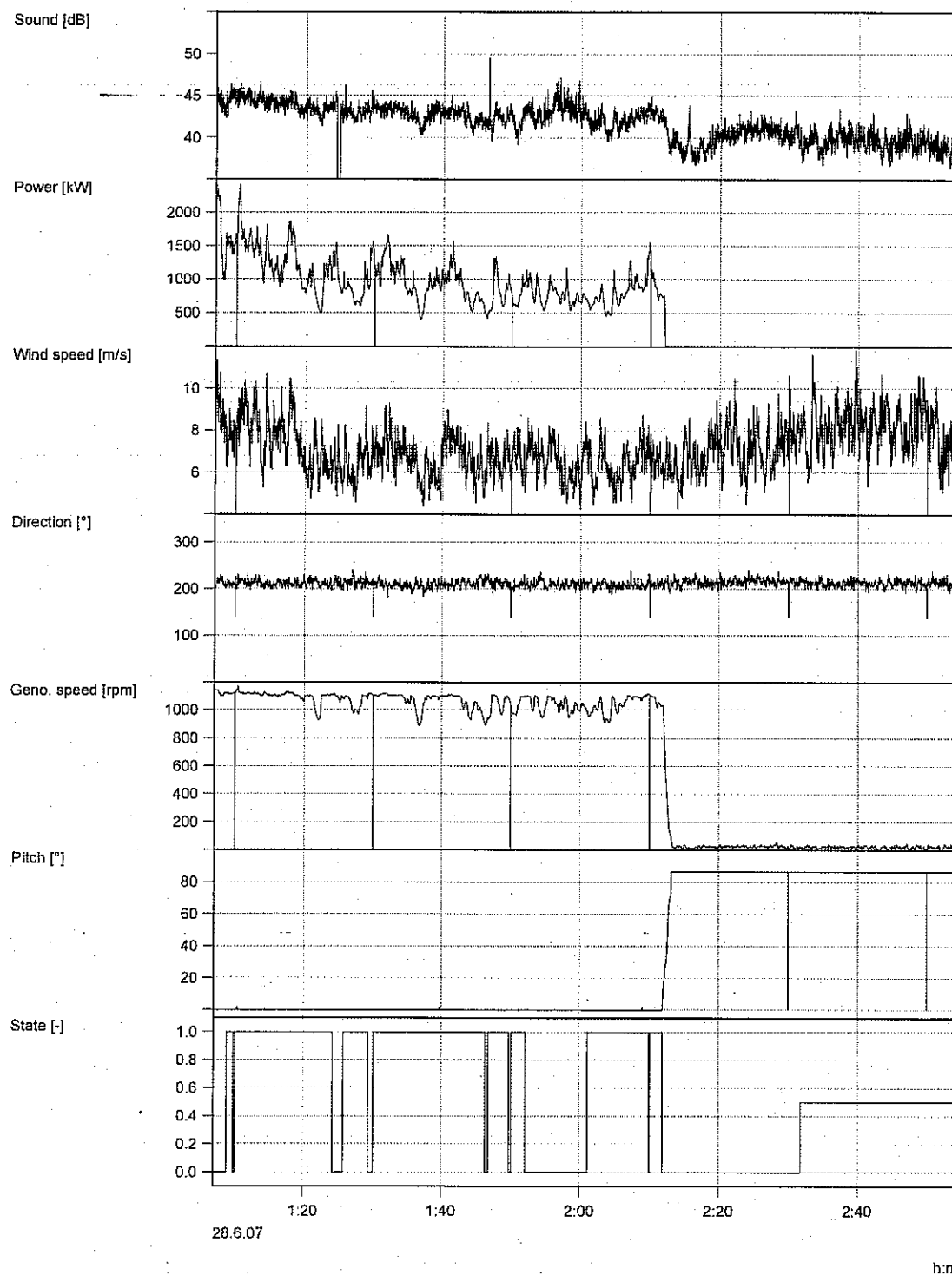


Messwerte 2007-06-27/28, Schallemissionsmessung



h:m

Messwerte 2007-06-27/28, Schallimmissionsmessung, nur WEA 1 in Betrieb



Messwerte 2007-06-27/28, Schallimmissionsmessung, WEA 1 und WEA 2 in Betrieb

KREISVERWALTUNG COCHEM-ZELL



...Eifel - Mosel - Hunsrück

Kreisverwaltung Cochem-Zell • Postfach 1320 • 56803 Cochem

Windpark Gamlen GmbH & Co.KG
Universitätsallee 18 (Haus I)

28359 Bremen

AUFGABENBEREICH BAUAUFSICHT
ANSPRECHPARTNER HERR LOOSEN
GEBÄUDE ENDERTPLATZ 2
ZIMMER 416
TELEFON 02671/61-416
TELEFAX 02671/61-430
E-MAIL BAUAMT.KV@LCOC.DE

IHR SCHREIBEN

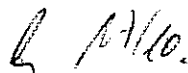
UNSER AKTENZEICHEN BG-K 0573/2003
(BEI ANTWORT BITTE ANGEBEN)
DATUM 17.10.2007

Bauvorhaben Errichtung von 2 Windkraftanlagen
Fabrikat Nordex N90
Ort Gamlen,
Gemarkung Gamlen, Flur: 3 Flurst.: 37, 33, 34, 35, 36, 38

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei erhalten Sie eine Kopie des Schreibens der SGD Nord vom 04.10.07 mit der Bitte die darin aufgeführten erforderlichen Ergänzungen bzw. Änderungen vorzunehmen.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag


Thorsten Loosen

SPRECHZEITEN
MONTAGS BIS FREITAGS 08.00 - 12.30
KFZ-ZULASSUNGSSTELLE 07.30 - 12.30
ZUSÄTZLICH DONNERSTAGS 14.00 - 18.00
WEITERE SPRECHZEITEN NACH VEREINBARUNG

BANKVERBINDUNGEN
SPARKASSE MITTELMOSEL
EIFEL - MOSEL - HUNSRÜCK
BLZ: 587 512 30 • KONTO: 4606
POSTGIROAMT KÖLN
BLZ: 370 100 50 • KONTO: 93676-507

L:\BAU\BAUAMT\ARCHIV\J2007\M10\00009CC7.DOC

POSTANSCHRIFT
ENDERTPLATZ 2, 56812 COCHEM
TELEFONZENTRALE
02671/61-0
INTERNET
WWW.COCHEM-ZELL.DE

KREISVERWALTUNG COCHEM-ZELL



KREISVERWALTUNG COCHEM-ZELL • POSTFACH 1320 • 56803 COCHEM

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Regionalstelle Gewerbeaufsicht -Ref. 23
Stresemannstr. 3-5

56068 Koblenz

AUFGABENBEREICH BAUAUFSICHT
ANSPRECHPARTNER HERR LOOSEN
GEBÄUDE ENDERTPLATZ 2
ZIMMER 416
TELEFON 02671/61-416
TELEFAX 02671/61-430
E-MAIL BAUAMT.KV@LCOC.DE

IHR SCHREIBEN

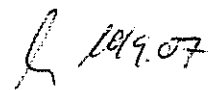
UNSER AKTENZEICHEN BG-K 0573/2003
(BEI ANTWORT BITTE ANGEBEN)
DATUM 10.09.2007

Bauvorhaben Errichtung von 2 Windkraftanlagen
Fabrikat Nordex N90
Ort Gamlen,
Gemarkung Gamlen, Flur: 3 Flurst.: 37, 33, 34, 35, 36, 38

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei erhalten Sie das Schallimmissionsgutachten der Firma Windtest Grevenbroich GmbH für die unter o.g. Aktenzeichen genehmigten Windkraftanlagen in Gamlen. Die Windpark Gamlen GmbH & Co.KG bittet um Bestätigung, dass ein schallreduzierter Betrieb der Windkraftanlagen nicht mehr erforderlich ist. Wir bitten um die Abgabe einer Stellungnahme.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag


Thorsten Loosen

SPRECHZEITEN
MONTAGS BIS FREITAGS 08.00 - 12.30
KFZ-ZULASSUNGSTELLE 07.30 - 12.30
ZUSÄTZLICH DONNERSTAGS 14.00 - 18.00
WEITERE SPRECHZEITEN NACH VEREINBARUNG

BANKVERBINDUNGEN
SPARKASSE MITTELMOSEL
EIFEL - MOSEL - HUNSRÜCK
BLZ: 587 512 30 • KONTO: 4606
POSTGIROAMT KÖLN
BLZ: 370 100 50 • KONTO: 93676-507

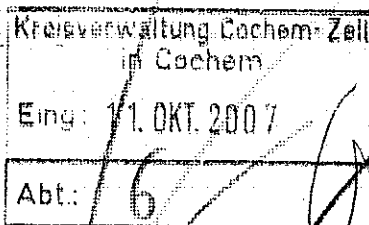
L:\BAU\BAUAMT\ARCHIV\J2007\M09\00009ACE.doc

POSTANSCHRIFT
ENDERTPLATZ 2, 56812 COCHEM
TELEFONZENTRALE
02671/61-0
INTERNET
WWW.COICHEM-ZELL.DE



Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord,
Postfach 20 03 61, 56003 Koblenz

Kreisverwaltung
Cochem-Zell
Endertplatz 2
56812 Cochem



Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

Regionalstelle Gewerbeaufsicht
Stresemannstr. 3-5
56068 Koblenz

Telefon: 0261 120-0
Telefax: 0261 120-2171
E-Mail: Poststelle@sgdnord.rlp.de

Ihr Zeichen Ihre Nachricht vom	Mein Zeichen Meine Nachricht vom	Auskunft erteilt Telefon (persönlich) Fax (persönlich)	Dienstgebäude Zimmer E-Mail (persönlich)	Datum
BG-K 0573/2003 10.09.2007	23/3-135, 52.0-246/04 Schi/Be	Herr Schiele 0261 / 120-2224 / 12088-2224	Stresemannstr. 3 - 5 334 Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de	04.10.2007

Windkraftanlagen Gamlen – Schalltechnische Abnahmemessung

Schallimmissionsgutachten der Firma WINDTEST Grevenbroich GmbH vom 01.08.2007,
Bericht Nr. SE060201B1

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit Ihrem Schreiben vom 10.09.2007 legten Sie den o. g. Bericht bzgl. der Abnahmemessung von
folgenden zwei Windkraftanlagen (WKA) vor:

WKA 01 (66)	Nordex N90	2.3 MW	NH: 80 m	RD: 90	Gamlen	Flur 3	Flurst. 33-38
WKA 02 (67)	Nordex N90	2.3 MW	NH: 100 m	RD: 90	Gamlen	Flur 3	Flurst. 33-38

(Nachtragsgenehmigung der Kreisverwaltung Cochem-Zell vom 18.10.2004, Az.: BG-K 0573/2003 sowie
fachtechnische Stellungnahme der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Gewerbeauf-
sicht vom 06.10.2004, Az.: 23/3-135-190, 52.0-9246/04 Schi/Ha)

Gemäß der Nebenbestimmung Nr. 5 der fachtechnischen Stellungnahme der Struktur- und Ge-
nehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Gewerbeaufsicht Koblenz vom 06.10.2004, Az.: 23/3-
134-190, 52.0-0246/04 Schi/Ha ist durch eine von der nach Landesrecht zuständigen Behörde
bekannt gegebenen Stelle (anerkannter Sachverständiger nach § 26 BImSchG) anhand einer
schalltechnischen Abnahmemessung

- der Schallleistungspegel der Einzelanlagen gemäß FGW-Richtlinie

Abteilungen:

- Zentralabteilung
- Gewerbeaufsicht Zentralreferat u.
Regionalstelle Koblenz
- Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft
Bodenschutz: Zentralreferat und
Regionalstelle Koblenz

Dienstgebäude:

- Stresemannstr. 3-5
- Stresemannstr. 3-5
- Neustadt 21

Telefaxnummer

0261 120-2200

0261 120-2503

Konto der Landesoberkasse:

Sparkasse Koblenz
Kto.-Nr. 72 900 (BLZ 570 501 20)

Besuchszeiten:

montags-donnerstags: 9.00 - 12.00 Uhr u.
14.00 - 16.00 Uhr
freitags: 9.00 - 12.00 Uhr

www.sgd nord.rlp.de
52.0-246, Schi.doc

- der von den beantragten Windkraftanlagen erzeuge Immissionsanteil am maßgeblichen Immissionsort

IPA Auf dem Kälchen 10, Gamlen 38 dB(A)

- die Einhaltung des Immissionsrichtwertes am maßgeblichen Immissionsort

IPA Auf dem Kälchen 10, Gamlen 40 dB(A)

entsprechend der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm 98) nachzuweisen.

In Abstimmung mit dem Messinstitut, unter Berücksichtigung des Messkonzeptes vom 11.12.2006, wurde an Stelle der Immissionsmessung am Immissionsort „Auf dem Kälchen 10, Gamlen,“ die Immissionsmessung an einem geeigneten Ersatzimmissionsort durchgeführt. Mit der Emissionsmessung an einer Windkraftanlage [WKA 01 (88)], der Immissionsmessung an Ersatzimmissionsort und in Kombination mit einer Ausbreitungsberechnung wurde versucht, die Einhaltung der geforderten Werte nachzuweisen.

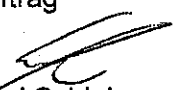
Dieser Nachweis konnte mit dem vorgelegten Bericht, SE06020B1, nicht mit hinreichender Sicherheit geführt werden. Damit eine Richtwertüberschreitung sicher ausgeschlossen werden kann, sind insbesondere folgende Ergänzungen bzw. Änderungen erforderlich:

1. Im Bericht Nr. SE06020B1 der Firma WINDTEST Grevenbroich GmbH vom 01.08.2007 wird angegeben, dass während der Schallemissionsmessung und der Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort (EIP), die benachbarten Windenergieanlagen der Vorbelastung liefen. Es ist nicht ersichtlich, ob sämtliche Windkraftanlagen der Vorbelastung, wie in der Schallimmissionsprognose vom 18.08.2004 zum Genehmigungsverfahren angegeben, errichtet und auch so betrieben werden.
2. Bei der Beurteilung der Ergebnisse der Schallemissionsmessung an der WKA 01 (66) wird im Bericht angegeben, dass der Messwert von maximal $L_{wa} = 104,2$ dB bei einer Windgeschwindigkeit von 9 m/s (in 10 m Höhe) noch unter dem prognostizierten Wert von 104,6 dB liegt. Bei diesem Messwert wurde aber nicht eine Unsicherheit für die Vermessung und Serienstreuung berücksichtigt.
3. Hinsichtlich der Ermittlung des Beurteilungspegels am Ersatzimmissionsort durch die Zusatzbelastung (Betrieb WEA 1 und WEA 2) konnten bei 95 % Nennleistung keine verwertbaren Messwerte erzielt werden (Tabelle 7 und 9).
Bei dem Vergleich der Messwerte am Ersatzimmissionsort (EIP) mit den Prognosenwerten (Tabelle 9) kann die Herleitung der aufgelisteten Prognosewerte nicht nachvollzogen werden. Zusätzlich werden Prognosewerte inklusive Unsicherheiten mit reinen Messwerten verglichen. Es ist außerdem nicht nachvollziehbar, wie die gemessenen Schallimmissionspegel am Ersatzimmissionsort (EIP) im Mittel um 1,2 dB unterhalb der Prognosepegel liegen können.
4. Bei der Darstellung der Berechnungsergebnisse am IP A wurde der Teilpegel L_r WEA 1 und WEA 2 auf Grundlage eines Schalleistungspegels von $L_{wa} = 104,2$ dB berechnet (Tabelle 10). In der Schallimmissionsprognose vom 18.08.2004 wird hingegen von einem Schalleistungspegel ohne Unsicherheiten von 103,3 dB ausgegangen.
Es ist daher nicht ersichtlich, warum im Ergebnis der Teilpegel L_r um 0,3 dB niedriger liegt,

obwohl in der Ausbreitungsberechnung mit dem höheren gemessenen Schallleistungspegel gerechnet wird (vergl. auch Pkt. 2). Eine Ausbreitungsberechnung zu den dargestellten Ergebnissen fehlt.

5. Die Abschätzung der Unsicherheit zur Ausbreitungsberechnung ($\sigma_{\text{Ausbreit}} = 0,8 \text{ dB}$) und der Produktionsstandardabweichung ($\sigma_p = 0,0 \text{ dB}$) kann nicht nachvollzogen werden.

Mit freundlichen Grüßen
im Auftrag


~~Michael Schiele~~
Thomas Schöfer

Anlage

Bericht Nr. SE06020B11 der Firma WINDTEST Grevenbroich GmbH vom 01.08.2007

56068 Koblenz

Tel.: 0261/120-2224

Fax.: 0261/120-88-2224

E-Mail: Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de

-----Ursprüngliche Nachricht-----

Von: m.koschinsky@windtest-nrw.de [mailto:m.koschinsky@windtest-nrw.de]

Gesendet: Mittwoch, 20. Februar 2008 10:00

An: Schiele, Michael

Cc: i.haschenburger@wpd.de

Betreff: Re: Schallimmissionsgutachten Windpark Gamlen vom 07.12.2007
(Neufassung)

Sehr geehrter Herr Schiele,

gerne stehen für weitere Fragen bzgl. der Schallsituation im Windpark Gamlen zur Verfügung, und wir erläutern auch gerne weitergehend die Verfahrensweisen zur Abnahmemessung im Allgemeinen und auch speziell im Fall Gamlen bzw. zu unserem Prüfbericht SE06020B2 von 2007-12-07.

Wir bitten aber zu bedenken, dass ein persönlicher Termin in Ihrer Behörde mit Aufwand und Kosten, insbesondere aufgrund der Reisezeit, verbunden sind. Wir möchten deshalb zunächst vorschlagen, dass Sie Punkte oder Fragen, die auch nach unserem langen Telefonat 2008-01-11 noch offen geblieben sind, zunächst formulieren, so dass wir diese

vielleicht mit wenig Aufwand per Email beantworten können. Ich bin sicher, dass wir alle

offenen Fragen auf diese Weise klären können.

Mit freundlichen Grüßen,

M. Koschinsky

Am 11 Feb 2008 um 15:14 hat Schiele, Michael geschrieben:

Betreff: Schallimmissionsgutachten Windpark Gamlen vom 07.12.2007 (Neufassung)

Datum: Mon, 11 Feb 2008 15:14:27 +0100

Von: "Schiele, Michael" <Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de>

An: <m.koschinsky@windtest-nrw.de>

Sehr geehrter Herr Dr. Koschinsky

hinsichtlich des Schallimmissionsgutachten für den Windpark in Gamlen bestehen unsererseits noch Fragen (u.a. Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort und Bewertung der Messergebnisse). Diese Unklarheiten würden wir gerne mit Ihnen in einem persönlichen Gespräch in unserem Hause besprechen. Ich bitte daher um Terminvorschläge.

Mit freundlichen Grüßen

Michael Schiele

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

Regionalstelle Gewerbeaufsicht

Stresemannstr. 3-5

56068 Koblenz

Tel.: 0261/120-2224

Fax.: 0261/120-88-2224

E-Mail: Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de

Mit freundlichen Grüßen / Yours sincerely

i. A. Dr. rer. nat. Markus Koschinsky

Bereichsleiter Akustik / Elektrische Eigenschaften

Area Manager Acoustics / Electrical Properties

windtest grevenbroich gmbh

Frimmersdorfer Straße 73

D-41517 Grevenbroich

Phone: +49 (0)2181 / 2278-20
Fax: +49 (0)2181 / 2278-11
Mobile: +49 (0)163 / 62280-20
Email: m.koschinsky@windtest-nrw.de
Web: www.windtest-nrw.de

Geschäftsführerin / Managing Director
Dipl.-Geol. Monika Krämer
Handelsregister / Commercial Register:
Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758

Loosen Thorsten

Von: Schiele, Michael [Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de]
Gesendet: Mittwoch, 5. März 2008 11:54
An: m.koschinsky@windtest-nrw.de
Cc: Loosen Thorsten; Gräser, Heiko
Betreff: Prüfbericht Windpark Gamlen vom 07.12.2007 (Neufassung) SE060020B2

Sehr geehrter Herr Dr. Koschinsky,

gemäß der Nebenbestimmung Nr. 5 meiner Stellungnahme vom 06.10.2004, Az.: 23/3-135-190, 52.0-0246/04 zur Errichtung von 2 Windenergieanlagen in Gamlen haben Sie mir einen neuen Prüfbericht SE06020B2 vom 07.12.2007 zugesandt. Dieser Bericht ersetzt den vorhergehenden Bericht SE06020B1 vom 01.08.2007. Aus meiner Sicht konnte der Nachweis, dass die Nebenbestimmung eingehalten wird, mit dem neuerlichen Bericht SE 060020B2 bisher noch nicht mit hinreichender Sicherheit geführt werden.

Gerne gehe ich auf Ihr Angebot vom 20.02.2008 ein, die noch offenen stehenden Fragen vorab per E-Mail mit Ihnen zu klären. Meine Fragen zum Prüfbericht SE06020B2 vom 07.12.2007 habe ich nachstehend schriftlich formuliert, mit der Bitte, um ausführliche schriftliche Beantwortung:

Schallemissionsmessung:

3.4.2 Produktionsunsicherheit sigma

Die Serienstreuung eines Anlagentyps wird nach Ihren Angaben üblicherweise nur halb so groß berücksichtigt. Statt 1,22 dB also 0,6 dB. Warum wird in solchen Fällen sigma p nur halb so groß für Anlagen des gleichen Typs berücksichtigt. Gibt es hierzu festgelegte Standards ?

Schallimmissionsmessung:

6.2 Berechnungsergebnisse am EIP

Hinsichtlich der Ermittlung des Beurteilungspegels am Ersatzimmissionsort durch die Zusatzbelastung (WEA 1 und WEA 2) konnten bei 95% Nennleistung keine verwertbaren Messwerte erzielt werden (Tabelle 8). Für die spätere Betrachtung der Messergebnisse gaben Sie hierzu an, dass es ausreichend ist, wenn sich die Schallimmissionsmessung und die Schallemissionsmessung, aus der die Schallleistungspegel für den Vergleich mit dem Ausbreitungsmodell benötigt werden, in einem hinreichend breiten Windgeschwindigkeitsbereich überschneiden. Die daraus resultierende Differenz zwischen den für diesen Ersatzimmissionsort prognostizierten Pegeln und den tatsächlichen am Standort gemessenen Pegeln beträgt nach Ihren Angaben im Mittel durchschnittlich 1,2 dB (Tabelle 10). Die Tatsache, dass die gemessenen Schallimmissionspegel im Mittel um 1,2 dB unter den prognostizierten Werten liegen (Überschätzung der Ausbreitungsberechnung) kann schlussendlich nicht gänzlich nachvollzogen werden. Nach meiner Einschätzung und Interpretation der Tabelle 10 kann im Nennleistungsbetrieb der Windenergieanlagen die Differenz zwischen den für den Ersatzimmissionsort prognostizierten Pegel und den tatsächlichen am Standort gemessenen Pegel auch weniger als 1,2 dB betragen. Dies hat dann auch zur Folge, dass der Schallleistungspegel in der Ausbreitungsberechnung höher anzusetzen wäre.

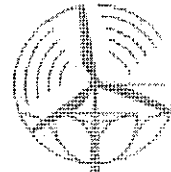
Ich bitte hierzu, insbesondere zu Kapitel 6.2, um ausführliche Darlegung der Berechnungsergebnisse.

6.3 Berechnungsergebnisse am IP A

Für sigma p, der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung, wurde im Prüfbereich mit nur 0,8 dB abgeschätzt. Dies ist in etwa die Hälfte der sonst üblichen 1,5 dB für eine vollständige Ausbreitungsberechnung. Warum wurde im Prüfbericht für sigma p gerade etwa die Hälfte des sonst üblichen Wertes angesetzt? Gibt es hierzu festgelegte Standards?

Mit freundlichen Grüßen

Michael Schiele
Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Regionalstelle Gewerbeaufsicht
Stresemannstr. 3-5



windtest
grevenbroich gmbh

Windtest Grevenbroich GmbH · Frimmersdorfer Str. 73 · D-41517 Grevenbroich

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Regionalstelle Gewerbeaufsicht
Herrn Michael Schiele
Stresemannstraße 3 - 5

56068 Koblenz

In Kopie an: Windpark Gamlen GmbH & Co. KG

Ihr Zeichen
Your sign

Ihre Nachricht vom
Your message

Unser Zeichen
Our sign

Datum
Date

Bearbeiter
Person in charge

2008-03-12

Dr. Markus Koschinsky

Stellungnahme und Erläuterungen zum Schallmessbericht SE06020B2 für Windpark Gamlen

Sehr geehrter Herr Schiele,

mit Email von 2008-03-05 baten Sie um Erläuterungen bzgl. unseres Schallmessberichts SE06020B2 von 2007-12-07, in dem für den Windpark Gamlen (2x Nordex N-90) die Immissions-situation für umliegende Immissionsorte dargestellt wird. Zu Ihren Fragen möchten wir wie folgt Stellung nehmen:

0) Vorbemerkung zur Abschätzung von Unsicherheitsanteilen

Unsicherheitsangaben eines Mess- oder Berechnungsergebnisses setzen sich in der Regel aus verschiedenen Unsicherheitsanteilen zusammen, welche jeweils einzelnen Einflussgrößen zuge-rechnet werden, aus denen sich das Mess- oder Berechnungsergebnis ergibt. Gemäß DIN V 13005 unterscheidet man dabei grundsätzlich zwischen Unsicherheitsanteilen des Typs A (Anteile, die sich mit Hilfe von statistischen Berechnungen aus einer Stichprobe bestimmen las-sen) und des Typs B (Anteile, die sich nicht mit Hilfe von statistischen Berechnungen bestimmen lassen). Demnach sind Unsicherheitsanteile des Typs B vom Gutachter gemäß (individuellen oder allgemein anerkannten) Erfahrungswerten und guter fachlicher Praxis festzulegen. Dabei können Normen oder Richtlinien, sofern sie für die betreffende Größe existieren, als Richtschnur herange-zogen werden. Letztlich müssen diese Werte jedoch in jedem Einzelfall individuell vom Gutachter nachvollziehbar begründbar bestimmt werden.

1) zur Schallemissionsmessung, 3.4.2 Produktionsunsicherheit σ_p

Ein festgelegter Standard für die Abschätzung der Produktionsunsicherheit im Fall einer exempla-rischen Vermessung einer Windenergieanlage eines Windparks existiert nicht.

Als Orientierungshilfe können die „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen“ des LAI von 2005 dienen. Demnach gilt: „Ein typischer Wert für die Serienstreuung ist $\sigma_p \leq 1,2 \text{ dB}$ “. Als typischer Wert wird diese Angabe dann verwendet, wenn nur ein einzelner Vermessungsbe-richt für einen Anlagentyp vorliegt, und eine Anlage gleichen Typs an anderer Stelle und zu einem anderen Zeitpunkt errichtet werden soll. Dabei kann sich diese neu zu errichtende Anlage von der

Frimmersdorfer Str. 73 · D-41517 Grevenbroich · Phone +49 (0) 2181 2278-0 · Fax +49 (0) 2181 2278-11 · info@windtest-nrw.de · www.windtest-nrw.de

D:\SE\SE06020_Gamlen\Schriftverkehr\080312_Stellungnahme_KOS.doc

Geschäftsführerin / Managing Director: Dipl.-Ged. Monika Krämer · Handelsregister/Commercial Register: Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758

USt-IdNr./VAT No.: DE 163895079 · Steuer-Nr./Tax-ID: 114/5777/0301

Bankverbindungen/Bankaccount: Sparkasse Neuss: BLZ 305 500 00, Kto.-Nr. 800 272 04 · IBAN DE: 7436500000080027204 · BIC: WELA DE 33



Die Abmessenung der 12 m ist
in der Anlage beigefügt
Produktions-Nr. 01/14/12/12/02



vermessenen Anlage u. U. erheblich unterscheiden, so können Anlagenkomponenten unterschiedlicher Hersteller verwendet worden sein (hier vor allen Dingen die akustisch relevanten Rotorblätter, Getriebe, Generator, Turm). Die Anlage bzw. die Komponenten können aus unterschiedlichen Produktionsstätten stammen, und zu völlig unterschiedlichen Zeitpunkten produziert worden sein. Im Rahmen der technischen Weiterentwicklung können sich Komponenten in ihrem Aufbau und der Ausführung unterscheiden, sowie die Kontroll-, Regel- und Betriebsführungseigenschaften verändert worden sein. All diese möglichen Unterschiede zwischen der vermessenen und der zu beurteilenden Anlage sind in der Abschätzung der Produktionsunsicherheit in Höhe von $\sigma_p = 1,2$ dB erfasst.

Im vorliegenden Fall des WP Gamlen sollen jedoch die Messergebnisse einer der beiden Anlagen auf die benachbarte Anlage übertragen werden. Diese benachbarte Anlage stammt aus demselben Fertigungsprozess wie die vermessene Anlage, sie unterscheidet sich in der Betriebsweise und in den Komponenten lediglich in der Turmhöhe (80 m statt 100 m), davon abgesehen sind die Anlagen identisch. Die unterschiedliche Turmhöhe kann sich erfahrungsgemäß und erwartungsgemäß i. d. R. lediglich auf die Tonhaltigkeit auswirken, nicht jedoch auf den maximalen Schallleistungspegel. Darüber hinaus konnte an diesem Standort auch subjektiv sichergestellt werden, dass die Geräuschemissionen der beiden beurteilten Anlagen keine wahrnehmbaren Unterschiede aufweisen, weder was den Pegel noch eventuelle Auffälligkeiten betrifft.

Es ist deshalb offensichtlich und auch allgemein anerkannt, dass der Ansatz einer Produktionsunsicherheit in Höhe von $\sigma_p = 1,2$ dB die tatsächliche Situation deutlich überschätzt und deshalb nicht angemessen ist. Eine Festlegung darüber, welcher Wert stattdessen zu verwenden ist, existiert jedoch in Normen, Richtlinien oder Empfehlungen nicht. In vielen ähnlich gelagerten Fällen wurde und wird dabei die Produktionsstreuung, als anderes „Extrem“, sogar vollständig vernachlässigt, $\sigma_p = 0$ dB. Als sinnvollen und nachvollziehbaren Kompromiss haben wir die Produktionsunsicherheit quasi „dazwischen“ in Höhe von $\sigma_p = 0,6$ dB angesetzt. Aus unserer fachlichen Sicht und Erfahrung, z. B. von Fällen, in denen wir mehrere gleiche Anlagen innerhalb eines Windparks vermessen haben, wären sicherlich auch andere, ähnliche Werte im Bereich ca. zwischen $0,4$ dB $\leq \sigma_p \leq 0,8$ dB angemessen gewesen.

Darüber hinaus haben wir eine alternative Berechnungsmethode für die Produktionsunsicherheit dargestellt, nämlich die Betrachtung als Unsicherheitsanteil des Typs A, wie es von Ihnen im persönlichen Gespräch von 2007-11-23 gefordert wurde. Dabei wurde die Produktionsunsicherheit gemäß IEC 61400-14 (TS, 2002) statistisch aus 3 vorliegenden Schallmessberichten dieses Anlagentyps bestimmt, nämlich den beiden Schallmessberichten, die der Schallprognose für diesen Standort zugrunde lagen und somit Teil der Baugenehmigung sind, sowie dem Ergebnis unserer Messung an der benachbarten Windenergieanlage. Diese von Ihnen geforderte alternative Berechnung der Produktionsunsicherheit führt ebenfalls zu dem identischen Wert von $\sigma_p = 0,6$ dB.

Wir sind deshalb der Auffassung, dass der Ansatz von $\sigma_p = 0,6$ dB für die Produktionsunsicherheit fachlich sinnvoll und sachlich nachvollziehbar ist. Eine Festlegung dieses Wertes in einem Standard existiert hierzu nicht und ist auch nicht notwendig.

2) zur Schallimmissionsmessung, 6.2 Berechnungsergebnisse am EIP

In dem genannten Kapitel unseres Gutachtens werden bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten die am Ersatzimmissionsort gemessenen Schalldruckpegel mit den Schalldruckpegeln verglichen, welche sich unter den Bedingungen der Messung und unter Annahme der bei der jeweiligen Windgeschwindigkeit gemessenen und damit tatsächlich vorhandenen Schallleistungspegel der Schallquellen durch Ausbreitungsberechnung ergeben.

Es wird also der Unterschied zwischen den prognostizierten und dem am Standort tatsächlich vorhandenen Ausbreitungsbedingungen messtechnisch bestimmt und berechnet. In diesem Zusam-



menhang wird auch häufig von der „Übertragungsfunktion“ gesprochen. Es gibt aus unserer Sicht keinen sachlichen Grund, warum diese Übertragungsfunktion sich mit der Windgeschwindigkeit (hier innerhalb einer Spanne von 6 m/s bis 9 m/s) ändern sollte. Im Gegenteil, deuten hier auch die Messergebnisse, die für akustische Verhältnisse ausgesprochen dicht beieinander liegen (6. und 10. Zeile in Tab. 10, innerhalb einer Spanne zwischen -0,8 dB und -1,8 dB für Windgeschwindigkeiten zwischen 6 m/s bis 8 m/s!) darauf hin, dass die einzelnen Messwerte der Übertragungsfunktion sinnvoll gemittelt und darüber hinaus auf Windgeschwindigkeitswerte von 9 m/s (maximaler Schallleistungspegel) übertragen werden können. Der Mittelwert dieser 6 messtechnisch ermittelten Einzelwerte für die Übertragungsfunktion aus Zeilen 6 und 10 der Tab. 10 ergibt einen Mittelwert von -1,2 dB. Dieser gilt für alle gemessenen Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 8 m/s, und es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass dieser Wert ebenso für 9 m/s gültig ist.

Auf dieser allgemein anerkannten Annahme, dass die Übertragungsfunktion der Schallausbreitung von der Quelle zum Ersatzimmissionsort nicht unmittelbar von der Windgeschwindigkeit abhängt, und dass dieses wiederum (unter Berücksichtigung unterschiedlicher Entfernungen) auch auf die zu beurteilenden Immissionsorte übertragen werden kann, beruht das gesamte, mit Ihrer Stelle im Vorfeld der Messung für den Standort Gamlen abgestimmte Messkonzept.

Gleiche oder sehr ähnliche Messkonzepte wurden von uns und anderen Instituten in vielen vergleichbaren Fällen entwickelt, die Messungen entsprechend durchgeführt, und mit den zuständigen Behörden und Ämtern (z. B. LANUV NRW, Hr. Piorr) so vereinbart bzw. genehmigt oder gar gefordert. Nicht sehr detailliert, aber im Grundsatz, ist dieses Messverfahren unter zu Hilfenahme von Ersatzimmissionsorten, auch in der TA Lärm unter A.3, „Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Messung“, beschrieben.

3) Schallimmissionsmessung. 6.3 Berechnungsergebnisse am IP A

Die Abschätzung des Unsicherheitsanteils $\sigma_{\text{Prog}} = 0,8 \text{ dB}$ erfolgte auf Grundlage folgender Überlegung: Für eine vollständige Ausbreitungsberechnung, welche die komplette Strecke von der Quelle bis zum Immissionsort umfasst, würde üblicherweise eine Prognoseunsicherheit von $\sigma_{\text{Prog}} = 1,5 \text{ dB}$ angesetzt. Dies ist das Extrem mit der höchsten zu verwendenden Unsicherheit. Im anderen Extrem, bei dem eine Messung der Ausbreitungsbedingungen bzw. der Übertragungsfunktion direkt am Immissionsort oder an einem unmittelbar benachbarten Ersatzimmissionsort erfolgt, würde überhaupt keine Prognoseunsicherheit mehr zu berücksichtigen sein, $\sigma_{\text{Prog}} = 0 \text{ dB}$.

Im vorliegenden Fall ist es so, dass die messtechnische Bestimmung der Übertragungsfunktion und damit des Ausbreitungsmodells am Ersatzimmissionsort stattgefunden hat, der (s. Berechnungsblätter im Anhang des Berichts) von den Schallquellen ca. 300 m bzw. 500 m entfernt gelegen ist. Es erfolgt dann die Übertragung dieser Ergebnisse auf den zu beurteilenden Immissionsort IP A, welcher von den Schallquellen ca. 730 m bzw. 920 m entfernt gelegen ist. Damit ist etwa die Hälfte des zu beurteilenden Schallausbreitungsweges durch Messungen erfasst, die Übertragung muss nur noch für die andere Hälfte des Ausbreitungsweges erfolgen. Aus diesem Grunde wurde die Unsicherheit für die Übertragung des Ausbreitungsmodells auf den IP A ebenfalls auf ca. (nach oben gerundet!) die Hälfte des Wertes für eine vollständige Ausbreitungsberechnung festgelegt, $\sigma_{\text{Prog}} = 0,8 \text{ dB}$. Etwaige Unsicherheiten in der Bestimmung der Übertragungsfunktion sind durch den auf Seite 28 ebenfalls beschriebenen Term $\sigma_{\text{r, EIP}} = 1,3 \text{ dB}$ berücksichtigt.

Einen festgelegten Standard hierzu gibt es nicht, und kann es auch nicht geben, da jeder Fall unter Berücksichtigung der genauen Konstellation und Abstände von Schallquellen, Mess- und Immissionsorten individuell beurteilt und festgelegt werden muss. Die von uns vorgenommene und beschriebene Abschätzung dieses Unsicherheitsanteils ist inhaltlich begründbar und entspricht gängiger fachlicher Praxis.

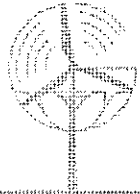
windtest grevenbroich gmbh

Seite 4 von 4

zum Schreiben an: Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

von: 2008-03-12

Betreff: Stellungnahme und Erläuterungen zum Schallmessbericht SE06020B2 für Windpark Gamlen



Wir hoffen, die offenen Fragen abschließend beantwortet zu haben und verbleiben

mit freundlichen Grüßen

windtest grevenbroich gmbh



i. A. Dipl.-Ing. Thomas Fischer

i. A. Dr. Markus Koschinsky

Loosen Thorsten

Von: m.koschinsky@windtest-nrw.de
Gesendet: Donnerstag, 13. März 2008 09:00
An: Schiele, Michael; i.haschenburger@wpd.de
Cc: Loosen Thorsten; Heiko.Graeser@sgdnord.rlp.de
Betreff: Re: Prüfbericht Windpark Gamlen vom 07.12.2007 (Neufassung) SE060020B2

Sehr geehrter Herr Schiele,

im Nachgang zu unserem früheren Schriftverkehr sowie unseren ausführlichen Besprechungen 2007-11-23 bei Ihnen im Hause sowie 2008-01-11 per Telefon, anbei unsere weitere Erläuterungen zum Prüfbericht SE06020B2 zur akustischen Situation im Windpark Gamlen.

Im Falle weiterer Nachfragen diesbezüglich wenden Sie sich bitte an Hr. Thomas Fischer (t.fischer@windtest-nrw.de, Tel. -18), der mit diesem Projekt ebenfalls vertraut ist. Ich selbst werde das Unternehmen windtest grevenbroich Ende März verlassen.

Gruß,

M. Koschinsky

PS: Bitte beziehen Sie in den Schriftverkehr immer auch Hr. Haschenburger als unseren Auftraggeber und Windparkbetreiber mit ein!

Am 5 Mar 2008 um 11:54 hat Schiele, Michael geschrieben:

Betreff: Prüfbericht Windpark Gamlen vom 07.12.2007 (Neufassung) SE060020B2
Datum: Wed, 5 Mar 2008 11:54:22 +0100
Von: "Schiele, Michael" <Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de>
An: <m.koschinsky@windtest-nrw.de>
Kopie an: <Thorsten.loosen@cochem-zell.de>, Gräser, Heiko <Heiko.Graeser@sgdnord.rlp.de>

> Sehr geehrter Herr Dr. Koschinsky,

>
 > gemäß der Nebenbestimmung Nr. 5 meiner Stellungnahme vom 06.10.2004, Az.: 23/3-135-190, 52.0-0246/04 zur Errichtung von 2 Windenergieanlagen in Gamlen haben Sie mir einen neuen Prüfbericht SE06020B2 vom 07.12.2007 zugesandt. Dieser Bericht ersetzt den vorhergehenden Bericht SE06020B1 vom 01.08.2007. Aus meiner Sicht konnte der Nachweis, dass die Nebenbestimmung eingehalten wird, mit dem neuerlichen Bericht SE 060020B2 bisher noch nicht mit hinreichender Sicherheit geführt werden.

>
 > Gerne gehe ich auf Ihr Angebot vom 20.02.2008 ein, die noch offenen stehenden Fragen vorab per E-Mail mit Ihnen zu klären. Meine Fragen zum Prüfbericht SE06020B2 vom 07.12.2007 habe ich nachstehend schriftlich formuliert, mit der Bitte, um ausführliche schriftliche Beantwortung:

>
 > Schallemissionsmessung:

>
 > 3.4.2 Produktionsunsicherheit sigma

> Die Serienstreuung eines Anlagentyps wird nach Ihren Angaben üblicherweise nur halb so groß berücksichtigt. Statt 1,22 dB also 0,6 dB. Warum wird in solchen Fällen sigma p nur halb so groß für Anlagen des gleichen Typs berücksichtigt. Gibt es hierzu festgelegte Standards ?

>
 > Schallimmissionsmessung:

>
 > 6.2 Berechnungsergebnisse am EIP

> Hinsichtlich der Ermittlung des Beurteilungspegels am Ersatzimmissionsort durch die Zusatzbelastung (WEA 1 und WEA 2) konnten bei 95% Nennleistung keine verwertbaren Messwerte erzielt werden (Tabelle 8). Für die spätere Betrachtung der Messergebnisse gaben Sie hierzu an, dass es ausreichend ist, wenn sich die

13.03.08

schallimmissionsmessung und die Schallemissionsmessung, aus der die Schallleistungspegel für den Vergleich mit dem Ausbreitungsmodell benötigt werden, in einem hinreichend breiten Windgeschwindigkeitsbereich überschneiden. Die daraus resultierende Differenz zwischen den für diesen Ersatzimmissionsort prognostizierten Pegeln und den tatsächlichen am Standort gemessenen Pegeln beträgt nach Ihren Angaben im Mittel durchschnittlich 1,2 dB (Tabelle 10).

> Die Tatsache, dass die gemessenen Schallimmissionspegel im Mittel um 1,2 dB unter den prognostizierten Werten liegen (Überschätzung der Ausbreitungsberechnung) kann schlussendlich nicht gänzlich nachvollzogen werden. Nach meiner Einschätzung und Interpretation der Tabelle 10 kann im Nennleistungsbetrieb der Windenergieanlagen die Differenz zwischen den für den Ersatzimmissionsort prognostizierten Pegel und den tatsächlichen am Standort gemessenen Pegel auch weniger als 1,2 dB betragen. Dies hat dann auch zur Folge, dass der Schallleistungspegel in der Ausbreitungsberechnung höher anzusetzen wäre.

>

> Ich bitte hierzu, insbesondere zu Kapitel 6.2, um ausführliche Darlegung der Berechnungsergebnisse.

>

> 6.3 Berechnungsergebnisse am IP A

> Für sigma p, der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung, wurde im Prüfbereich mit nur 0,8 dB abgeschätzt. Dies ist in etwa die Hälfte der sonst üblichen 1,5 dB für eine vollständige Ausbreitungsberechnung. Warum wurde im Prüfbericht für sigma p gerade etwa die Hälfte des sonst üblichen Wertes angesetzt? Gibt es hierzu festgelegte Standards?

>

> Mit freundlichen Grüßen

>

>

> Michael Schiele

> Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

> Regionalstelle Gewerbeaufsicht

> Stresemannstr. 3-5

> 56068 Koblenz

>

> Tel.: 0261/120-2224

> Fax.: 0261/120-88-2224

> E-Mail: Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de

>

>

> -----Ursprüngliche Nachricht-----

> Von: m.koschinsky@windtest-nrw.de [mailto:m.koschinsky@windtest-nrw.de]

> Gesendet: Mittwoch, 20. Februar 2008 10:00

> An: Schiele, Michael

> Cc: i.haschenburger@wpd.de

> Betreff: Re: Schallimmissionsgutachten Windpark Gamlen vom 07.12.2007

> (Neufassung)

>

>

>

> Sehr geehrter Herr Schiele,

>

> gerne stehen für weitere Fragen bzgl. der Schallsituation im Windpark Gamlen zur

> Verfügung, und wir erläutern auch gerne weitergehend die Verfahrensweisen zur

> Abnahmemessung im Allgemeinen und auch speziell im Fall Gamlen bzw. zu unserem

> Prüfbericht SE06020B2 von 2007-12-07.

> Wir bitten aber zu bedenken, dass ein persönlicher Termin in Ihrer Behörde mit Aufwand

> und Kosten, insbesondere aufgrund der Reisezeit, verbunden sind. Wir möchten deshalb

> zunächst vorschlagen, dass Sie Punkte oder Fragen, die auch nach unserem langen

> Telefonat 2008-01-11 noch offen geblieben sind, zunächst formulieren, so dass wir diese

> vielleicht mit wenig Aufwand per Email beantworten können. Ich bin sicher, dass wir alle

> offenen Fragen auf diese Weise klären können.

>

> Mit freundlichen Grüßen,

>

> M. Koschinsky

>

>

> Am 11 Feb 2008 um 15:14 hat Schiele, Michael geschrieben:

>

Betreff: Schallimmissionsgutachten Windpark Gamlen vom 07.12.2007 (Neufassung)
Datum: Mon, 11 Feb 2008 15:14:27 +0100
> Von: "Schiele, Michael" <Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de>
> An: <m.koschinsky@windtest-nrw.de>
>
>
> Sehr geehrter Herr Dr. Koschinsky
> hinsichtlich des Schallimmissionsgutachten für den Windpark in Gamlen bestehen
> unsererseits noch Fragen (u.a. Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort und
> Bewertung der Messergebnisse). Diese Unklarheiten würden wir gerne mit Ihnen in
> einem persönlichen Gespräch in unserem Hause besprechen. Ich bitte daher um
> Terminvorschläge.
> Mit freundlichen Grüßen
> Michael Schiele
> Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
> Regionalstelle Gewerbeaufsicht
> Stresemannstr. 3-5
> 56068 Koblenz
> Tel.: 0261/120-2224
> Fax.: 0261/120-88-2224
> E-Mail: Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de
>
> Mit freundlichen Grüßen / Yours sincerely
>
> i. A. Dr. rer. nat. Markus Koschinsky
> Bereichsleiter Akustik / Elektrische Eigenschaften
> Area Manager Acoustics / Electrical Properties
>
>
> windtest grevenbroich gmbh
> Frimmersdorfer Straße 73
> D-41517 Grevenbroich
>
> Phone: +49 (0)2181 / 2278-20
> Fax: +49 (0)2181 / 2278-11
> Mobile: +49 (0)163 / 62280-20
> Email: m.koschinsky@windtest-nrw.de
> Web: www.windtest-nrw.de
>
> Geschäftsführerin / Managing Director
> Dipl.-Geol. Monika Krämer
> Handelsregister / Commercial Register:
> Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758

Mit freundlichen Grüßen / Yours sincerely

i. A. Dr. rer. nat. Markus Koschinsky
Bereichsleiter Akustik / Elektrische Eigenschaften
Area Manager Acoustics / Electrical Properties

windtest grevenbroich gmbh
Frimmersdorfer Straße 73
D-41517 Grevenbroich

Phone: +49 (0)2181 / 2278-20
Fax: +49 (0)2181 / 2278-11
Mobile: +49 (0)163 / 62280-20
Email: m.koschinsky@windtest-nrw.de
Web: www.windtest-nrw.de

Geschäftsführerin / Managing Director
Dipl.-Geol. Monika Krämer

13.03.08

ndelsregister / Commercial Register:
Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758

**Besuchen Sie uns auf der
EWEC in Brüssel
31.März bis 3.April 2008
Stand 7C501**

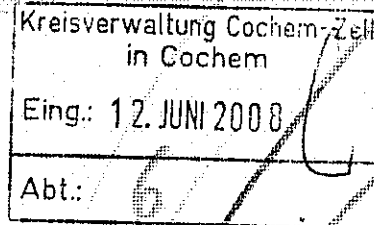
13.03.08



Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord • Postfach 20 03 61 • 56003 Koblenz

Kreisverwaltung
Cochem-Zell
Endertplatz 2

56812 Cochem



Struktur- und
Genehmigungsdirektion Nord

Regionalstelle Gewerbeaufsicht
Stresemannstraße 3-5
56068 Koblenz

Telefon (02 61) 1 20 - 0
Telefax (02 61) 1 20 - 21 71
E-Mail Poststelle23@sgdnord.rlp.de

Ihr Zeichen
Ihre Nachricht vom

BG-K 0573/2003

Mein Zeichen
Meine Nachricht vom

23/3-135-190
52.0-0246/04

Auskunft erteilt
Telefon/Fax (persönlich)
E-Mail (persönlich)

Michael Schiele
-1202224/-120882224
Michael.Schiele@sgdnord.rlp.de

Dienstgebäude
Zimmer

Stresemannstr. 3-5

Datum

10.06.08

Schallimmissionsgutachten SE06020B3 der Firma Grevenbroich GmbH vom 03.06.2008 für den Windpark Gamlen

Sehr geehrter Herr Loosen,

gemäß fernmündlicher Rücksprache am 10.06.2008 erhalten Sie eine Ausfertigung des Schallimmissionsgutachten der Firma Grevenbroich GmbH vom 03.06.2008 für den Windpark in Gamlen zur Kenntnis.

Hinweis: Mit dem beigefügtem Schallimmissionsgutachten wurde der Nachweis über die Einhaltung der Immissionsrichtwerte, wie in meiner Stellungnahme zum Genehmigungsverfahren vom 06.10.2004, Az.: 23/3-135-190, 52.0-0246/04 unter Pkt. 3 und Pkt. 4 aufgeführt, nachgewiesen.

Mit freundlichen Grüßen

Michael Schiele

Abteilungen:

- Zentralabteilung
- Gewerbeaufsicht Zentralreferat u.
Regionalstelle Koblenz
- Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft
Bodenschutz
Zentralreferat
Regionalstelle Koblenz
- Raumordnung, Landespflge,
Bauwesen

Dienstgebäude:

- Stresemannstr. 3-5
- Stresemannstr. 3-5

Telefaxnummern:

(02 61) 1 20 22 00

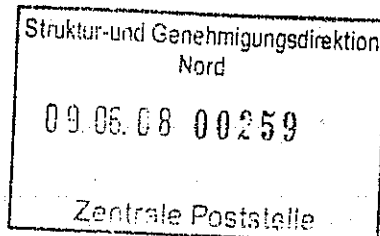
Konto der Landesoberkasse:

Sparkasse Koblenz
Kto.-Nr. 72 900 (BLZ 570 501 20)

Besuchszeiten:

montags-donnerstags: 9.00 - 12.00 Uhr u.
14.00 - 16.00 Uhr
freitags: 9.00 - 12.00 Uhr

Kurzmitteilung an KV-COC über die Einhaltung der Grenzwerte WKA in Gamlen vom 10_06_2008.doc



windtest
grevenbroich gmbh

windtest grevenbroich gmbh • Frimmersdorfer Str. 73 • D-41517 Grevenbroich

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Regionalstelle Gewerbeaufsicht
Herr Michael Schiele
Stresemannstr. 3-5
D – 56068 Koblenz

Kurzmitteilung:

Ihr Zeichen / Your Ref:

Ihr Schreiben vom: / Your letter of:

Bearbeiter / Name: Frau Scholz

Datum / Date: 04.06.2008

Anbei übersenden wir Ihnen / Enclosed please find: Bericht SE06020B3

mit der Bitte um / for

- ☐ Kenntnisnahme / reference
- ☐ Stellungnahme / comments
- ☐ Erledigung / settle
- ☐ Anruf / call

- ☐ Unterschrift und Rückgabe / signature a. return
- ☐ Zum Verbleib / Your Ref:
- ☐ Weiterleitung / transmission to:
- ☐ Rückantwort bis: / reply until:

Bemerkungen / Remarks:

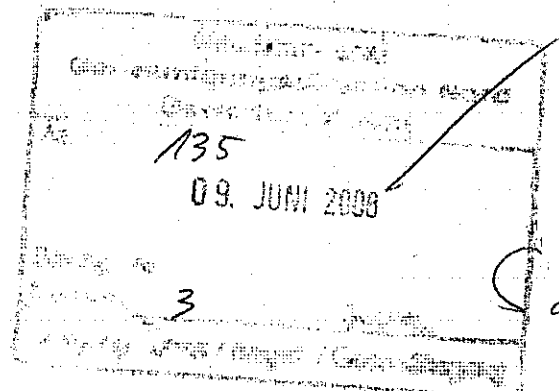
Sehr geehrter Herr Schiele,

anbei senden wir Ihnen das überarbeitete Schallimmissionsgutachten SE06020B3 für den
Windpark Gamlen.

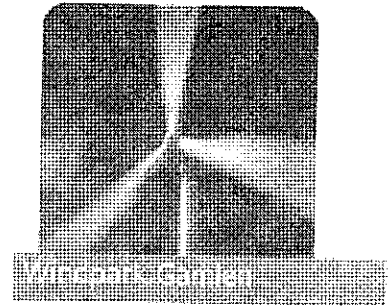
Mit freundlichen Grüßen/Yours faithfully

i. A. Marita Scholz

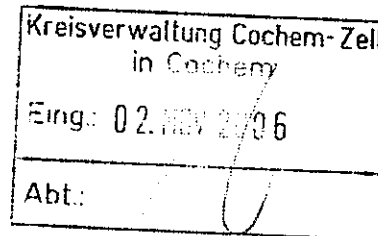
Anlagen



Windpark Gamlen GmbH & Co. KG Kurfürstenallee 23a 28211 Bremen



Kreisverwaltung Cochem-Zell
Bauaufsicht
z. H. Herrn Thorsten Loosen
Endertplatz 2
56812 Cochem



Windpark Gamlen
GmbH & Co. KG
Telefon: 0421-168 66 10
Telefax: 0421-168 66 66
WPD Windpark Fünfte
Management GmbH & Co. KG
Kurfürstenallee 23a
28211 Bremen

vorab per Fax: 02671 – 61430

Bremen, 1. November 2006 / InHa

Windpark Gamlen

Aktenzeichen: BG-K 0573/2003

Erfüllung Ihrer Auflagen

Sehr geehrter Herr Loosen,

bezugnehmend auf Ihre o.g. Baugenehmigung vom 5.2.2004 zur Errichtung von zwei Windkraftanlagen in Gamlen möchten wir zur Erfüllung Ihrer Auflagen Nr. 10 und 12 wie folgt vorgehen:

Auflage Nr. 10

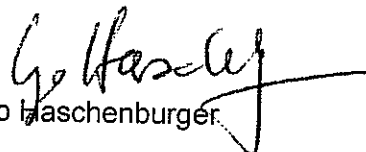
Die geforderte Schall-Nachmessung wurde von uns bei der WINDTEST Grevenbroich GmbH in Auftrag gegeben, eine Auftragsbestätigung vom 31.10.2006 liegt diesem Schreiben bei. Vor den Messungen wird sich WINDTEST mit der SGD-Nord als zuständige Behörde in Verbindung setzen.

Auflage Nr. 12

Die Ausgleichszahlung in Höhe von € 15.338,70 wird umgehend an die Landeshauptkasse überwiesen. Die Kompensationsmaßnahmen werden wir in Form des Ersatzgeldes in Höhe von € 5.000,- auf eines Ihrer Konten ebenfalls umgehend überweisen. Die Zahlungen wird für uns der Generalunternehmer, die WPD Infrastruktur KG, tätigen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i.A. 
Ingo Haschenburger

Anlage: Auftragsbestätigung WINDTEST Grevenbroich vom 31.10.2006

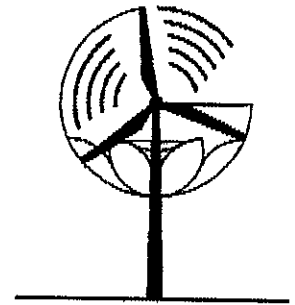
Windpark Gamlen GmbH & Co. KG, Kurfürstenallee 23a 28211 Bremen
AG Bremen HR A 23219, FA-Bremen-Mitte St.-Nr. 71/502/02889

pHG: WPD Windpark Fünfte Management GmbH & Co. KG; AG Bremen HR A 24002
Kurfürstenallee 23a, 28211 Bremen; Telefon: 0421-168 66 10 Telefax: 0421-168 66 66

vertreten durch: WPD Betriebs GmbH, Kurfürstenallee 23a, 28211 Bremen, AG Bremen HRB 21083
Geschäftsführer: Dipl.-Soz.päd. Barbara Gleschen, Dipl.-Oec. Nils Brümmer, Dipl.-Oec. Carsten Meyer

WINDTEST

Grevenbroich GmbH



WINDTEST Grevenbroich GmbH · Frimmersdorfer Str. 73 · D-41517 Grevenbroich

Windpark Gamlen GmbH & Co. KG
Herr Ingo Haschenburger
Kurfürstenallee 23a

D - 28211 Bremen

FAX-Nr. 0421 - 168 66 66

Frimmersdorfer Straße 73
D-41517 Grevenbroich
Phone +49 (0) 2181 / 2278-0
Fax +49 (0) 2181 / 2278-11
info@windtest-nrw.de
www.windtest-nrw.de

Ihr Zeichen
Your sign

Ihre Nachricht vom
Your message

Unsere Zeichen
Our sign

Datum
Date
31.10.06

Bearbeiter
Person in charge
Herr Hartmann

Auftragsbestätigung zu Angebot A06 0167

Auftrags-Nr. 06 0108 07

Ihr Auftrag vom 26.10.06

Sehr geehrter Herr Haschenburger,

wir bestätigen Ihren o. g. Auftrag:

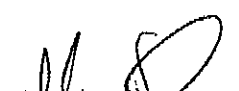
Position	Bezeichnung
1	Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage vom Typ N90 am Standort WP Gamlen nach aktueller FGW-Richtlinie zur Bestimmung des Schalleistungspegels inkl. Dokumentation der Ergebnisse

Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass die Kommunikation per Email unsicher ist, da für Dritte grundsätzlich die Möglichkeit der Kenntnisnahme und Manipulation besteht. Bitte teilen Sie uns mit beiliegendem Formblatt schriftlich mit, wenn Sie mit der Übermittlung von Daten und Berichten unverschlüsselt per Email nicht einverstanden sind.

Falls der Rechnungsempfänger und der Auftraggeber nicht identisch sind, bitten wir um sofortige schriftliche Mitteilung mit Bezug zum Auftrag. Ansonsten ist automatisch der Auftraggeber auch Rechnungsempfänger und zur Zahlung verpflichtet. Für Änderungswünsche, die uns erst nach Erhalt der Rechnung mitgeteilt werden, werden wir Ihnen den entstandenen Verwaltungsaufwand mit 100,00 € in Rechnung stellen.

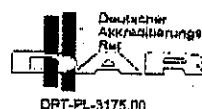
Mit freundlichen Grüßen
WINDTEST Grevenbroich GmbH


Dipl.-Geol. Monika Krämer


F. A. Maria Scholz

Anlage: Allgemeine Geschäftsbedingungen
Rückantwort-Fax zur Datenübermittlung

Geschäftsführerin / Managing Director
Dipl.-Geol. Monika Krämer
Handelsregister/Commercial Register:
Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758
USt.-IdNr./VAT No.: DE 183895079
Steuer-Nr./Tax-ID: 114/5777/0301



Die Akkreditierung
gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.

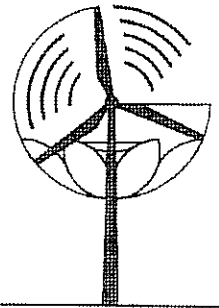


Bankverbindungen/Bankaccount
Sparkasse Neuss
BLZ 305 500 00, Kto.-Nr. 800 272 04
IBAN DE: 74305500000080027204
BIC: WELA DE 33

WM-346 DW-2006/06006 BuchhaltungIntern/Auftrag06010807.doc

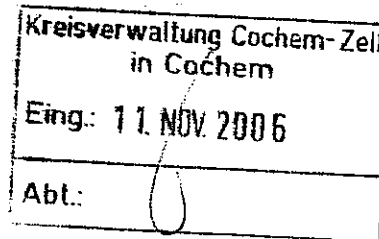
WINDTEST

Grevenbroich GmbH



WINDTEST Grevenbroich GmbH Frimmersdorfer Str. 73 · D-41517 Grevenbroich

Kreisverwaltung Cochem-Zell
Ref 6-62 Bauen und Umwelt
Postfach 1320
Stresemannstr. 3-5
56803 Cochem



Frimmersdorfer Straße 73
41517 Grevenbroich
Phone +49 (0) 2181 / 2278-0
Fax +49 (0) 2181 / 2278-11
info@windtest-nrw.de
www.windtest-nrw.de

Ihr Zeichen
Your sign

Ihre Nachricht vom
Your message

Unsere Zeichen
Our sign

Datum
Date

Bearbeiter
Person in charge

10.11.06

Klaus Hanswillemenke

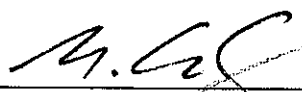
Auftragsbestätigung der Schallvermessung im Windpark Gamlen

Sehr geehrter Damen und Herren,

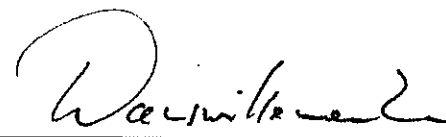
hiermit möchten wir Ihnen mitteilen, dass die WINDTEST Grevenbroich GmbH am 26.10.2006 von der Windpark Gamlen GmbH & Co. KG beauftragt wurde, die Schallvermessung im Windpark Gamlen durchzuführen. Die Messung wird nach Absprache des Messkonzeptes mit der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord und unserem Auftraggeber bei geeigneten Wetterbedingungen durchgeführt.

Mit freundlichen Grüßen

WINDTEST Grevenbroich GmbH

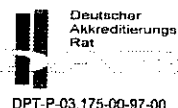

i. A. Dr. Markus Koschinsky




i. A. Dipl.-Met. Klaus Hanswillemenke

F:\SE\SE06020_Gamlen\Schriftverkehr\Auftragsbest_Gamlen_KV_CochemZell.doc

Geschäftsführerin / Managing Director
Dipl.-Geol. Monika Krömer
Handelsregister/Commercial Register:
Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758
USt.-IdNr./VAT No.: DE 183895079
Steuer-Nr./Tax-ID: 114/5708/1248



Die Akkreditierung
gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.



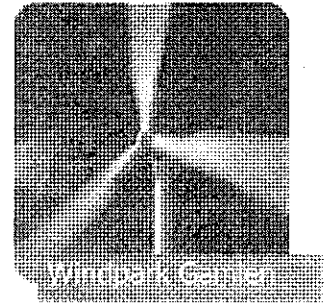
Bankverbindungen/Bankaccount
Sparkasse Neuss
BLZ 305 500 00, Kto.-Nr. 800 272 04
IBAN DE: 74305500000080027204
BIC: WELA DE 33

Windpark Gamlen GmbH & Co. KG, Universitätsallee 18 (Haus I), 28359 Bremen

Kreisverwaltung Cochem-Zell
Bauamt
Herrn Loosen
Endertplatz 2

56812 Cochem

Kreisverwaltung Cochem-Zell in Cochem Eing: 21. AUG. 2007 Abt.: _____
--



Windpark Gamlen
GmbH & Co. KG
Tel.: 0421-460344 400
Fax: 0421-460344 555
WPD Windpark Fünfte
Management GmbH & Co. KG
Universitätsallee 18 (Haus I)
28359 Bremen

Bremen, 20. August 2007 / ih

Bauvorhaben: Windpark Gamlen
Aktenzeichen: 6-62 BG-K 0573/2003
Schall-Nachvermessung

Sehr geehrter Herr Loosen,

anliegend erhalten Sie gemäß der Baugenehmigung vom 5.2.2004 nebst Ihrem Schreiben vom 18.10.2004 die von uns vorzulegende Schallnachvermessung in Form des beigefügten Schallimmissionsgutachtens vom 1. August 2007, erstellt durch die Windtest Grevenbroich GmbH.

Bitte bestätigen Sie uns den Erhalt des Gutachtens und nach Ihrer Prüfung, dass ein schallreduzierter Betriebe der beiden Windenergieanlagen in Gamlen nicht mehr erforderlich ist. Der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord in Koblenz haben wir ebenfalls ein Exemplar zur Prüfung vorgelegt.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüße

i.A. 
Ingo Haschenburger

Anlage

Windpark Gamlen GmbH & Co. KG, Universitätsallee 18 (Haus I), 28359 Bremen
Tel. 0421-460344 400, Fax: 0421-460344 555

AG Bremen HR A 23219, FA-Bremen-Mitte St.-Nr. 71/502/02889

pHG. WPD Windpark Fünfte Management GmbH & Co. KG, Universitätsallee 18 (Haus I), 28359 Bremen, AG Bremen HR A 24002

vertreten durch: WPD Betriebs GmbH, Universitätsallee 18 Haus 1, 28359 Bremen, AG Bremen HRB 21083

Zweigniederlassung: WPD Betriebs GmbH, Dorfstr. 1, 39435 Egein
Geschäftsführer: Dipl.-Soz.päd. Barbara Gieschen, Dipl.-Oec. Nils Brümmer, Dipl.-Oec. Carsten Meyer



windtest
grevenbroich gmbh

Schallimmissionsgutachten für Immissionsorte in der Umgebung der Windenergieanlagen vom Typ Nordex N90 im Windpark Gamlen

Messung 2007-06-27/28

Vollständiger Bericht

2008-06-03

SE06020B3

Dieser Bericht ersetzt den vorhergehenden Bericht SE06020B2 von 2007-12-07

Frimmersdorfer Str. 73 · D-41517 Grevenbroich · Phone +49 (0)2181 2278-0 · Fax +49 (0)2181 2278-11 · info@windtest-nrw.de · www.windtest-nrw.de

Geschäftsführer / Managing Director: Dipl.-Geod. Monika Krämer · Handelsregister/Commercial Register: Amtsgericht Mönchengladbach HRB 7758
USt-IdNr./VAT No.: DE 183895079 · Steuer-Nr./Tax-ID: 114/57776301
Bankverbindungen/Bankaccount: Sparkasse Neuss; BLZ 305 500 00, Kto.-Nr. 600 272 04 · IBAN DE: 7430550000060027204 · BIC: WELA DE 33



Seit März 2007 ist die
VdD-Mitgliedschaft
Pflicht für alle
Akustik-Ingenieure



windtest
grevenbroich gmbh

Schallimmissionsgutachten für Immissionsorte in der Umgebung der Windenergieanlagen vom Typ Nordex N90 im Windpark Gamlen

Bericht SE06020B3

Dieser Bericht ersetzt den vorhergehenden Bericht SE06020B1 von 2007-08-01

Standort bzw. Messort:	Windpark Gamlen, Ser.-Nr. NX8326 und NX8327		
Auftraggeber:	Windpark Gamlen GmbH & Co. KG Universitätsallee 18, Haus I D-28359 Bremen		
Auftragnehmer:	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73 D-41517 Grevenbroich		
Datum der Auftragserteilung:	2006-10-26	Auftragsnummer	06 0108 07

Geprüft:

Dipl.-Ing. Holger Pasch

Grevenbroich, 2008-06-03

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Thomas Fischer

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 48 Seiten inkl. der Anlagen.

G:\SE\SE06020_Gamlen\Bericht\B3\SE06020_B3_rev1_Scan.doc



1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	GRUNDLAGEN	4
2.1	Auftragsgrundlage	4
2.2	Verfahrensgrundlagen	4
2.3	Anlagenbeschreibung	5
2.3.1	Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.3.2	Berücksichtigte Schallquellen	6
2.4	Beschreibung der Immissionsorte	7
2.5	Messkonzept	8
3	SCHALLEMISSIONSMESSUNG AN DER WEA 1	9
3.1	Messaufbau	9
3.2	Messablauf	11
3.2.1	Meteorologische Bedingungen	12
3.3	Messergebnisse	12
3.3.1	Richtcharakteristik	12
3.3.2	Subjektives Geräuschempfinden	12
3.3.3	Schalldruckpegel und immissionsrelevanter Schalleistungspegel	12
3.3.4	Impulshaltigkeit	15
3.3.5	Pegel von Einzelereignissen	15
3.3.6	Tonhaltigkeitsanalyse	15
3.3.7	Turbulenzintensität	16
3.3.8	Betriebszustände während der Messung	16
3.4	Unsicherheitsbetrachtungen	18
3.4.1	Messunsicherheit σ_R	18
3.4.2	Produktionsunsicherheit σ_P (Serienstreuung)	19
3.4.3	Gesamtunsicherheit $\sigma_{R+P, LWA}$ der Schalleistungspegel	19
3.5	Beurteilung der Ergebnisse	20
4	AUFFÄLLIGKEITSPRÜFUNGEN	20
5	SCHALLIMMISSIONSMESSUNG AM ERSATZIMMISSIONSORT	20
5.1	Messaufbau	20
5.2	Messablauf	21
5.3	Messergebnisse	22
5.3.1	Subjektives Geräuschempfinden	22
5.3.2	Schalldruck- und Beurteilungspegel	22
5.3.3	Tonhaltigkeit	25
5.4	Messunsicherheit	26
6	BERECHNUNG DER BEURTEILUNGSPEGEL	27
6.1	Berechnungsgrundlagen	27
6.2	Berechnungsergebnisse am EIP	27
6.3	Berechnungsergebnisse am IP A	28
7	ZUSAMMENFASSUNG	31
8	LITERATURVERZEICHNIS	33
9	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	34
10	ANHANG	34



1 Aufgabenstellung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) wurde 2006-10-26 von der Windpark Gamlen GmbH & Co. KG beauftragt:

- durch Schallmessungen im Windpark Gamlen die Einhaltung der genehmigten Schallleistungspegel sowie die Einhaltung der genehmigten Teil- und Gesamtimmissionspegel bzw. Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten in der Umgebung der Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Nordex N90 mit einer Nabenhöhe von $H = 80$ m (WEA 1) bzw. 100 m (WEA 2) zu überprüfen.

Die Erstellung des Messkonzeptes erfolgte in Absprache mit dem Auftraggeber und der zuständigen Behörde (Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Nord, Regionalstelle Gewerbeaufsicht Koblenz) während eines Ortstermins 2006-11-28 und dem nachfolgenden Schriftwechsel.

Dieser vorliegende Bericht ersetzt den Vorgängerbericht SE06020B1 von 2007-08-01. Gegenüber dem Vorgängerbericht wurden bzgl. der Vorbelastung durch Fremdanlagen weitere Erläuterungen eingefügt. Bzgl. der Unsicherheitsbetrachtungen der Ausbreitungsberechnungen wurden ebenfalls weitere Erläuterungen sowie detaillierte Betrachtungen hinzugefügt. Darüber hinaus wurden die detaillierten Ausbreitungsberechnungen im Anhang des Berichts angefügt. Die wesentlichen Aussagen und Ergebnisse des Vorgängerberichts bleiben weitgehend unverändert, die Unterschiede in den Beurteilungspegeln zwischen den vereinfachten Berechnungen des Vorgängerberichts und den detaillierten Berechnungen des vorliegenden Berichts betragen max. 0,1 dB.

2 Grundlagen

2.1 Auftragsgrundlage

Auftragsgrundlage sind folgende Unterlagen:

- Genehmigungsbescheid AZ BG-K 0573/2003 bzw. 23/3-135-190 / 52.0-0246/04 Schi/Ha von 2004-10-06
- Schallimmissionsprognose (2. Nachtrag) der Fa. ENP von 2004-08-18

Entsprechend dem Bescheid sind von einem staatlich anerkannten Sachverständigen die Messungen durchzuführen und in einem Messbericht schriftlich festzuhalten.

Die windtest grevenbroich gmbh ist in Rheinland-Pfalz benannte Messstelle nach §26 BImSchG.

2.2 Verfahrensgrundlagen

Sowohl genehmigungsbedürftige als auch nicht genehmigungsbedürftige Anlagen unterliegen den Bestimmungen des BImSchG [5]. Dieses Gesetz hat das Ziel, „Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Sachen vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen [...] und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“. Entsprechend § 3 dieses Gesetzes sollen solche Immissionen verhindert werden, die „nach Art und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“. Um dieser Prämisse gerecht werden zu können, dienen die Technischen Anleitungen (TA) der Präzisierung und der praktischen Umsetzung der Beurteilungsverfahren. Die Messung und Beurteilung der Geräuschsituation erfolgt auf Grundlage der TA Lärm [6]. In ihr sind Angaben zu den Messverfahren wie auch zu den Auswerteverfahren in Bezug auf die Geräuschemission



enthalten. Auffälligkeiten (ton- oder impulsartiger Komponenten im Geräusch) sind nach DIN 45681 [3] bzw. DIN 45645 [4] zu ermitteln. Ist die Beurteilung der Geräuschsituation an den Immissionspunkten nur über eine Bestimmung der Schallleistungspegel und eine anschließende Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 [7] sinnvoll oder möglich, so werden in Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden für den Immissionsschutz die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen (WEA) gemäß Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [1], Revision 17, Stand 01.07.2006, bestimmt.

Diese Richtlinie stellt den Stand der Technik für die akustische Vermessung von WEA dar. Dies gewährleistet eine objektive Beurteilung, da diese Verfahren speziell auf die Problematik der Schallmessung an WEA abgestimmt sind (z. B. Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 10 m/s) und auch die subjektive Einflussnahme des Gutachters durch diese Verfahren minimiert wird.

Angegeben werden der immissionsrelevante Schallleistungspegel sowie die Ton- und Impulshaltigkeit im Nahfeld der WEA im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe (und evtl. bei 95 % der Nennleistung, sofern diese unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht wird).

Aufgrund der speziellen Problematik von Schallmessungen an WEA werden auch Schallimmissionsmessungen in Anlehnung an die Technische Richtlinie für Windenergieanlagen [1] durchgeführt, in dem Sinne, dass die allgemeinen Verfahrensanweisungen der TA Lärm im Sinne von [1] präzisiert werden, z. B. was die Klassierung der Messergebnisse nach Windklassen betrifft.

2.3 Anlagenbeschreibung

Bei den Anlagen, deren Schallimmissionen an den Immissionsorten (IP) untersucht werden sollen, handelt es sich um im Dauerbetrieb betriebene Windenergieanlagen des Typs Nordex N90.

Akustisch betrachtet setzt sich eine WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Zu nennen sind hier z. B. Komponenten wie Generator, Getriebe, Hydraulikpumpen, Transformatoren und Umrichter, welche sowohl über die Öffnungen in der Gondel und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen. Diese Geräusche können tonhaltig sein.

Aerodynamisch bedingte Geräusche, verursacht durch die Rotation der Rotorblätter, stellen die zweite wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen bzw. dem Pitchwinkel abhängig.

Die vermessenen WEA weisen die in der Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf. Detaillierte Angaben finden sich in den Herstellerbescheinigungen im Anhang.

Beide WEA sind, von der Nabenhöhe abgesehen (80 m bei WEA 1, 100 m bei WEA 2), in ihren wesentlichen Komponenten (Rotorblätter, Getriebe etc.) identisch.



Tabelle 1: Technische Daten der Windenergieanlage

Hersteller	Nordex GmbH
WEA-Typ	Nordex N90
Seriennummer	NX8326 (WEA 1)
Standort	Gamlen
Nennleistung	2300 kW
Leistungsregelung	Pitch
Nabenhöhe ü. Grund	80 m (WEA 1)
Turmbauart	zyl./kon.Stahlrohr
Anordnung Rotorblätter zum Turm	Luv
Anzahl der Rotorblätter	3
Rotordurchmesser	90 m
Blatt-Typ	LM 43.8 P
Nenn Drehzahl / -bereich	14,9 / 9,6 – 16,9 rpm
Getriebe-Typ	Eickhoff CPNHZ-244
Generator-Typ	VWM DAKAA 6328-6U



Abb. 1: WEA Nordex N90 (WEA 1)

2.3.1 Beschreibung des Anlagenstandortes

Der Standort der Anlagen befindet sich nordwestlich der Ortschaft Gamlen in Rheinland-Pfalz. Die Umgebung des Standortes besteht überwiegend aus hügeligen landwirtschaftlich genutzten Flächen mit zahlreichen eingestreuten Waldstücken, Hecken und einzelnen Bäumen.

Weitere Ortschaften in der Umgebung des Windparks Gamlen sind Dungenheim (nordwestlich) und Eulgem (südwestlich).

Der maßgebliche Immissionsort, für den auch gemäß Genehmigungsbescheid die Einhaltung der festgesetzten Werte nachzuweisen ist, ist der IP A in „Gamlen, Auf dem Kälchen 10“.

2.3.2 Berücksichtigte Schallquellen

Die zu beurteilenden Geräuschimmissionen bestehen in Form der Betriebsgeräusche der 2 WEA des Auftraggebers (Zusatzbelastung).

Weiterhin liegen als Vorbelastung die Geräuschimmissionen weiterer Windenergieanlagen anderer Betreiber und Hersteller vor, welche weiter nordwestlich vom Anlagenstandort liegen.

Die Summe der Geräuschimmissionen aller Windenergieanlagen, also sowohl der beiden Anlagen des Auftraggebers als auch der weiteren Windenergieanlagen der Vorbelastung, stellen an diesem Standort die Gesamtbelastung dar.

Gemäß den Genehmigungsbescheiden und dem abgesprochenen Messkonzept sind sowohl die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen des Auftraggebers zu bestimmen, sowie die Teilbeurteilungspegel (Zusatzbelastung) und die Gesamtbelastung am IP A zu bestimmen.



Eine weitere Vorbelastung durch andere Anlagen im Sinne der TA Lärm besteht an dem zu vermessenden Immissionsort nicht.

Fremdgeräusche treten hier vorwiegend in Form von Windgeräuschen sowie von Verkehrsgereuschen der nahe gelegenen Autobahn BAB 48 (als Dauergeräusch) auf. Einzelne Störgeräusche liegen in Form von Auto- und Flugverkehr vor.

2.4 Beschreibung der Immissionsorte

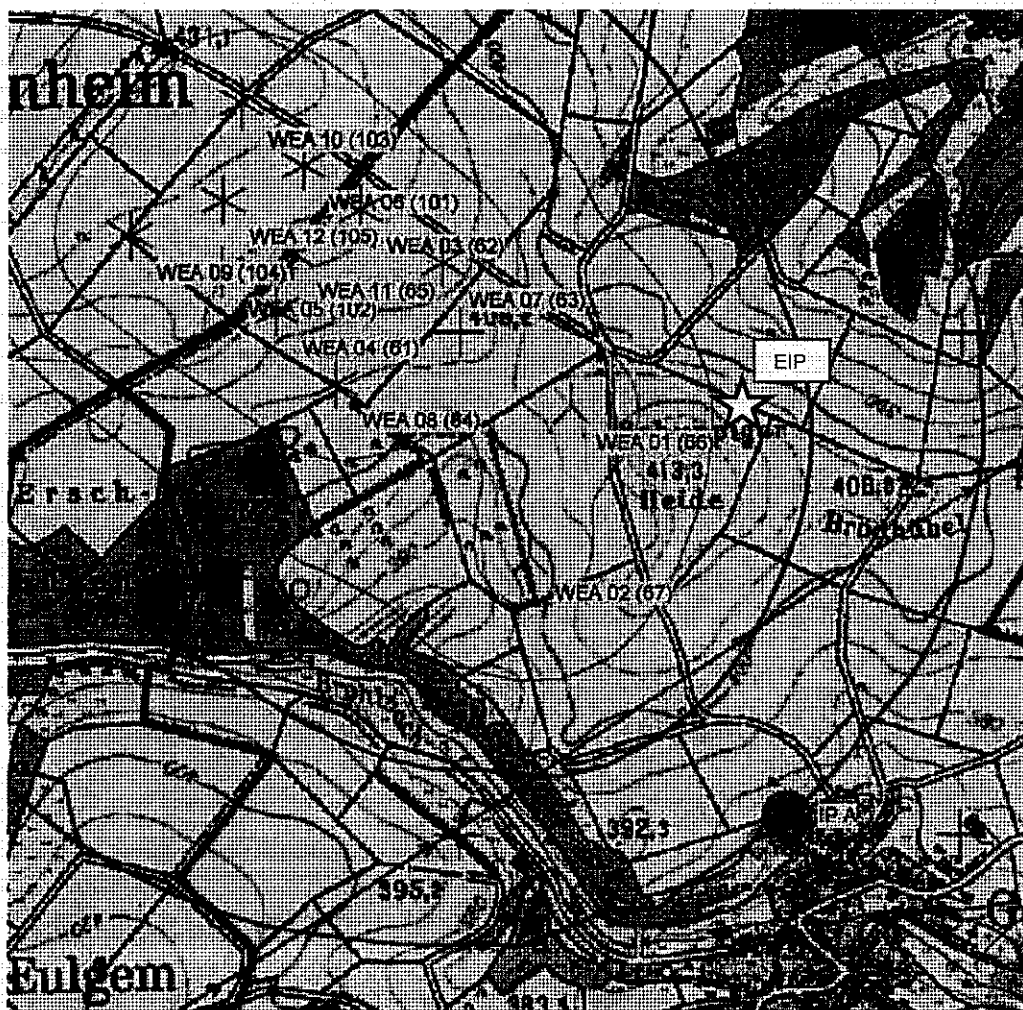


Abb. 2: WEA 1 und 2 des Auftraggebers (rote Symbole), Ersatzimmissionsort (EIP) und Immissionsort IP A

Bei dem Immissionsort IP A handelt es sich um ein Wohnhaus am Ortsrand von Gamlen mit einem Immissionsrichtwert von 40 dB bei Nacht (allgemeines Wohngebiet WA). Die Entfernung zur WEA 1 beträgt 920 m, zur WEA 2 726 m.

Reflektierende oder abschirmende Hindernisse, die berücksichtigt werden müssten, sind nicht vorhanden.

In der Umgebung des Immissionsortes findet sich Bewuchs in Form von Hecken und Gärten, so dass hier mit einem nicht unerheblichen Anteil an windinduzierten Fremdgeräuschen zu rechnen ist. Weiterhin ist hier auch bei Nacht die Geräuschbelastung durch die nahe gelegene BAB 48 deutlich wahrnehmbar. Es ist deshalb davon auszugehen, dass eine Immissionsmessung direkt



am Immissionsort nicht den notwendigen Fremdgeräuschabstand von $\Delta L \geq 3$ dB ergeben würde und somit keine aussagekräftigen Messergebnisse erzielt werden können.

2.5 Messkonzept

Das Messkonzept wurde während eines Ortstermins 2006-11-28, an dem Vertreter der zuständigen Behörde sowie Vertreter von windtest grevenbroich gmbh anwesend waren, besprochen. Gemäß dieser Besprechung wurde das Messkonzept dann von windtest grevenbroich gmbh schriftlich festgelegt (2006-12-11) und im weiteren Schriftwechsel (Stellungnahme und Erläuterungen) mit der Behörde abgestimmt.

Dem Messkonzept und den Genehmigungsbescheiden entsprechend, sind die Schallleistungspegel der Windenergieanlagen festgelegt auf maximal $L_{WA} = 103,3$ dB, zzgl. Toleranzen für Messunsicherheit und Serienstreuung. Dies soll durch eine Schallemissionsmessung nachgewiesen werden, wobei es ausreichend sein soll, eine der Anlagen exemplarisch zu vermessen. Da die beiden WEA dieses Windparks gemäß Bestätigung des Herstellers in ihren wesentlichen, akustisch relevanten Bauteilen identisch sind, ist von einer sehr geringen Streuung der Schallleistungspegel zwischen den einzelnen Anlagen auszugehen, die Ergebnisse können dann auch auf die jeweils andere WEA im Windpark Gamlen übertragen werden.

Weiterhin sind gemäß Genehmigungsbescheid auch der Immissionsanteil der Windenergieanlagen durch die Zusatzbelastung bzw. die Einhaltung der Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung an dem IP A gemäß TA Lärm zu untersuchen und zu beurteilen.

Dabei kann die Vorbelastung durch Fremdanlagen nicht messtechnisch ermittelt werden (Abstände der Fremdanlagen zu groß, Fremdanlagen können nicht ohne erheblichen Aufwand abgeschaltet werden). Durch die Messung wird ausschließlich die Zusatzbelastung durch die zu beurteilenden Anlagen Nordex N90 ermittelt. Die Vorbelastung kann jedoch der vorliegenden Schallprognose entnommen und bei der Ermittlung der Gesamtbelastung rechnerisch berücksichtigt werden.

Gemäß Messkonzept soll eine Schallimmissionsmessung an einem Ersatzimmissionsort (EIP) durchgeführt werden, insbesondere um die in den Schallprognosen notwendigen Unsicherheiten der Ausbreitungsberechnung zu eliminieren, bzw. den Unterschied zwischen der Ausbreitungsberechnung und den tatsächlichen Ausbreitungsbedingungen vor Ort zu ermitteln.

Der EIP sollte so gewählt werden, dass er unter Mitwindbedingungen in einer Entfernung von den Windenergieanlagen so liegt, dass hier Immissionspegel von ca. 45 dB - 50 dB zu erwarten sind. Für diesen Standort soll dann der Fremdgeräuschabstand mindestens $\Delta L \geq 3$ dB betragen.

Die Beurteilung der Immissionssituation erfolgt dann auf Grundlage der Vermessungsergebnisse (tatsächliche Schallleistungspegel der WEA aus der Emissionsmessung, tatsächliche Ausbreitungsbedingungen am Standort aus der Immissionsmessung am EIP) in Kombination mit der Ausbreitungsberechnung.

Es werden deshalb im Folgenden die Schallemissionsmessungen und die Schallimmissionsmessung am EIP von 2007-06-27/28 sowie die Berechnung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten sowie die Unsicherheitsbetrachtungen ausführlich dargestellt.



3 Schallemissionsmessung an der WEA 1

3.1 Messaufbau

Nach subjektiver Vorprüfung am Messtag konnte festgestellt werden, dass die Schallemissionen der beiden zu beurteilenden Windenergieanlagen in Bezug auf Gesamtpegel und Auffälligkeiten sich subjektiv nicht merklich unterscheiden. Von daher bestand keine Präferenz, eine vermeintlich lautere oder auffälligere der beiden WEA für die Vermessung auszuwählen. Aufgrund der Bedingungen am Standort wurde dann für die Vermessung die WEA 1 ausgewählt. An der WEA 2 hätte die Messposition innerhalb eines fast reifen Getreidefeldes gelegen, was zu erheblichen windinduzierten Fremdgeräuschen geführt und damit die Messung erschwert hätte.

Die Anordnung der Messpunkte wurde gemäß [2] gewählt. Die Messung der Schallemissionen am Referenzpunkt wurde mit einem Mikrofon auf einer schallharten Platte mit einem Durchmesser von 1 m in einem Abstand zum Turmmittelpunkt der WEA von $R_{0, \text{gewählt}} = 151 \text{ m}$ durchgeführt. Der Referenzpunkt war in Mitwindrichtung zur WEA angeordnet (Abb. 3).

Der Schalldruckpegel (Betriebsgeräusch BG und Hintergrundgeräusch HG) wurde mit Hilfe eines Mikrofons und eines Schallpegelmessers aufgezeichnet und für nachträgliche Analysen zeitgleich mit einem DAT-Recorder aufgenommen. Der dämpfende Einfluss des sekundären Windschirms ist kleiner 0,1 dB und wird im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

Die eingespeiste Wirkleistung der WEA konnte in diesem Fall nicht mit einem Leistungsmessumformer dreiphasig (3 x Strom, 3 x Spannung) erfasst werden, da die entsprechenden Messstellen im Turmfuß nicht freigeschaltet werden konnten. Aus diesem Grunde wurde die elektrische Wirkleistung der WEA der Anlagensteuerung als Steuersignal entnommen, in ein proportionales analoges Signal umgewandelt und mit Hilfe eines Analog-Digitalwandlers auf der Festplatte eines Mess-PCs gespeichert. Damit einhergehende mögliche Unsicherheiten in der Leistungsbestimmung beeinflussen dabei nicht die Bestimmung des maximalen Schallleistungspegels und sind deshalb hier als unkritisch einzustufen.

Da die WEA Nordex N90 auf Grund der regelbaren Drehzahl und Pitchwinkel in verschiedenen Betriebsmodi gefahren werden können, ist nach [1] vorgesehen, zur eindeutigen Charakterisierung des Betriebszustandes Drehzahl und Pitchwinkel während der Messung mit aufzuzeichnen.

Drehzahl- und Pitchwinkelsignale sowie die Gondelwindgeschwindigkeit wurden, wie das Leistungssignal, über eine spezielles Modul des Herstellers als Stromsignal aus der Anlagensteuerung entnommen, digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Messrechners gespeichert.

Die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe wurden von einem Anemometer und einer Windfahne im Abstand von 60 m seitlich zur WEA erfasst, digitalisiert und ebenfalls auf der Festplatte des Mess-PCs gespeichert.

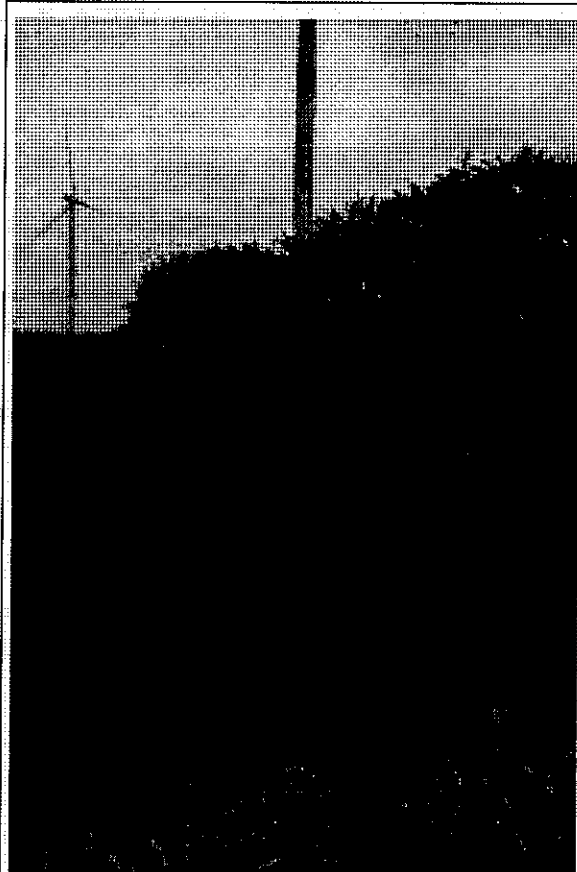


Abb. 3: Aufbau Mikrofon

Die Erfassung der meteorologischen, akustischen und elektrischen Signale wurde mit Hilfe einer Funkuhr (DCF77) synchronisiert.

Die verwendeten Messgeräte zur Erfassung aller Signale sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Um eine einwandfreie Daten- und Messsicherheit zu gewährleisten, werden alle Messgeräte in den in [2] genannten Abständen geprüft.

Die gesamte akustische Messkette wurde mit einer Prüfschallquelle vor und nach der Messung kalibriert.

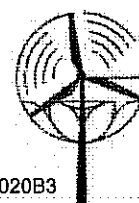


Tabelle 2: Messgeräte

Geräte Akustik:			
Mikrofon	Norsonic, Typ 1220, Serien-Nr. 17394	31.12.07	WTGMT 033/2
Mikrofon	Norsonic, Typ 1220, Serien-Nr. 28372	31.12.08	WTGMT 981
Schallpegelmesser	Norsonic 110, Serien-Nr. 19603	31.12.07	WTGMT 033/1
Schallpegelmesser	Norsonic 110, Serien-Nr. 13594	31.12.08	WTGMT 975
DAT Rekorder	Sony TCD-D10, Serien-Nr. 266736		WTGMT 044
DAT Rekorder	Sony TCD-D100, Serien-Nr. 515414		WTGMT 1193
Kalibrator	Norsonic, Typ 1251, Serien-Nr. 22360	25.01.08	WTGMT 046
Kalibrator	Brüel & Kjaer, Typ 4231, Serien-Nr. 2343270	06.10.07	WTGMT 735
Prim. Windschirm	Norsonic		
Sek. Windschirm	Windtest, Schulze-Brakel		WTGMT 1132
Sek. Windschirm	Delta		WTGMT 522
Geräte Meteorologie			
Messmast 11,40 m	Teksam Clark-Mast, Typ OT 12M/HP, Serien-Nr. 6K4820		WTGMT 996
Kombiniertes Anemometer / Windfahne	Friedrichs & Co., Typ 4433.2110, Serien-Nr. 9078	16.11.08	WTGMT 172
Messumformer	Schuhmann, Typ WU3.00		WTGMT 515
Thermometer/Hygrometer	Greisinger, Typ: GFTH 95, SN:		WTGMT 1279
Barometer	Greisinger, Typ GDH 12AN		WTGMT 563
Geräte Hardware + Software			
Datenlogger	IMC µ-MUSYCS, Serien-Nr. 97030380		WTGMT 004
Notebook	Asus L8400, Serien-Nr. 0BN1024266		WTGPC 163
Auswertesoftware	WTG Technik		
Auswertesoftware	IMC Famos Version 3.2 Rev. 6		

3.2 Messablauf

Die Messung wurde 2007-06-27/28 in der Zeit zwischen 22⁴⁰ Uhr und 01¹⁰ Uhr durchgeführt. Für die Messung der Schallemissionen wurde die benachbarte WEA des Auftraggebers außer Betrieb gesetzt. Die während der Messung in 10 m Höhe aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen in einem Bereich zwischen 6 m/s und 10 m/s (10 s-Mittelwerte). Die abgegebene Wirkleistung der WEA lag zwischen 800 kW und knapp 2400 kW. Während der Messungen des Betriebsgeräusches lief die WEA im Dauerbetrieb.

Während der Messung liefen die benachbarten Windenergieanlagen der Vorbelastung (Fremdanlagen) weiter. Diese konnten für die Vermessung nicht abgeschaltet werden. Der akustische Einfluss dieser Anlagen ist jedoch am Messpunkt so gering, dass er in der Fremdgeräuschkorrektur für die Betriebsgeräusche der zu vermessenden Anlagen Nordex N90 berücksichtigt werden kann (s. Kap. 3.3.3), und somit in den Messergebnissen der Schallemissionsmessung nicht enthalten ist.

Bei der Messung wurden parallel der Schalldruckpegel, die elektrische Wirkleistung, die Generatordrehzahl und der Pitchwinkel, die Windgeschwindigkeiten auf der Gondel und in 10 m Höhe und die Windrichtung gemessen und aufgezeichnet.



Störgeräusche, die während der Messung auftraten (z. B. Autoverkehr, landwirtschaftlicher Verkehr, Flugverkehr), wurden für die Ermittlung der Schallemissionswerte (Betrieb und Hintergrund) ausgeschlossen.

3.2.1 Meteorologische Bedingungen

Die meteorologischen Bedingungen wurden während der Messzeit kontinuierlich aufgezeichnet. Es herrschten die in Tabelle 3 dargestellten meteorologischen Bedingungen.

Tabelle 3: Meteorologische Bedingungen während der Messzeit (Mittelwerte)

Bewölkung	bewölkt
Luftdruck	961 - 962 hPa
Lufttemperatur	12 - 14 °C
Luftfeuchte	80 %

3.3 Messergebnisse

3.3.1 Richtcharakteristik

Es wurde subjektiv keine ausgeprägte Richtcharakteristik für die WEA Nordex N90 festgestellt.

3.3.2 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Am Referenzpunkt sind Tonhaltigkeiten subjektiv nicht wahrnehmbar. Das Anlagengeräusch ist insgesamt als unauffällig einzustufen.

3.3.3 Schalldruckpegel und immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Zur Analyse der charakteristischen Schallwerte bei den verschiedenen Windgeschwindigkeiten wurden die gemessenen Schalldruckwerte, Leistungswerte und Windgeschwindigkeiten des Messzeitraums nach Status unterschieden und analysiert.

Es wurde unterschieden zwischen Zeiträumen Anlagenbetrieb (Betriebsgeräusche BG, Status = 1) und Anlagenstillstand (Hintergrundgeräusche HG, Status = 0,5). Status = 0 bedeutet, dass die Geräuschdaten aufgrund von Störgeräuschen nicht für die Auswertung herangezogen werden dürfen (vgl. Anhang).

Aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Werte wurden je nach Status die Leistung, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Schalldruckpegel gefiltert. Das arithmetische Mittel der Windgeschwindigkeit und der Leistung sowie das energetische Mittel der Schalldruckpegel über jeweils 10 s waren Grundlage zur Ermittlung der Regressionen für die Schalldruckpegel Betrieb und Hintergrund.

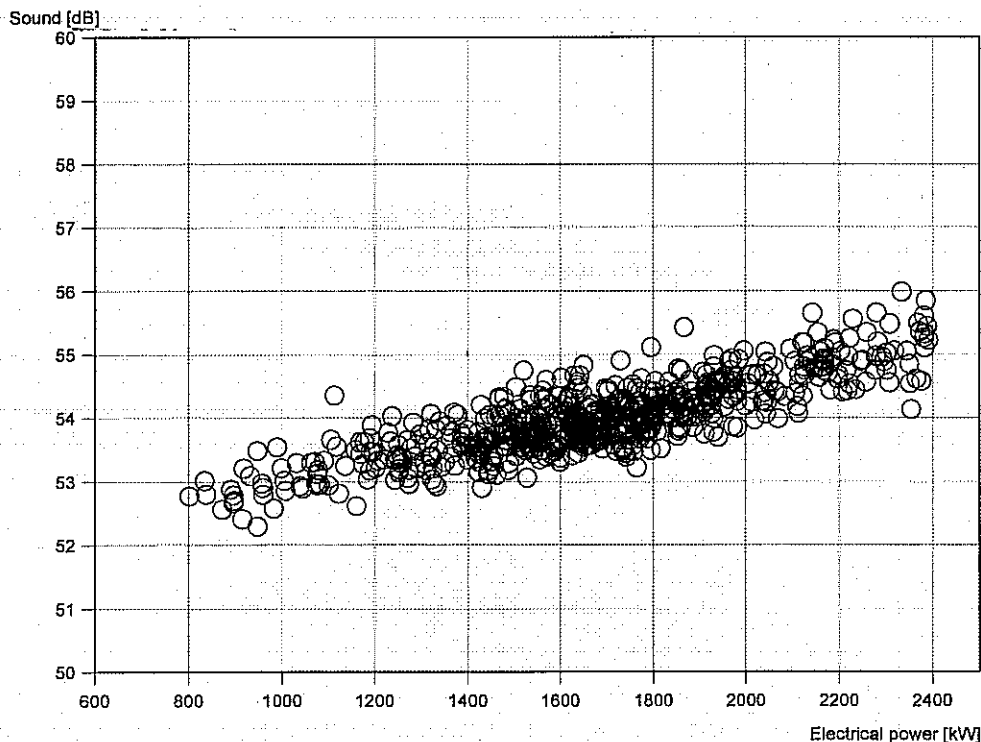


Abb. 4: Schalldruckpegel über elektrischer Leistung

Aus der gemessenen Wirkleistung wurde mit Hilfe der zu Grunde gelegten Leistungskurve (vgl. Anhang), einer meteorologischen Korrektur gemäß [2] und einem logarithmischen Ansatz für das Windgeschwindigkeitsprofil (Rauigkeitslänge $z_0=0,05$ m) auf die standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe geschlossen.

$$v_{p10} = v_H \cdot \frac{\ln 10 / z_0}{\ln H / z_0} \quad \text{mit } z_0 = 0,05 \text{ m, } H = 80 \text{ m}$$

Aus der standardisierten Windgeschwindigkeit und der im Betrieb der WEA gemessenen Windgeschwindigkeit wurde der Korrekturfaktor κ für die gemessene Hintergrundwindgeschwindigkeit bestimmt.

$$\kappa = \frac{v_{p10}}{v_{mess,10}} \quad \text{und} \quad v_{mess,10,korr} = \kappa \cdot v_{mess,10}$$

Es wurde ein Korrekturfaktor $\kappa = 0,92$ zur Korrektur der gemessenen Hintergrundwindgeschwindigkeiten bestimmt. Daraus ergaben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Regressionen. Messwerte, die bei mehr als 95 % der Nennleistung aufgenommen wurden, sind in der Abb. 5 über die gemessene κ -korrigierte Windgeschwindigkeit mit quadratischen Symbolen $\square$ dargestellt.

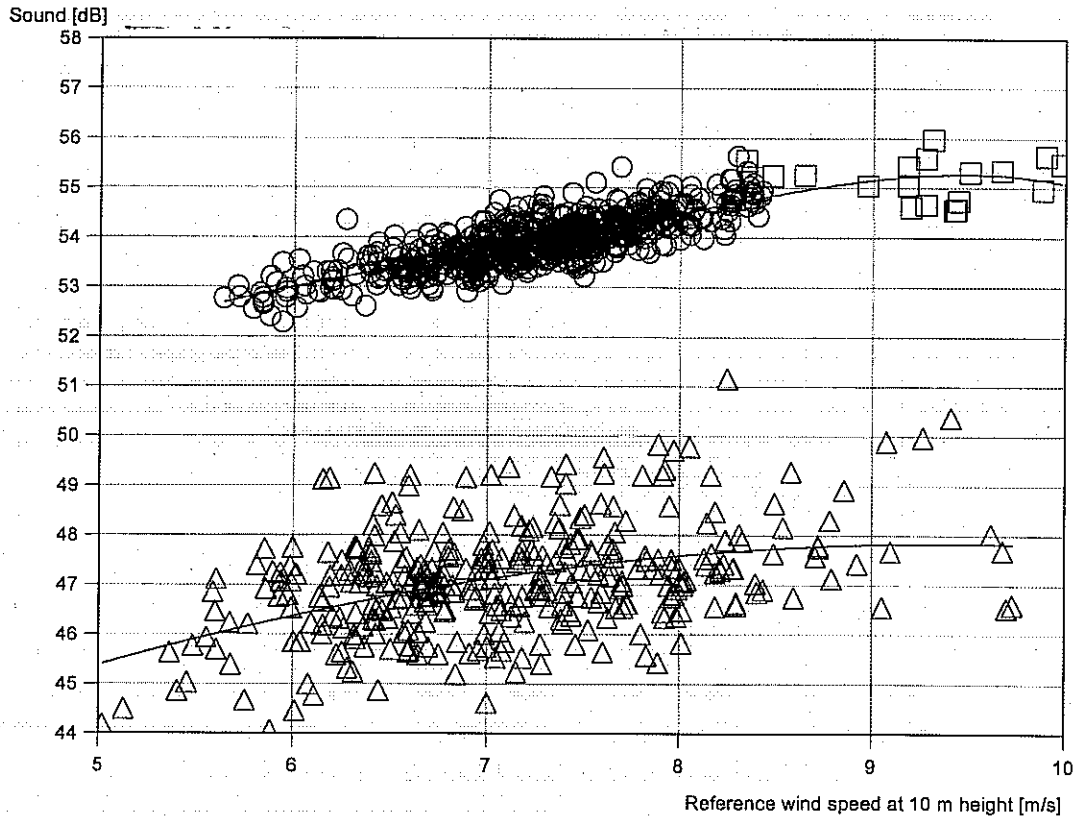


Abb. 5: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit

Regression Betrieb O: $-14,28 + 35,934 \cdot X - 7,3374 \cdot X^2 + 0,67501 \cdot X^3 - 0,023123 \cdot X^4$ [dB]

Regression Hintergrund Δ: $36,58 + 2,398 \cdot X - 0,1278 \cdot X^2$ [dB]

□ Messwerte größer 95%-Nennleistung

Zwischen den Regressionsgleichungen Schalldruckpegel Betrieb und Schalldruckpegel Hintergrund über der standardisierten Windgeschwindigkeit wurde der Störabstand bestimmt und anschließend der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ für den Betrieb der WEA berechnet.

$$L_{Aeq,c} = 10 \lg \left[10^{(0,1 \cdot L_{BG})} - 10^{(0,1 \cdot L_{HG})} \right]$$

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ wurde für die standardisierten Windgeschwindigkeiten von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe der Schallleistungspegel L_{WA} der WEA berechnet.

$$L_{WA} = L_{Aeq,c} - 6 \text{ dB} + 10 \cdot \log \left(4\pi \cdot \frac{R_i^2}{1 \text{ m}^2} \right) \quad \text{dB}$$

$$R_i = \sqrt{(R_o + N_A)^2 + (H - h_A)^2}$$

$$R_o = 151 \text{ m}, N_A = 2,62 \text{ m}, H = 80 \text{ m}, h_A = 0 \text{ m}$$

Damit ergaben sich für die WEA Nordex N90 in der vorliegenden Konfiguration die in der Tabelle 4 dargestellten immissionsrelevanten Schallleistungspegel.



Tabelle 4: Immissionsrelevanter Schallleistungspegel Nordex N90

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,30 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Betrieb (BG, L_{Aeq} / dB)	53,0	53,7	54,5	54,7	55,2	55,1
Hintergrund (HG, L_{Aeq} / dB)	46,4	47,1	47,6	47,7	47,8	47,8
Abstand (ΔL , L_{Aeq} / dB)	6,6	6,6	6,9	7,0	7,4	7,3
BG, korrigiert ($L_{Aeq,c}$ / dB)	52,0	52,7	53,5	53,8	54,3	54,2
Schall.-pegel (LWA / dB)	101,9	102,6	103,4	103,7	104,2	104,1
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

Aus den dargestellten Messwerten oberhalb 95 % der Nennleistung (Abb. 5) wird ersichtlich, dass für diesen Anlagentyp bei noch höheren Windgeschwindigkeiten (> 10 m/s) nicht mit einer weiteren Erhöhung der Schallemissionswerte zu rechnen ist. Ab Erreichen der Nennleistung wird die Drehzahl nicht weiter erhöht (vgl. auch Kap. 3.3.8), durch das Verstellen des Pitchwinkels zur Leistungsbegrenzung gehen dann die Schallleistungspegel tendenziell eher zurück.

3.3.4 Impulshaltigkeit

Vom Gutachter wurden keine impulsartigen Auffälligkeiten festgestellt (subjektive Beurteilung nach FGW-Richtlinie [1]). Somit wurde hier keine detaillierte Auswertung nach DIN 45645-1 [4] vorgenommen.

3.3.5 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse wie das Anfahren oder Abschalten der Anlage, Quietschen der Bremsen oder Fahren des Azimut, die den Mittelungspegel um mehr als 10 dB überschritten, wurden bei dieser Messung nicht festgestellt.

3.3.6 Tonhaltigkeitsanalyse

Die Tonhaltigkeitsauswertung ist gemäß Technischer Richtlinie [1] nach IEC 61400-11 [2] durchzuführen und nach DIN 45681 [3] mit einem Tonzuschlag K_{TN} zu bewerten.

Im vorliegenden Fall konnten jedoch weder im Nahbereich, noch in Entfernungen von mehreren hundert Metern (z. B. an den Immissionsorten) etwaige Tonhaltigkeiten subjektiv festgestellt werden. Ein möglicher, immissionsrelevanter Tonzuschlag K_T kann somit auch ohne detaillierte Tonhaltigkeitsanalyse im Nahfeld der WEA ausgeschlossen werden (s. auch Kap. 4).

Auf die detaillierte Auswertung wird deshalb hier verzichtet. Abb. 6 zeigt lediglich zur Verdeutlichung als Beispiele sechs Spektren des Betriebsgeräusches (10 s-Mittelwerte) bei 9 m/s:

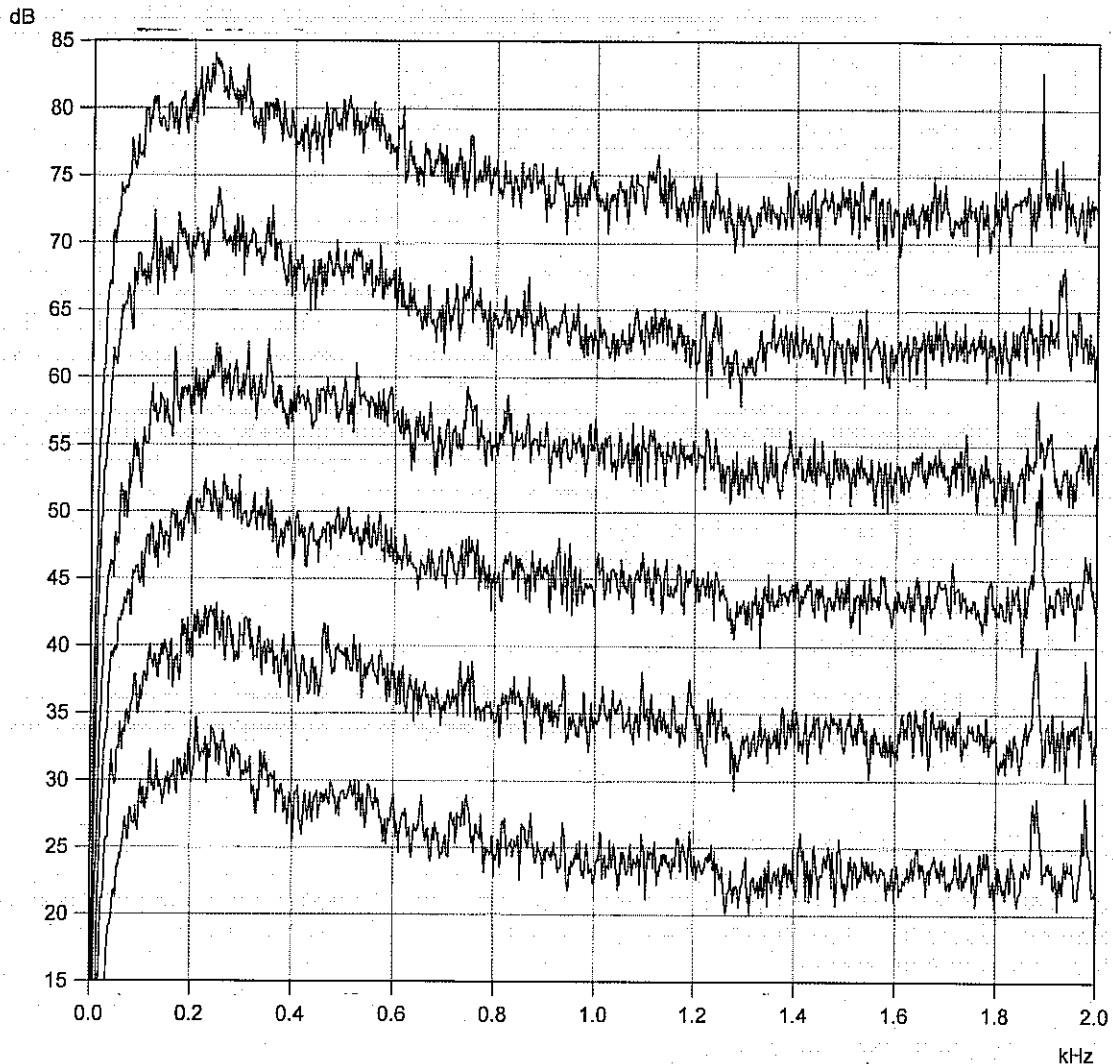


Abb. 6: Beispielspektren 9 m/s

3.3.7 Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität wurde gemäß [2] aus drei repräsentativen 10-Minuten-Zeitabschnitten der Windgeschwindigkeit und der zugehörigen Standardabweichung ermittelt.

Die Turbulenzintensität beträgt im Durchschnitt 13 %. Dieser Wert ist in 10 m Höhe gemessen und ist nicht direkt mit Werten an anderer Stelle, z. B. in Standortgutachten, zu vergleichen.

3.3.8 Betriebszustände während der Messung

In den folgenden Abbildungen wurden die Generatordrehzahl und Pitchwinkel als 10 s-Mittelwerte über der Leistung aufgetragen. Diese Messdatenverläufe charakterisieren den jeweils eingestellten Betriebsmodus der WEA und können mit Sollkurven des Herstellers verglichen werden. Der Umrechnungsfaktor zwischen Rotor- und Generatordrehzahl (Getriebeübersetzung) beträgt 1:77,84.

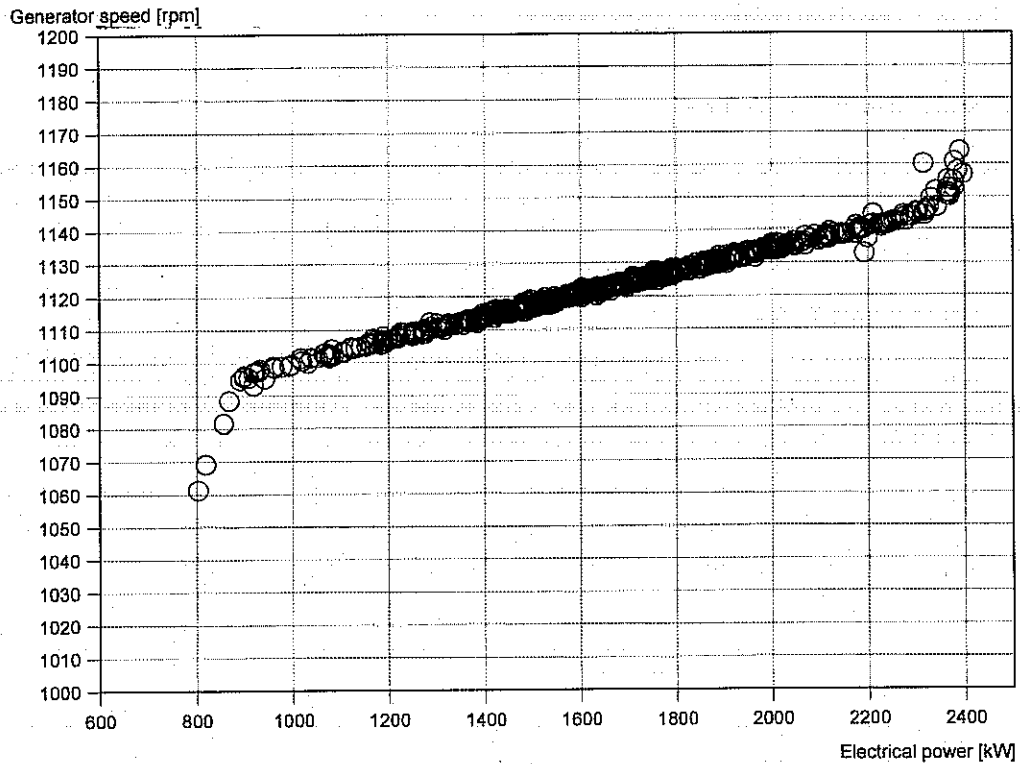
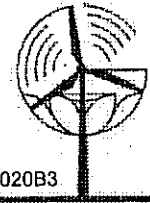


Abb. 7: Drehzahl über Leistung

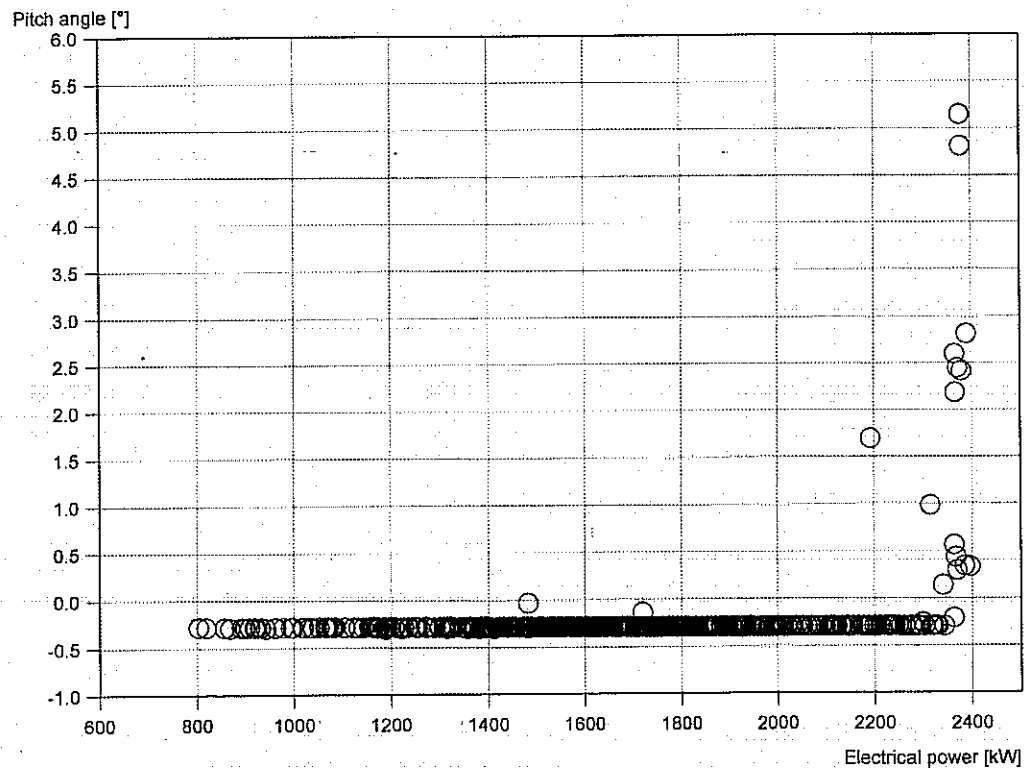


Abb. 8: Pitchwinkel über Leistung



3.4 Unsicherheitsbetrachtungen

3.4.1 Messunsicherheit σ_R

Die Messunsicherheit σ_R wird bei Schallemissionsmessungen an WEA gemäß [2] abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B). Sie wird hier exemplarisch für die Berechnung des Schallleistungspegels bei 9 m/s (maximaler Schallleistungspegel) bestimmt.

Messunsicherheit Typ A:

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bei der Windgeschwindigkeit von 9 m/s in 10 m Höhe bestimmt.

Die Gleichung für U_A in [2] beschreibt die Streuung der Messwerte um den Mittel- bzw. Regressionswert. Um die gesuchte Unsicherheit dieses Mittel- bzw. Regressionswertes zu erhalten, wird hier zusätzlich die Zahl der Messwerte im BIN als $1/\sqrt{N}$ berücksichtigt:

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (L_{Aeq, mess} - L_{Aeq, bin})^2}{N-2}} * \frac{1}{\sqrt{N}} = 0,17 \text{ dB}$$

Messunsicherheiten Typ B:

Messunsicherheiten des Typs B wurden nach Tabelle 5 abgeschätzt.

Tabelle 5: Messunsicherheiten Typ B

	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler	$U_a = a/\sqrt{3}$
Akustischer Kalibrator U_{B1}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallpegelmesser U_{B2}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallharte Platte U_{B3}	$\pm 0,5 \text{ dB}$	0,29 dB	
Messabstand U_{B4}	$\pm 0,1 \text{ dB}$	0,06 dB	
Luftimpedanz U_{B5}	$\pm 0,2 \text{ dB}$	0,12 dB	
Turbulenz U_{B6}	$\pm 0,7 \text{ dB}$	0,40 dB	
Windgeschwindigkeit U_{B7}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Hintergrund U_{B8}	$\pm 0,9 \text{ dB}$	0,51 dB	

Abschätzung der Messunsicherheit U_C :

Aus der berechneten Messunsicherheit des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typs B ergibt sich nach [2] die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_C bzw. σ_R :

$$\sigma_R = U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2} = 0,8 \text{ dB}$$

Die hier für ein BIN exemplarisch ermittelte Unsicherheit spiegelt auch in etwa die Genauigkeit der Messwerte in den anderen Windgeschwindigkeitsbereichen wieder.



3.4.2 Produktionsunsicherheit σ_P (Serienstreuung)

Für die vermessene WEA 1 findet keine Übertragung der Messergebnisse auf eine andere Anlage gleichen Typs statt, es ist deshalb für die WEA 1 keine Serienstreuung anzusetzen:

$$\sigma_P = 0 \text{ dB}$$

Für die WEA 2 kann eine Serienstreuung berücksichtigt werden, weil hier von dem an der WEA 1 gemessenen Schallleistungspegel auf den Wert der Anlage gleichen Typs, WEA 2, geschlossen wird.

Allerdings ist dann in diesem Fall hier nicht der bei einer Einzelvermessung übliche Betrag von $\sigma_P = 1,22 \text{ dB}$ anzusetzen, der verwendet wird, wenn gemessene Schallleistungspegel innerhalb beliebiger Anlagen eines Anlagentyps (hier also Nordex N90) übertragen werden, unabhängig von Fertigungsdatum, Fertigungsserie, verwendeten Komponenten (Getriebe, Rotorblätter etc.). Im vorliegenden Fall ist es vielmehr so, dass beide Anlagen innerhalb einer Fertigungsserie hergestellt und errichtet wurden. Abgesehen von der unterschiedlichen Turmhöhe sind beide Anlagen in ihren akustisch relevanten Komponenten baugleich. Aus diesem Grunde ist davon auszugehen, dass die Streuung der tatsächlichen Schallleistungspegel innerhalb dieser beiden Anlagen erheblich geringer ausfallen wird als bei beliebigen Einzelanlagen innerhalb eines Typs. Die Serienstreuung setzen wir in solchen Fällen üblicherweise ca. halb so groß an wie bei beliebigen Anlagen innerhalb eines Anlagentyps, hier also $\sigma_P = 0,6 \text{ dB}$.

Alternativ kann eine Serienstreuung aus der vorliegenden Vermessung (104,2 dB) und den zwei im Anhang der Prognose von 2004-08-18 genannten Vermessungen (103,0 dB und 103,6 dB) für diesen Anlagentyp berechnet werden. Gemäß IEC 61400-14 (TS, 2002) /10/ ergibt sich daraus ebenfalls eine Serienstreuung von $\sigma_P = 0,6 \text{ dB}$.

Es wird deshalb im Folgenden für die WEA 2 eine Produktionsunsicherheit von

$$\sigma_P = 0,6 \text{ dB}$$

verwendet.

Generell ist es in Fällen wie dem vorliegenden üblich, dass innerhalb eines Windparks (bei Baugleichheit der Einzelanlagen und Herstellung innerhalb einer Serie) nur eine Einzelanlage vermessen werden muss, und deren Messergebnisse als repräsentativ für alle Einzelanlagen dieses Parks betrachtet werden können, wie es auch im Messkonzept festgelegt worden war.

3.4.3 Gesamtunsicherheit $\sigma_{R+P, LWA}$ der Schallleistungspegel

Die kombinierte Gesamtunsicherheit der Schallleistungspegel ergibt sich wie folgt:

$$\sigma_{R+P, LWA} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Tabelle 6: Gesamtunsicherheit für WEA 1 und WEA 2

Anlage	Messunsicherheit σ_R	Produktionsunsicherheit σ_P	Gesamtunsicherheit $\sigma_{R+P, LWA}$
WEA 1	0,8 dB	0 dB	0,8 dB
WEA 2	0,8 dB	0,6 dB	1,0 dB



3.5 Beurteilung der Ergebnisse

Gemäß Genehmigungsbescheid ist ein Schallleistungspegel von max. $L_{WA} = 103,3$ dB zzgl. eines Toleranzbereiches für die Messunsicherheit und die Serienstreuung nicht zu überschreiten. Gemäß vorliegender Schallprognose wurden für die WEA Nordex N90 eine Messunsicherheit von $\sigma_R = 0,5$ dB und eine Serienstreuung von $\sigma_P = 1,22$ dB berücksichtigt, was einen Gesamtbeitrag für Messunsicherheit und Serienstreuung von $\sigma_{R,P} = 1,3$ dB ergibt. Somit sind gemäß Prognose im Rahmen des 1σ -Vertrauensbereiches Schallleistungspegel inklusive Unsicherheiten bis zu $L_{WA} = 104,6$ dB zulässig.

Der Messwert für die WEA 1 von maximal $L_{WA} = 104,2$ dB bei einer Windgeschwindigkeit von 9 m/s (in 10 m Höhe) liegt somit innerhalb des zulässigen Bereiches.

Unter Berücksichtigung von Mess- und Produktionsunsicherheit gemäß Kap. 3.4.3 kann jedoch der tatsächliche Schallleistungspegel für die WEA 1 zwischen 103,4 dB und 105,0 dB betragen, für die WEA 2 zwischen 103,2 dB und 105,2 dB. Eine Überschreitung des zulässigen Wertes von 104,6 dB kann somit nicht ausgeschlossen werden, ist jedoch aus statistischer Sicht unwahrscheinlich.

4 Auffälligkeitsprüfungen

Am Tag der Messungen wurden vom Gutachter subjektive Auffälligkeitsprüfungen vorgenommen.

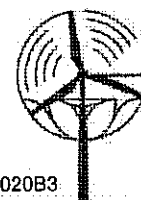
Dabei wurden zunächst die Betriebsgeräusche beider Windenergieanlagen des Windparks Gamlen im jeweiligen Nahbereich der Anlagen verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass die Betriebsgeräusche der beiden WEA sehr ähnlich klangen, sowohl was den Gesamtpegel betrifft, als auch die Geräuschcharakteristik (Klangbild, keine Ton- oder Impulshaltigkeiten). Aus dieser Überprüfung lässt sich schließen, dass die an der WEA 1 exemplarisch ermittelten Schallleistungspegel auf die WEA 2 übertragen werden können.

Weiterhin wurden die Geräuschimmissionen sowohl der allein laufenden WEA 1 wie auch bei laufenden WEA 1 und WEA 2 bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten in größerer Entfernung überprüft, sowohl in Mitwindrichtung in mehreren hundert Metern Entfernung, wie auch in anderen Windrichtungen und am Immissionsort IP A. Dabei konnten die Betriebsgeräusche der Windenergieanlagen wahrgenommen werden, es wurden aber keinerlei Auffälligkeiten festgestellt, wie Tonhaltigkeiten oder Impulshaltigkeiten. Daraus ergibt sich, dass bei der Berechnung der Beurteilungspegel für die Immissionsorte keinerlei Zuschläge für Ton- oder Impulshaltigkeiten vergeben werden müssen.

5 Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort

5.1 Messaufbau

Der Ersatzimmissionsort (EIP) wurde so gewählt, dass er in Mitwindrichtung zu den beiden zu beurteilenden Windenergieanlagen lag. Die Entfernung wurde mit 303 m zur WEA 1 und 502 m zur WEA 2 so gewählt, dass die zu erwartenden Immissionspegel im Bereich 45 dB - 50 dB liegen würden. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass in der direkten Umgebung des Mikrofons möglichst wenig windinduzierte Fremdgeräusche entstehen. Als Messstandort wurde somit ein Feldweg westlich der WEA 2 gewählt (vgl. Abb. 2).



Das Mikrofon wurde auf einem Stativ in 4 m Höhe in Richtung Windenergieanlagen ausgerichtet. Zur Vermeidung der Entstehung von Wind-Abrißgeräuschen direkt am Mikrofon wurde ein sekundärer Windschirm (Fell) verwendet, dessen Dämpfungswerte in Kap. 5.3.2 berücksichtigt werden.

Der Schalldruckpegel (Betriebsgeräusch BG und Hintergrundgeräusch HG) wurde mit Hilfe eines Mikrofons und eines Schallpegelmessers aufgezeichnet und für nachträgliche Analysen zeitgleich mit einem DAT-Recorder aufgenommen.

Im Übrigen sind Messaufbau und -vorgehensweise identisch mit der Schallemissionsmessung (Kap. 3).

5.2 Messablauf

Die Messung wurde 2007-06-27/28 in der Zeit zwischen 23⁰⁰ Uhr und 03⁰⁰ Uhr durchgeführt. Dabei war bis 01:10 nur die WEA 1 in Betrieb (die Messung wurde also bereits zeitgleich mit der Schallemissionsmessung begonnen), ab 01:10 waren beide Windenergieanlagen in Betrieb. Beide Zeiträume wurde getrennt ausgewertet. Die während der Messung in 10 m Höhe aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen in einem Bereich zwischen 5 m/s und 8,5 m/s (10 s-Mittelwerte). Die abgegebene Wirkleistung der WEA lag zwischen 400 kW und knapp 2400 kW. Während der Messungen des Betriebsgeräusches liefen die WEA im Dauerbetrieb.

Während der Messung liefen die benachbarten Windenergieanlagen der Vorbelastung weiter. Diese konnten für die Vermessung nicht abgeschaltet werden. Der akustische Einfluss dieser Anlagen ist jedoch am Messpunkt so gering, dass er in der Fremdgeräuschkorrektur berücksichtigt werden kann (s. Kap. 3.3.3 bzw. Berechnungen in Tabelle 4, Tabelle 7 und Tabelle 8). Die berechneten Messergebnisse enthalten somit keinen Anteil von Geräuschen der Vorbelastung mehr. Diese Vorgehensweise ist sinnvoll und zulässig, sofern die notwendigen Fremdgeräuschabstände (≥ 3 dB bei Immissionsmessungen, ≥ 6 dB bei Emissionsmessungen) eingehalten werden können. Dies ist bei der vorliegenden Messung der Fall. Auf diese Weise wird durch die Immissionsmessung die alleinige Zusatzbelastung durch die beiden zu beurteilenden Anlagen messtechnisch erfasst.

Insofern ist es für die Vermessungsergebnisse irrelevant, ob und welche Anlagen der Vorbelastung tatsächlich errichtet und betrieben werden.



5.3 Messergebnisse

5.3.1 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf. Am Messpunkt sind Tonhaltigkeiten subjektiv nicht wahrnehmbar. Das Anlagengeräusch ist insgesamt als unauffällig einzustufen (vgl. auch Kap. 4).

5.3.2 Schalldruck- und Beurteilungspegel

Zur Analyse der charakteristischen Schallwerte bei den verschiedenen Windgeschwindigkeiten wurden die gemessenen Schalldruckwerte, Leistungswerte und Windgeschwindigkeiten des Messzeitraums nach Status unterschieden und analysiert.

Die Auswertungen erfolgten ansonsten nach demselben Verfahren wie bei der Schallemissionsmessung und führen zu folgenden Messergebnissen für die Beurteilungspegel am Ersatzimmissionsort:

Auf diese Weise ergeben sich für die Messperiode, während der sowohl die WEA 1 als auch die WEA 2 in Betrieb waren, folgende Ergebnisse:

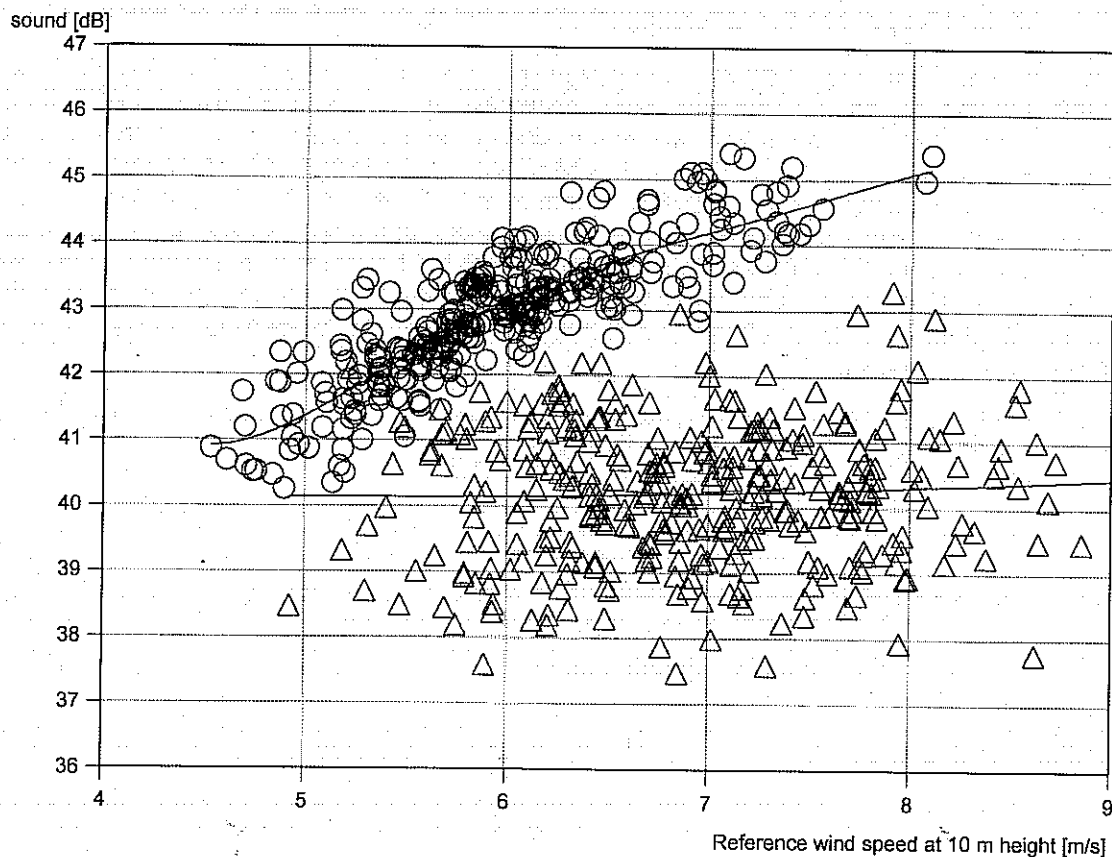


Abb. 9: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit
WEA 1 und WEA 2 in Betrieb (10 s-Mittelwerte)

Regression Betrieb O: $550,57 - 405,541 \cdot X + 126,4425 \cdot X^2 - 19,36711 \cdot X^3 + 1,464416 \cdot X^4 - 0,0438157 \cdot X^5$ [dB]

Regression Hintergrund Δ : $40,71 - 0,221 \cdot X + 0,0213 \cdot X^2$ [dB]

□ Messwerte größer 95%-Nennleistung



Für diese Messung muss die Dämpfung des sekundären Windschirms berücksichtigt werden, diese beträgt (auf ein typisches Terzspektrum angewendet) im Summenpegel 1,2 dB.

Weitere Zuschläge für Ton- oder Impulshaltigkeiten, Ruhezeiten oder Reflexionen sind hier nicht zu vergeben.

Damit ergeben sich für den Betrieb beider WEA am Ersatzimmissionsort die in der Tabelle 7 dargestellten Beurteilungspegel:

Tabelle 7: Beurteilungspegel am Ersatzimmissionsort, Betrieb WEA 1 und WEA 2 (10 s-Mittelwerte)

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,30 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Betrieb (BG, L_{Aeq} / dB)	43,1	44,2	45,1	___ ²⁾	___ ²⁾	___ ²⁾
Hintergrund (HG, L_{Aeq} / dB)	40,2	40,2	40,3	40,4	40,5	40,6
Abstand (ΔL , L_{Aeq} / dB)	2,9	4,0	4,8	___ ²⁾	___ ²⁾	___ ²⁾
BG, korrigiert ($L_{Aeq,c}$ / dB)	40,1	42,0	43,3	___ ²⁾	___ ²⁾	___ ²⁾
Korrektur sek. WS (K_S / dB)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Beurt.-Pegel (L_r / dB)	41,3	43,2	44,5	___ ²⁾	___ ²⁾	___ ²⁾
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

2) keine bzw. nicht genügend Messwerte vorhanden



Um den Verlauf zu höheren Windgeschwindigkeiten noch einmal zu verifizieren, wurde hier eine weitere Auswertung mit kürzeren Mittelungszeiten (2 s-Mittelwerte) herangezogen.

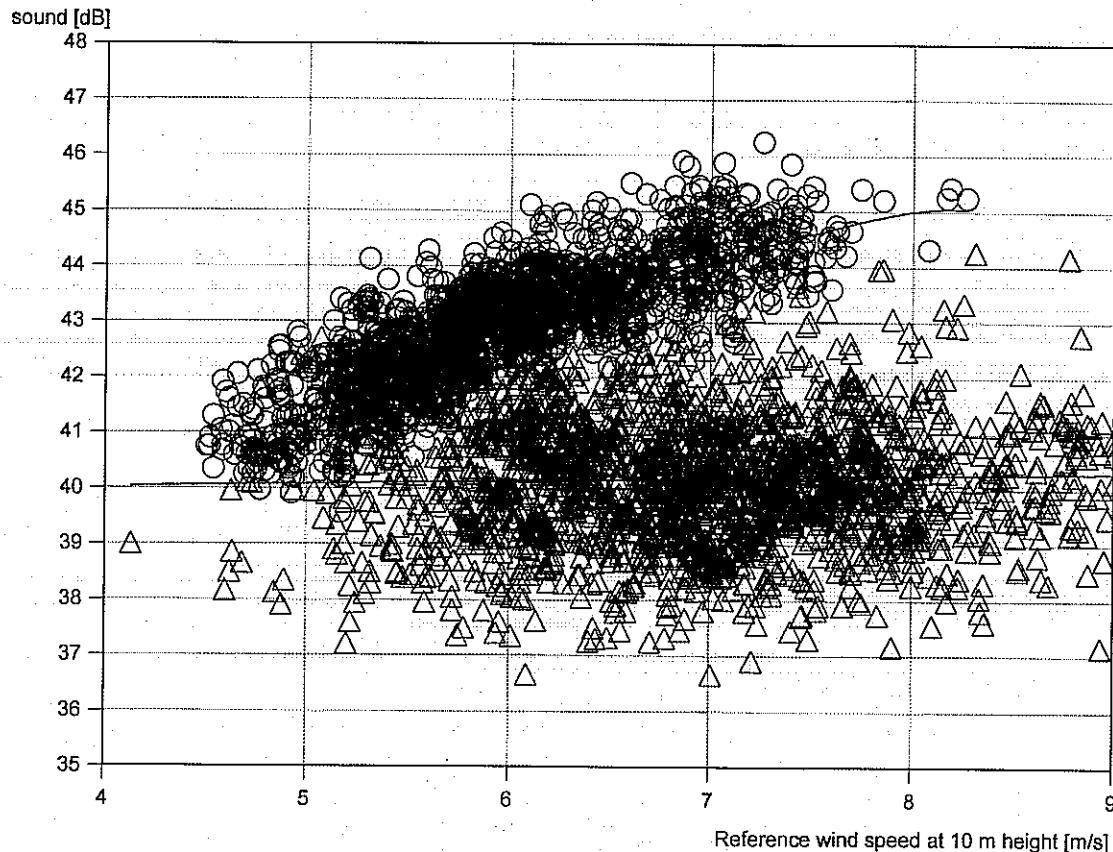


Abb. 10: Schalldruckpegel über standardisierter Windgeschwindigkeit
WEA 1 und WEA 2 in Betrieb (2 s-Mittelwerte)

$$\text{Regression Betrieb } \circ: 817,51 - 621,148 \cdot X + 195,4876 \cdot X^2 - 30,32729 \cdot X^3 + 2,327036 \cdot X^4 - 0,0707549 \cdot X^5 \text{ [dB]}$$

$$\text{Regression Hintergrund } \Delta: 39,81 + 0,055 \cdot X - 0,0001 \cdot X^2 \text{ [dB]}$$

□ Messwerte größer 95%-Nennleistung

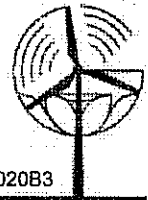
Tabelle 8: Beurteilungspegel am Ersatzimmissionsort, Betrieb WEA 1 und WEA 2 (2 s-Mittelwerte)

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,30 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Betrieb (BG, L_{Aeq} / dB)	43,1	44,1	45,0	45,0	— ²⁾	— ²⁾
Hintergrund (HG, L_{Aeq} / dB)	40,1	40,2	40,2	40,3	40,3	40,4
Abstand (ΔL , L_{Aeq} / dB)	3,0	4,0	4,8	4,8	— ²⁾	— ²⁾
BG, korrigiert ($L_{Aeq,c}$ / dB)	40,1	41,9	43,2	43,3	— ²⁾	— ²⁾
Korrektur sek. WS (K_s / dB)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Beurt.-Pegel (L_r / dB)	41,3	43,1	44,4	44,5	— ²⁾	— ²⁾
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1. 95 % Nennleistung

2. keine bzw. nicht genügend Messwerte vorhanden

Hinweis: Da die Auswertung basierend auf den 2 s-Mittelwerten eine sehr hohe Übereinstimmung mit der 10 s-Mittelwertauswertung zeigt, aber zusätzlich noch Werte bei der



95 %-Nennwindgeschwindigkeit (8,3 m/s) liefert, werden für die folgenden Berechnungen die Werte aus der Tabelle 8 herangezogen.

5.3.3 Tonhaltigkeit

Entsprechend der Tonhaltigkeitsauswertung bei der Schallemissionsmessung wurden Spektren für die Betriebsgeräusche der beiden WEA während der Messung bestimmt. Es sind keinerlei nennenswerte Auffälligkeiten bzgl. Tonhaltigkeit in den Spektren zu erkennen, auf die detaillierte Tonhaltigkeitsauswertung nach DIN 45 681 [3] wurde deshalb hier verzichtet. Es ist kein Tonhaltigkeitszuschlag zu vergeben.

Zur Verdeutlichung werden als Beispiele sechs Spektren der Schallimmissionsmessung bei 8 m/s gezeigt:

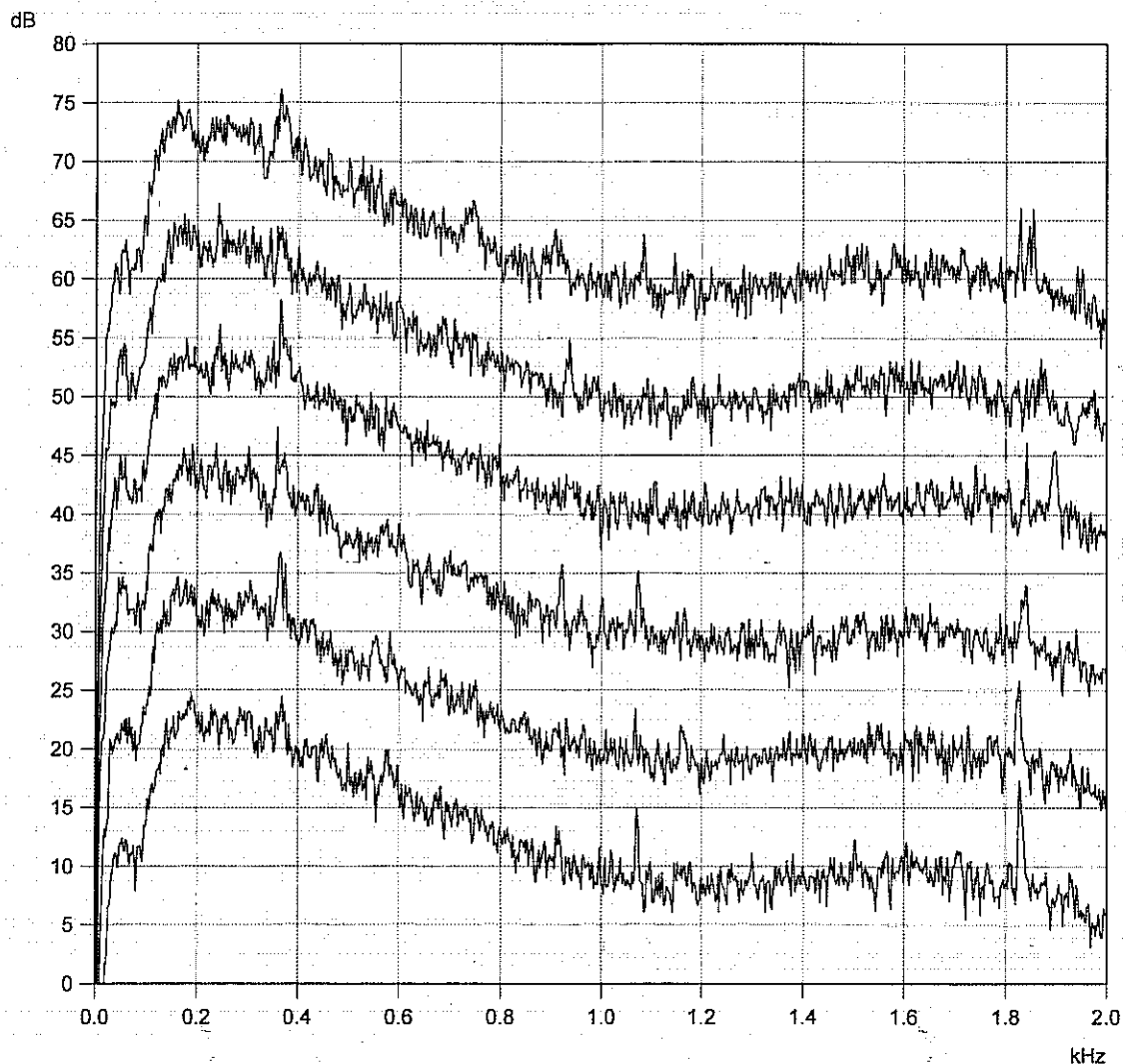
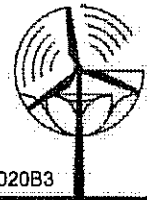


Abb. 11: Beispielspektren bei 8 m/s



5.4 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird hier in Anlehnung an das Verfahren bei der Schallemissionsmessung gemäß Kap. 3.4.1 abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B). Sie wird hier exemplarisch für die Berechnung der Immissionspegel bei 8 m/s aus der Messung bei Betrieb der WEA 1 bestimmt.

Messunsicherheit Typ A:

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bei der Windgeschwindigkeit von 8 m/s in 10 m Höhe bestimmt.

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (L_{Aeq, mess} - L_{Aeq, bin})^2}{N-2}} * \frac{1}{\sqrt{N}} = 0,13 \text{ dB}$$

Messunsicherheiten Typ B:

Messunsicherheiten des Typs B wurden nach Tabelle 9 abgeschätzt.

Tabelle 9: Messunsicherheiten Typ B

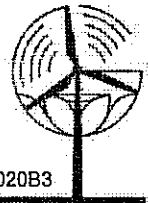
	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler	$U_a = a/\sqrt{3}$
Akustischer Kalibrator U_{B1}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallpegelmesser U_{B2}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Schallharte Platte U_{B3}	$\pm 0,0 \text{ dB}$	0,00 dB	
Messabstand U_{B4}	$\pm 0,1 \text{ dB}$	0,06 dB	
Luftimpedanz U_{B5}	$\pm 0,2 \text{ dB}$	0,12 dB	
Turbulenz U_{B6}	$\pm 0,7 \text{ dB}$	0,40 dB	
Windgeschwindigkeit U_{B7}	$\pm 0,3 \text{ dB}$	0,17 dB	
Hintergrund U_{B8}	$\pm 1,8 \text{ dB}$	1,04 dB	

Abschätzung der Messunsicherheit U_C :

Aus der berechneten Messunsicherheit des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typ B ergibt sich nach [2] die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_C bzw. $\sigma_{R, EIP}$:

$$\sigma_{R, EIP} = U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2} = 1,2 \text{ dB}$$

Die hier für ein BIN exemplarisch ermittelte Unsicherheit spiegelt auch in etwa die Genauigkeit der Messwerte in den anderen Windgeschwindigkeitsbereichen wieder.



6 Berechnung der Beurteilungspegel

6.1 Berechnungsgrundlagen

Die Teil- und Gesamtbeurteilungspegel am Immissionsort IP A werden gemäß TA Lärm, A.3.1 bzw. A.3.4 bestimmt.

Dazu dienen die gemessenen und in Kap. 3 dargestellten Schallleistungspegel der WEA 1 als Schallquellen, deren Schallimmissionen durch Ausbreitungsberechnungen gemäß ISO 9613-2 [7] berechnet werden.

Weiterhin werden die Messergebnisse der Schallimmissionsmessung am Ersatzimmissionsort derart verwendet, dass die Differenz zwischen den für diesen Ersatzimmissionsort prognostizierten Pegeln und den tatsächlich am Standort gemessenen Pegeln berücksichtigt wird.

Grundlagen der Ausbreitungsberechnung sind die vorliegende Schallprognose (s. Kap. 2.1) für diesen Standort. Die Berechnungen werden mit gleicher Datengrundlage übernommen (Koordinaten der Schallquellen und Immissionsorte). Das Geländemodell wurde selbst angelegt und die Schallleistungspegel der Schallquellen werden entsprechend den Messergebnissen angepasst.

Im vorliegenden Fall sind keinerlei Zuschläge (Ton- oder Impulshaltigkeit, Ruhezeiten etc.) zu berücksichtigen.

6.2 Berechnungsergebnisse am EIP

Zunächst soll auf Grundlage der Vermessungsergebnisse der Schallimmissionsmessung am EIP der Unterschied zwischen dem Ausbreitungsmodell und den am Standort tatsächlich auftretenden Schallpegeln berechnet werden.

Dabei ist es im Übrigen nicht notwendig, dass sich die Immissionsmessung über den gesamten Windgeschwindigkeitsbereich erstreckt, insbesondere dass die Nennleistung der Anlagen und damit der höchste Pegel am EIP erreicht wird. Vielmehr ist es ausreichend, wenn sich die Schallimmissionsmessung und die Schallemissionsmessung, aus der die Schallleistungspegel für den Vergleich mit dem Ausbreitungsmodell benötigt werden, in einem hinreichend breiten Windgeschwindigkeitsbereich überschneiden, so dass aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden können. Dies ist bei den vorliegenden Vermessungen der Fall.

Die Vermessungsergebnisse wurden in Kap. 3.3.3 und in Kap. 5.3 dargestellt.

Zur Bestimmung des prognostizierten Pegels für den Ersatzimmissionsort wird die Ausbreitungsberechnung nach ISO 9613-2 [7] angewandt. Um den direkten Vergleich mit den Messergebnissen zu ermöglichen, ist hier der tatsächliche gemessene Schallleistungspegel (also ohne Berücksichtigung von Unsicherheiten) zu verwenden, sowie kein meteorologischer Korrekturfaktor C_{met} zu berücksichtigen (da auch die Messung die Verhältnisse bei Mitwindbedingungen beschreibt).

Im Anhang ist die Berechnung exemplarisch für den maximalen Schallleistungspegel 104,2 dB bei 9 m/s dargestellt. Die prognostizierten Pegel für kleinere Windgeschwindigkeiten ergeben sich unmittelbar daraus durch Subtraktion der Differenz der Schallleistungspegel bei den entsprechenden Windgeschwindigkeiten (also z. B. bei 6 m/s ist $L_{WA} = 101,9$ dB, somit 2,3 dB geringer als bei 9 m/s, somit ist auch der prognostizierte Pegel am EIP um 2,3 dB geringer).

Damit ergeben sich mit gemäß den eigens gemessenen Schallleistungspegeln folgende prognostizierte Immissionspegel am EIP, die mit den gemessenen Immissionspegeln verglichen werden können:



Tabelle 10: Vergleich zwischen Immissionspegeln aus Ausbreitungsberechnung und Messung

Windgeschwindigkeit	6 m/s	7 m/s	8 m/s	8,3 m/s ²⁾	9 m/s	10 m/s
Schallleistungspegel L_{WA} [dB]	101,9	102,6	103,4	103,7	104,2	104,1
WEA 1 + 2 in Betrieb, 2 s-Mittelwerte						
Prognose [dB]	44,1	44,8	45,6	45,9	46,4	46,3
Messwert [dB]	41,3	43,1	44,4	44,5	--- ¹⁾	--- ¹⁾
Differenz Messwert - Prognose [dB]	-2,8	-1,7	-1,2	-1,4	--- ¹⁾	--- ¹⁾

1) keine oder nicht genügend Messwerte vorhanden

2) 95 % Nennleistung

Die Differenz aus den jeweils aus der eigenen Emissionsmessung prognostizierten und den gemessenen Immissionspegeln ergibt die Aussage darüber, inwiefern das Ausbreitungsmodell die Ausbreitungsbedingungen am konkreten Standort über- oder unterschätzt.

Da die Einzelwerte bei den jeweiligen Windgeschwindigkeiten und Betriebsmodi gewissen Streuungen unterliegen, ist es sinnvoll, die Ergebnisse daraus zu mitteln.

Der Vergleich zeigt, dass die gemessenen Schallimmissionspegel (2 s-Mittelwerte) am Ersatzimmissionsort im Mittel um 1,8 dB unterhalb der Immissionspegel liegen, welche sich aus der Ausbreitungsberechnung ergeben. Die Ausbreitungsberechnung gemäß DIN ISO 9613-2 [7] überschätzt also am Standort Gamlen die Schallimmissionen systematisch, die prognostizierten Werte können dementsprechend nach unten korrigiert werden. Dies ist insofern plausibel, als dass die Prognose nach DIN ISO 9613-2 im alternativen Verfahren an mehreren Stellen „worst case“-Abschätzungen vornimmt.

Anmerkung: Die Tatsache, dass die gemessenen Immissionspegel im Mittel um 1,8 dB unter den prognostizierten Werten liegen, ist als völlig normal und nachvollziehbar zu betrachten. Die Ausbreitungsberechnungen enthalten eine Reihe erheblicher Unsicherheiten und Vereinfachungen, welche sich auch in dem hohen Unsicherheitsfaktor manifestieren, der üblicherweise zu $\sigma_{\text{Prog}} = 1,5$ dB mit einem typischen Streubereich von Einzelergebnissen von bis zu ± 3 dB angesetzt wird. Das bedeutet, dass real gemessene Immissionspegel tatsächlich erheblich von den prognostizierten Pegeln abweichen können. Nach unserer Messerfahrung (und auch der anderer Institute) ist dies an vielen Standorten auch genau so der Fall, wobei häufiger der Fall eintritt, dass die gemessenen Pegel unterhalb der prognostizierten Pegel liegen, als umgekehrt. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass die Prognose mit einer Reihe von „worst case“ Annahmen rechnet, um im Zweifelsfall aus Sicht des Immissionsschutzes „auf der sicheren Seite“ zu liegen.

Im weiteren Verlauf wird nun davon ausgegangen, dass sich diese messtechnisch erfasste Korrektur des Ausbreitungsmodells von -1,8 dB an dem konkreten Standort vom Ersatzimmissionsort auf den tatsächlich zu beurteilenden Immissionsort übertragen lässt, wobei diese Aussage wiederum einer gewissen Unsicherheit unterliegt (s. Kap. 6.3)

6.3 Berechnungsergebnisse am IP A

Die Bestimmung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten kann nun auf folgender Grundlage durchgeführt werden:

1. Für die Schallleistungspegel der zu beurteilenden WEA ist zunächst von dem gemessenen maximalen Wert von $L_{WA, 9 \text{ m/s}} = 104,2$ dB auszugehen. Zusätzlich sind folgende Unsicherheitskomponenten und Korrekturen zu berücksichtigen:
 - Die kombinierten Unsicherheiten der Schallleistungspegelbestimmung $\sigma_{R+P, LWA}$ sind Kap. 3.4.3 zu entnehmen.



- Da auch die Messergebnisse der Immissionsmessung am EIP in die Berechnung einfließen, ist auch die zugehörige Messunsicherheit $\sigma_{R, EIP}$ gemäß Kap. 5.4 zu berücksichtigen.
- Für die Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung ist ein reduzierter Wert zu verwenden. Die tatsächlichen Ausbreitungsbedingungen wurden bereits in Kap. 6.2 bestimmt, damit erstreckt sich die Unsicherheit des Prognosemodells hier nur noch auf die Übertragung der Korrektur vom EIP auf den tatsächlichen Immissionsort. Sie wird hier mit ca. der Hälfte der sonst üblichen $\sigma_{Prog} = 1,5 \text{ dB}$ (im Falle der vollständigen Ausbreitungsberechnung) abgeschätzt, also hier $\sigma_{Prog} = 0,8 \text{ dB}$.
- Die Gesamtunsicherheit σ_{ges} ist in Anlehnung an /10/ quadratisch aus den o. g. Einzelkomponenten zu berechnen.
- Ein Erweiterungsfaktor von 1,28 ist zur Bestimmung des 90 %-igen oberen Vertrauensbereiches zu verwenden.
- Die messtechnisch ermittelte Korrektur zwischen dem prognostizierten Pegel und dem tatsächlich am EIP gemessenen Pegel in Höhe von -1,8 dB ist zu berücksichtigen.

Damit ergeben sich folgende Eingangsgrößen für die Ausbreitungsberechnung:

Anlage	L_{WA}	$\sigma_{R+P, LWA}$	$\sigma_{R, EIP}$	σ_{Prog}	σ_{ges}	$\sigma_{ges} \cdot 1,28$	Korrektur	$L_{WA, OVB}$
WEA 1	104,2 dB	0,8 dB	1,2 dB	0,8 dB	1,7 dB	2,2 dB	-1,8 dB	104,6 dB
WEA 2	104,2 dB	1,0 dB	1,2 dB	0,8 dB	1,8 dB	2,3 dB	-1,8 dB	104,7 dB

2. Die meteorologische Korrektur C_{met} ist zu berücksichtigen, da für die Immissionsorte ein Langzeit-Beurteilungspegel gebildet werden soll. Es wird $C_0 = 2,0 \text{ dB}$ angenommen.
3. Die Vorbelastung durch Fremdanlagen ist zu berücksichtigen. Da die Vorbelastung nicht messtechnisch ermittelt werden konnte, wird diese rechnerisch bei der Bestimmung der Gesamtbelastung berücksichtigt. Dazu wird keine eigene Ausbreitungsberechnung erstellt, da die rechnerischen Werte unmittelbar aus der vorliegenden Schallprognose von 2004-08-18 übernommen werden können. Hier ergibt sich für die angesetzten 10 Windenergieanlagen der Vorbelastung (4x Enercon E-40, 4x GE 1.5sl, 1x Südwind S77, 1x Vestas V52) am Immissionsort IP A ein Teilbeurteilungspegel von 35,3 dB, inklusive des oberen Vertrauensbereiches für diese Fremdanlagen (Tab. 4 der Prognose). Dieser Wert wird im Folgenden verwendet.

Anmerkung: Bzgl. der Frage, ob die tatsächlich vorhandene (errichtete und betriebene) Vorbelastung den Annahmen aus der Schallprognose entspricht, liegen uns keine weiteren Erkenntnisse vor. Sofern weniger Anlagen errichtet wurden als in der Prognose angenommen, ist dies für die dargestellten Ergebnisse irrelevant, da hierdurch die Vorbelastung und damit auch die Gesamtbelastung geringer würde, unsere Ergebnisse somit „auf der sicheren Seite“ liegen.

Für den Fall, dass zwischenzeitlich mehr Fremdanlagen errichtet oder genehmigt wurden, als in der Prognose angenommen, bitten wir diesbezüglich um Nachricht. Diese müssten dann noch zusätzlich berücksichtigt werden.

Damit ergeben sich für den IP A (Auf dem Kälchen 10, Gamlen) die Teil- und Gesamtbeurteilungspegel, wobei in allen Betrachtungen auf den jeweils maximal zu erwartenden Pegel abgestellt wird, der bei einem Schallleistungspegel von $L_{WA, 9 \text{ m/s}} = 104,2 \text{ dB}$ erreicht wird. Dabei werden diese Ergebnisse mit den genehmigten Werten verglichen und außerdem noch den Wer-



ten gegenübergestellt, die gemäß der ursprünglich vorliegenden Schallprognose Grundlage der Baugenehmigung waren:

Tabelle 11: Beurteilungspegel am Immissionsort IP A

Immissionsort IP A	aktuelle Messwerte in Verbindung mit Ausbreitungsberechnung	Ergebnisse der ursprünglichen Schallprognose
Teilpegel L _r WEA 1 und 2 inkl. OVB [dB]	36,7	37,9
genehmigter Wert L _r [dB]	38,0	38,0
eingehalten	ja	ja
Vorbelastung L _r Fremdanlagen inkl. OVB [dB] (aus Prognose 2004-08-18)	35,3	35,3
Gesamtbelastung L _r WEA 1 und 2 und Fremdanlagen inkl. OVB [dB]	39,1	39,8
genehmigter Wert L _r [dB]	40	40
eingehalten	ja	ja

Die detaillierten Ausbreitungsberechnungen können dem Anhang entnommen werden.

Die gemäß der vorliegenden Genehmigung einzuhaltenden Teilpegel bzw. Immissionsrichtwerte werden, auch unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereiches, eingehalten. Die gemessenen Werte liegen noch jeweils etwas niedriger als die Werte der Schallprognose.

Für die anderen beiden in der Schallprognose von 2004-08-18 genannten Immissionsorte ergeben sich bei gleicher Berechnung ebenfalls Beurteilungspegel, die geringfügig unterhalb der Prognose von 2004-08-18 liegen, somit werden auch hier die Immissionsrichtwerte eingehalten (s. detaillierte Berechnungen im Anhang).



7 Zusammenfassung

Im Auftrag der Windpark Gamlen GmbH & Co. KG wurden von der Firma windtest grevenbroich gmbh die Schallimmissionen an Immissionsorten in der Umgebung der zwei WEA Nordex N90 (Windpark Gamlen) nach TA Lärm untersucht. Dabei wurde hier aufgrund der Umgebungsbedingungen eine Bestimmung des Schalleistungspegels einer der Windenergieanlagen (nach Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen der FGW [1]) mit einer Schallimmissionsmessung an einem Ersatzimmissionsort und einer Ausbreitungsberechnung (nach DIN ISO 9613-2 [7]) verknüpft. Grundlage für den Messaufbau ist dabei die IEC 61400-11 [2].

Die Messungen wurden 2007-06-27/28 im Windpark Gamlen durchgeführt.

Weiterhin wurden Auffälligkeitsprüfungen im Umfeld des Windparks durchgeführt.

Eine ausgeprägte Richtungscharakteristik des Anlagengeräusches ist bei diesen Windenergieanlagen nicht festgestellt worden. Einzelereignisse, die den Mittelungspegel im Betrieb der WEA um mehr als 10 dB überschreiten, traten nicht auf.

Die Tonhaltigkeitsanalyse ergab keinerlei Tonhaltigkeiten oder Impulshaltigkeiten, weder im Nahbereich noch in immissionsrelevanten Entfernungen.

Insgesamt ist das Anlagengeräusch in allen Entfernungen als unauffällig einzustufen. Es sind keinerlei Zuschläge (z. B. für Tonhaltigkeit) zu vergeben.

Nach Auswertung der gemessenen Werte in den einzelnen Windgeschwindigkeitsbereichen ergeben sich für die Nordex N90 im offenen Betriebszustand die in Tabelle 12 aufgeführten Pegel.

Tabelle 12: Messergebnisse für die Schallemissionsmessung an der WEA Nordex N90

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (v_{10m})	BIN 6 5,5–6,5 m/s	BIN 7 6,5–7,5 m/s	BIN 8 7,5–8,5 m/s	8,3 m/s ¹⁾	BIN 9 8,5–9,5 m/s	BIN 10 9,5–10,5 m/s
Schall.-pegel (LWA / dB)	101,9	102,6	103,4	103,7	104,2	104,1
Drehzahl (n / rpm)	1100	1119	1137	1140	1150	1155
Elektr. Leistung (P / kW)	1026	1546	2070	2185	2346	2377

1) 95 % Nennleistung

Es wurde ein Schalleistungspegel von maximal $L_{WA} = 104,2$ dB bei 9 m/s (in 10 m Höhe) festgestellt.

Dabei kann unter Berücksichtigung von Mess- und Produktionsunsicherheiten eine Überschreitung des gemäß Genehmigungsbescheid festgelegten Schalleistungspegel von 103,3 dB zzgl. Toleranzbereich nicht ausgeschlossen werden. Allerdings sollte hier die Bewertung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten im Vordergrund stehen, die im Folgenden zusammengefasst werden.

Die Ausbreitungsberechnungen wurden auf Grundlage der vorliegende Schallprognose durchgeführt, welche auch Grundlage der Baugenehmigungen war (Koordinaten der WEA und Immissionsorte).

Die Schallimmissionsmessung wurde an einem Ersatzimmissionsort in der Nähe der beiden zu beurteilenden Windenergieanlagen durchgeführt. Die Entfernungen wurden so gewählt, dass ein hinreichend großer Fremdgeräuschabstand von mindestens $\Delta L \geq 3$ dB erreicht werden konnte. Die Ergebnisse der Schallimmissionsmessung zeigen, dass die tatsächlichen Immissionspegel an diesem Standort im Mittel 1,8 dB niedriger liegen, als gemäß Ausbreitungsberechnung (welche mit vielen „worst case“-Annahmen arbeitet) zu erwarten wäre. Dies wurde bei der Berechnung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten als Korrekturterm berücksichtigt.

Unter Einbeziehung der Messergebnisse von Schallemissionsmessung, Schallimmissionsmessung und der Ausbreitungsberechnung ergeben sich unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten



(Oberer Vertrauensbereich OVB) für den Immissionsort IP A „Auf dem Kälchen 10“ in Gamlen folgende Beurteilungspegel:

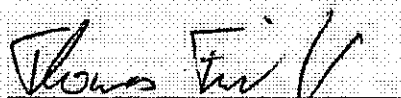
Tabelle 13: Beurteilungspegel am Immissionsort IP A

Immissionsort IP A	Beurteilungspegel
Teilpegel L_r WEA 1 + WEA 2, inkl. OVB	36,7 dB
genehmigter Wert L_r	38,0 dB
eingehalten	ja
Vorbelastung L_r Fremdanlagen inkl. OVB	35,3 dB
Gesamtbelastung L_r WEA 1 und 2 und Fremdanlagen inkl. OVB	39,1 dB
genehmigter Wert L_r	40 dB
eingehalten	ja

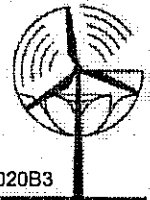
Die gemäß der vorliegenden Genehmigung einzuhaltenden Teilpegel bzw. Immissionsrichtwerte am Immissionsort IP A werden, auch unter Berücksichtigung des oberen Vertrauensbereiches, eingehalten.

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

Grevenbroich, 2008-06-03


Dipl.-Ing. Thomas Fischer





8 Literaturverzeichnis

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 17, Stand 01.07.2006 Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
- [2] IEC 61400-11,
Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
Second edition, Dezember 2002
- [2a] IEC 61400-11:2002, Amendment 1: Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques, Juni 2006
- [3] DIN 45681
Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen
März 2005
- [4] DIN 45645, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Juli 1996.
- [5] BImSchG, Bundesimmissionsschutzgesetz, September 2002
- [6] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26.8.98 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm, August 1998
- [7] DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [8] WindPRO Version 2.3.0.120, Oktober. 2002: Energi-og Miljødata, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg
- [9] Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen, Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissions-schutzbehörden und Messinstitute, herausgegeben vom LAI, März 2005
- [10] Draft IEC 61400-14 TS Ed. 1: Wind turbine generator systems - Declaration of sound power level and tonality values, Mai 2002



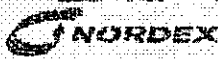
9 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

ΔL	- Pegeldifferenz	dB
BG	- Betriebsgeräusch	-
D	- Rotordurchmesser	m
H	- Höhe Rotormittelpunkt (Nabenhöhe)	m
h_A	- Aufpunkthöhe (bei Messungen gleich der Mikrofonhöhe)	m
HG	- Hintergrundgeräusch	-
K	- Korrekturfaktor	-
K_{TN}	- Tonzuschlag im Nahfeld nach DIN 45681	dB
L_{Aeq}	- äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{Aeq,c}$	- hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,mess}$	- gemessene Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,reg}$	- aus Regression berechnete Schalldruckpegel	dB
L_r	- Beurteilungspegel	dB
L_{WA}	- A-bewerteter Schallleistungspegel	dB
N	- Anzahl Werte	-
N_A	- Nabenabstand Rotormittelpunkt - Turmmitte	m
P	- abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
R_0	- Messradius (= projizierter Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt)	m
R_i	- Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt (Hüllflächenradius)	m
U_a, U_b, U_c	- Messunsicherheiten	dB
v_H	- Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve in Nabenhöhe	m/s
$v_{mess,10}$	- gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{mess,10,korr}$	- korrigierte gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
v_{p10}	- standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
wg	- Windgeschwindigkeit	m/s
z_0	- Rauigkeitslänge	m

10 Anhang

Anhang 1	Herstellerbescheinigung
Anhang 2	Verwendete Leistungskurve
Anhang 3	Messdaten
Anhang 4	Ausbreitungsberechnung für EIP
Anhang 5	Ausbreitungsberechnung Zusatzbelastung für IP A



 Herstellerbescheinigung / Manufacturer's certificate Nordex N90		Dok.-Nr.: K0618_010041_IN Revision: 0 AST: 2878 Datum: 31.07.2007
Herstellerbescheinigung zu den spezifischen Daten des Anlagentyps		Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation
1. Allgemeine Daten		
Hersteller	Nordex Energy GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	N90	type name
Seriennummer	8326	serial number
Standort	WP Garmen	location of wind turbine
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal/vertical)
Nennleistung	2300 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Grund	80 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	ca. 14 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s bis 22 m/s und 25 m/s	cut-in and cut-out wind speed
2. Rotor		
Durchmesser	90 m	diameter
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr	kind of hub (teetered/rigid)
Anordnung zum Turm (kurz/lee)	kurz	relative position to tower (up/lee)
Nenn Drehzahl / -bereich	14,9 / 9,6 ... 16,9 rpm	rated speed / speed range
Rotorblatteinsteilwinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	2°	cone angle
Achsenneigung	6°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	2,82 m	distance between rotor flange centre and tower centre line
3. Rotorblatt		
Hersteller	LM Glasfiber A/S	manufacturer
Typenbezeichnung	LM 43.8P	type
Seriennummern	412 / 517 / 538	serial numbers
Zusatzkomponenten (z. B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Vortex-Generatoren	additional components (e. g. stall strips, vortex generators, trip strips)
4. Getriebe		
Hersteller	Eickhoff	manufacturer
Typenbezeichnung	CPNHZ-244	type
Seriennummer	21370.1	serial number
Ausführung	Planeten/Sämirad	design
Übersetzungsverhältnis	1 : 77,84	gear ratio
5. Generator		
Hersteller	VEM	manufacturer
Typenbezeichnung	DAKAA 8328-8U	type
Seriennummer	2348350	serial numbers
Anzahl	1	numbers
Art	ASM, doppelgespeist	design
Nennleistung(en)	2300 kW	rated power(s)
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	744 ... 1310 rpm	rated speed(s) or speed range
Spannung	690 V	voltage
Frequenz	50 Hz	frequency
6. Turm		
Ausführung (Gitterrohr, zyl./kon.)	zyl./kon. Rohrturm	design (lattice/tubular, cylindrical/conical)
Material	Stahl	material
7. Betriebsführung/Regelung		
Art der Leistungsregelung	Pitch	kind of control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	Nordex	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	NC2	- type
- Verwendete Steuerungskurve	MaxPowerPoint	- used control curve
Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o. g. Positionen identisch ist.		The manufacturer of the wind turbine confirms that the wind turbine whose noise level is measured and depicted in the test reports is identical with the above entries with regard to its technical data.

Ersteller:

Prüfer:

Freigabe:

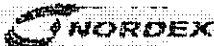
R. Haeberich/CE-FAM

D. Schickel/CE-PDE

H. Reising-Wörmer/CE-FAM

I. Schmidt/CE-PDE



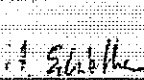
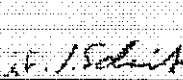
	Herstellerbescheinigung / Manufacturer's certificate Nordex N90	Dok.-Nr.: K0518_010042_IN1 Revision: 0 AST: 2876 Datum: 31.07.2007
---	---	---

Herstellerbescheinigung zu den
spezifischen Daten des AnlagentypsManufacturer's certificate on specific
data of the type of installation

1. Allgemeines		General
Hersteller	Nordex Energy GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	N90	type name
Seriennummer	8327	serial number
Standort	WP Garmien	location of wind turbine
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal/vertical)
Nennleistung	2300 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Grund	100 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	ca. 14 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s bis 22 m/s und 25 m/s	cut-in and cut-out wind speed
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	90 m	diameter
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendel/starr)	starr	kind of hub (testered/hinged)
Anordnung zum Turm (kurvas)	kurv	relative position to tower (curved)
Nennrehzahl / -bereich	14,9 / 9,8... 16,9 rpm	rated speed / speed range
Rotorblattneigungswinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	2°	cone angle
Achseigung	5°	tilt angle
Abstand Rotorflanschnmittelpunkt - Turmmittellinie	2,82 m	distance between rotor flange centre and tower centre line
3. Rotorblätter		Rotor blades
Hersteller	LM Glasflor A/S	manufacturer
Typenbezeichnung	LM 23.8P	type
Seriennummern	530 / 537 / 535	serial numbers
Zusatzkomponenten (z. B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Vortex-Generatoren	additional components (e. g. stall strips, vortex generators, trip strips)
4. Getriebe		Gearbox
Hersteller	Eldhoft	manufacturer
Typenbezeichnung	CPN1Z-244	type
Seriennummer	21379.1	serial number
Ausführung	Planeten/Stirred	design
Überzahlungsverhältnis	1:77,84	gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	VEM	manufacturer
Typenbezeichnung	DAKAA 5328-6U	type
Seriennummer	2349349	serial numbers
Anzahl	1	numbers
Art	ASM, doppelgespeist	design
Nennleistung(en)	2300 kW	rated power(s)
Nennrehzahlen oder Drehzahlbereich	744...1310 rpm	rated speed(s) or speed range
Spannung	690 V	voltage
Frequenz	50 Hz	frequency
6. Turm		Tower
Ausführung (Gitterrohr, zyl./kon.)	zyl./kon. Rohrturn	design (lattice/tubular, cylindrical/conical)
Material	Stahl	material
7. Leistungsregelung/Steuerung		Control system/control
Art der Leistungsregelung	Pitch	kind of control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	Nordex	manufacturer of control system
Typenbezeichnung	NC2	type
Verwendete Steuerungskurve	MaxPowerPoint	used control curve

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass
die WEA, deren Schallemission in den Prüfberichten
abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit
den o. g. Positionen identisch ist.

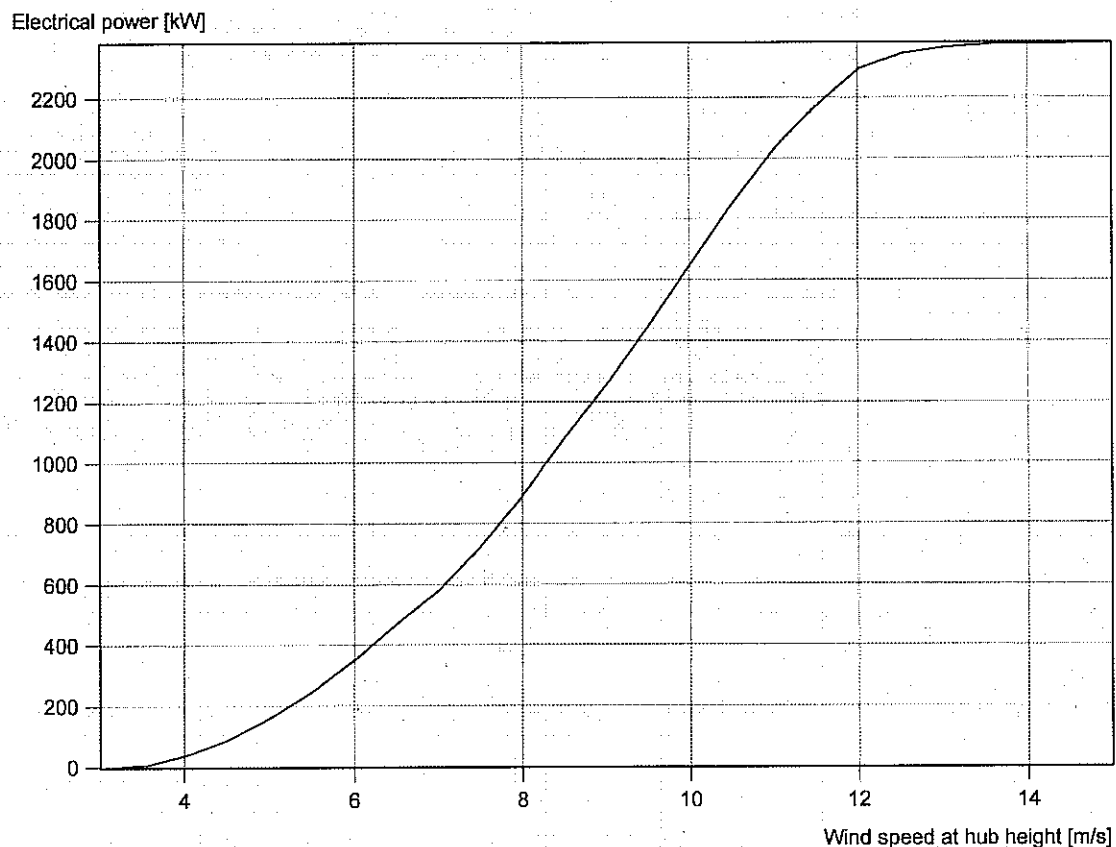
The manufacturer of the wind turbine confirms that the
wind turbine whose noise level is measured and
depicted in the test reports is identical with the above
entries with regard to its technical data.

Erstellen:	Prüfer:	Freigebe:	
			
R. Haas/CE-FAH	D. Schlette/CE-PDE	H. Hasing-Wärmer/CE-FAM	I. Schmidt/CE-PDE

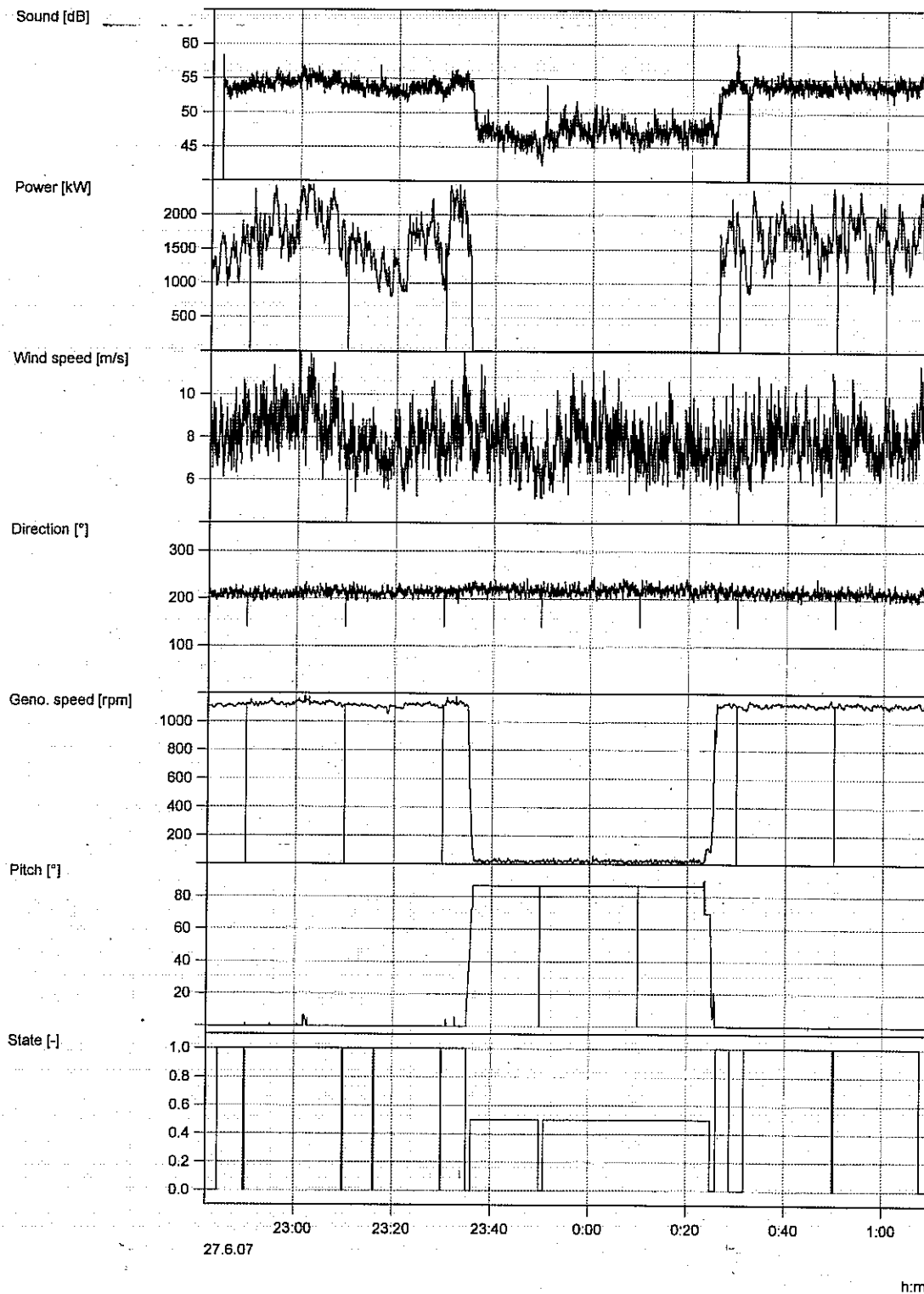


Verwendete Leistungskennlinie Nordex N90

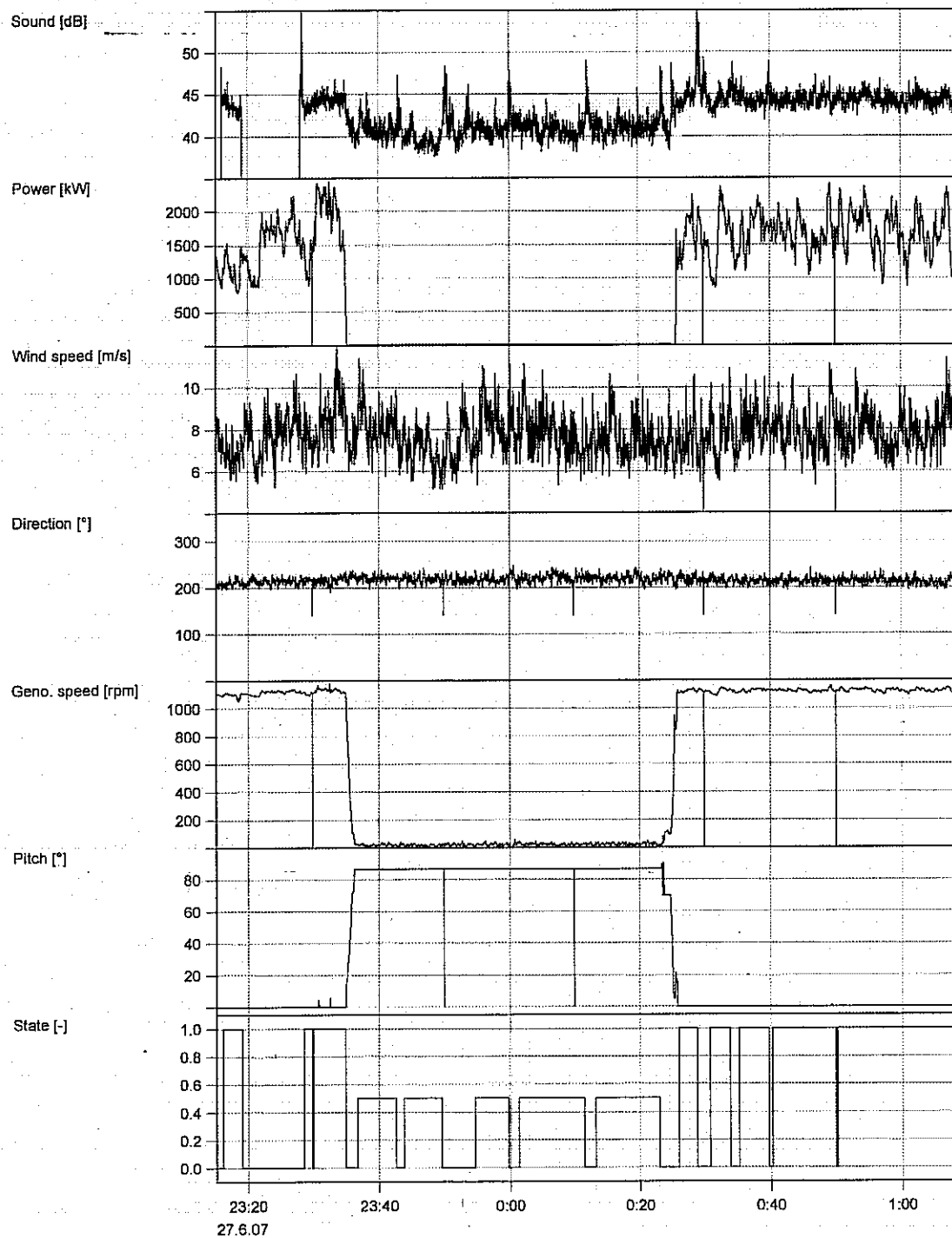
Quelle: Nordex, Bericht WICO 130LK402 (Auszug)



WG [m/s]	P [kW]	WG [m/s]	P [kW]	WG [m/s]	P [kW]
4	37	10	1647	16	2379
5	155	11	2039	17	2377
6	363	12	2296	18	2377
7	580	13	2365	19	2375
8	881	14	2377	20	---
9	1267	15	2381	21	---

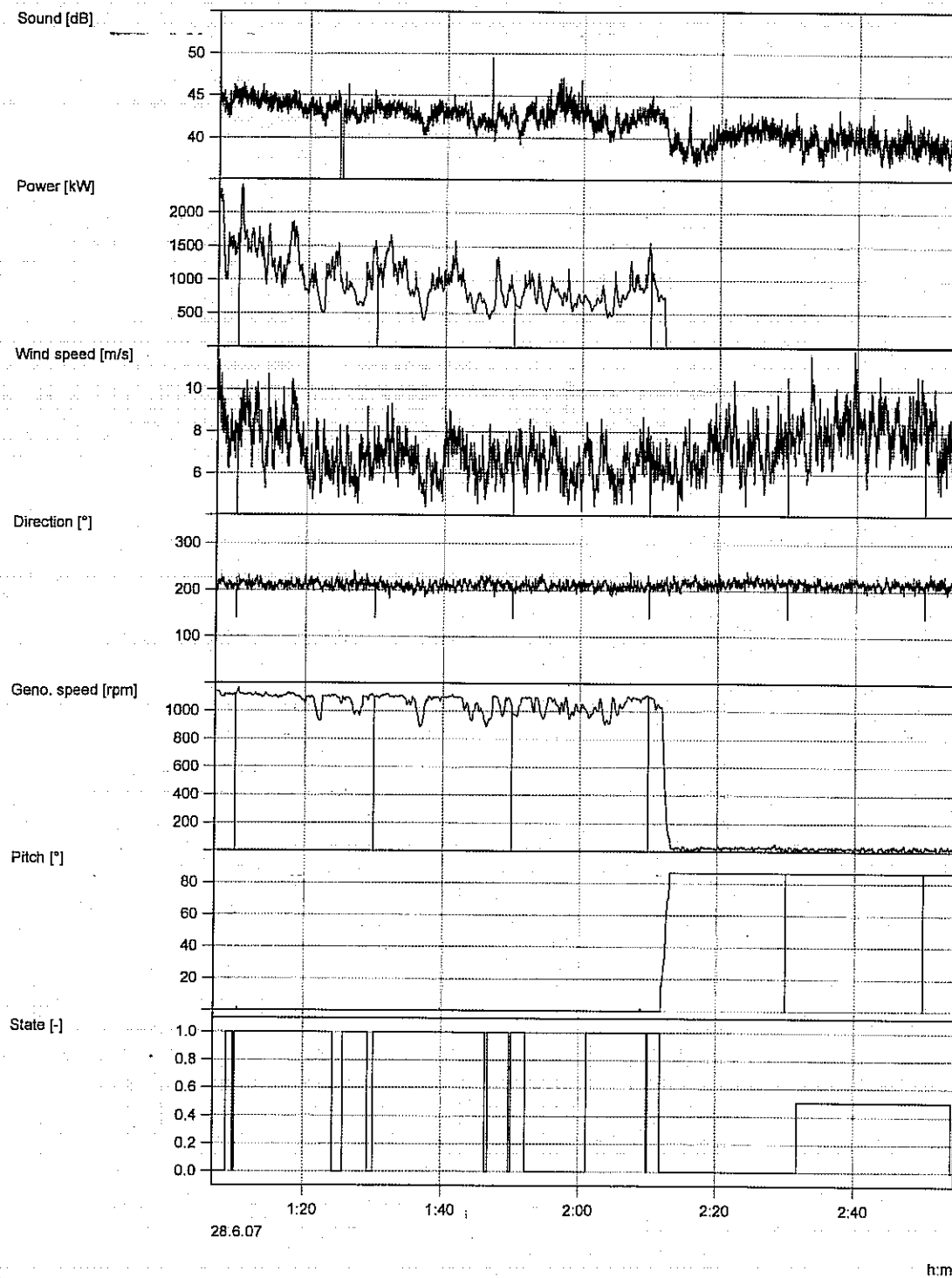


Messwerte 2007-06-27/28, Schallemissionsmessung



h.m

Messwerte 2007-06-27/28, Schallimmissionsmessung, nur WEA 1 in Betrieb



Messwerte 2007-06-27/28, Schallimmissionsmessung, WEA 1 und WEA 2 in Betrieb

WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Windpro HB

Ausdruckseite

07.12.07 12:52 / 1

1. Erzählter Anwender

WINDTEST Grovenbroich GmbH

Frimmersdorfer Strasse 73

DE-41517 Grevenbroich

+49 2181 2278-0

Abstract

07.12.07 12:52/2.5.6.78

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: SE06020 104 2

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: 0,0 dB

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

Industriegebiet: 70 dB(A)

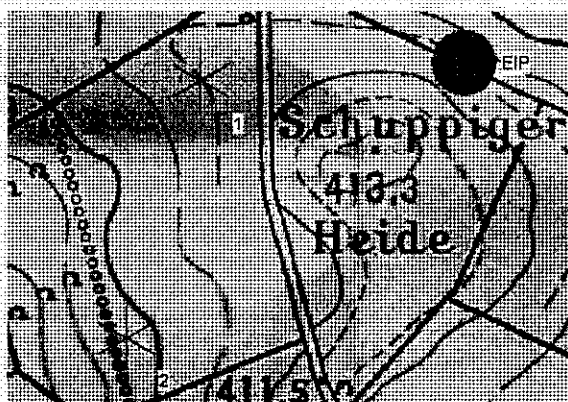
Dorf- und Mischgebiet: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:7.500

* Existierende WEA ● Schall-Immissionsort

WEA

GK (Basal) Zone: 2			WEA-Typ				Schwerts									
Ort	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord	Höhe	Quelle	Name	Windgeschw.	Status	Nebenhöhe	LWA_ref	Einzel- tone
		(m)					[kW]	(m)	(m)			(m/s)		(m)	[dB(A)]	
1	2.585.228	5.568.846	406,1 WEA 01	Ja	NORDEX	N80	2.300	90,0	80,0	USER	Runtime input	10,0	Anwendern	80,0	104,2	0 dB (*)
2	2.585.140	5.568.946	499,9 WEA 02	Ja	NORDEX	N80	2.300	90,0	100,0	USER	Runtime input	10,0	Anwendern	100,0	104,2	0 dB (*)

*)Anmerkung: Eine oder mehrere Angaben zum Schalleistungspegel dieser WEA ist generisch oder anwenderdefiniert.

Berechnungsergebnisse

Beurteilungsspiegel

Schall-ImmissionsOK (Bessel) Zone: 2

Schall-Immissions-GK (Bessel) Zone: 2				Anforderungen Beurteilungspegel Anforderungen erfüllt?				
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Schall	Von WEA	Schall
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
A/E/P	2.585.532	5.568.871	406.2	5.0	0.0	46.4		Nein

Abstände (m)

WEA A

1 305

2 503



WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Projekt:
Windpro_HBAusdruck/Seite:
07.12.07 12:52 / 2
Lizenznehmer/Anwender:
WINDTEST Grevenbroich GmbH
Frimmetdorfer Strasse 73
DE-41517 Grevenbroich
+49 2181 2278-0Berechnet:
07.12.07 12:52 / 2.5.6.78**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: SE06020_104_2 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:	Einzelöne
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 EIP**

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]
1	305	314	40,3	Ja	45,46	104,2	2,98	60,93	0,60	0,19	0,00	0,00	61,71	0,00
2	503	511	47,4	Ja	39,52	104,2	2,99	65,17	0,97	1,54	0,00	0,00	67,68	0,00
Summe		48,45												



WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Projekt:
Windpro_HBAngebot/Seiten:
07.12.07 12:52 / 4Lizenzierter Anwender:
WINDTEST Grevenbroich GmbH
Frimmersdorfer Strasse 73
DE-41517 Grevenbroich
+49 2181 2278-0Berechnet:
07.12.07 12:52 / 2.5.6.78

DECIBEL - Hintergrundkarte_hb

Berechnung: SE06020_104_2 Datei: Hintergrundkarte_hb.bmi



Karte: Hintergrundkarte_hb, Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum Gaus Kruger (Bessel) Zone 2, Ost: 2.585.187 Nord: 5.568.697
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

* Existierende WEA * Schall-immissionsort

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 35,0 dB(A) — 40,0 dB(A) — 45,0 dB(A) — 50,0 dB(A) — 55,0 dB(A)



WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Projekt
SE06020_071207_rev0Nachdruckzeit
05.06.08 10:08 / 1Lizenznehmer / Anwender:
WINDTEST Gravenbröich GmbH
Frimmersdorfer Strasse 73
DE-41517 Gravenbröich
+49 2181 2278-0Dokument
05.06.08 09:18/2.5.6.78**DECIBEL - Hauptergebnis**

Berechnung: SE06020_104_6_104_7

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, CO: 2,0 dB

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

Industriegebiet: 70 dB(A)

Dorf- und Mischgebiet: 45 dB(A)

Reines Wohngebiet: 35 dB(A)

Gewerbegebiet: 50 dB(A)

Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)

Kür- und Feriengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:40.000

* Existierendes WEA * Schall-Immissionsort

WEA

GK (Bessel) Zone: 2		WEA-Typ		Schallwerte		Windgeschw.		Status		Höhenhöhe		Leq,ref		Einsch.	
Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Leistung	Rotord.	Höhe	Quelle	Name	[m/s]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]
1 2.585.228	5.588.848	408,1	WEA 01	Ja	NORDEX	M90	2.300	80,0	80,0	USER	Runtime input	10,0	Anwenderwert	80,0	104,6 0 dB (*)
2 2.585.148	5.588.848	388,8	WEA 02	Ja	NORDEX	M90	2.300	80,0	100,0	USER	Runtime input	10,0	Anwenderwert	100,0	104,7 0 dB (*)

*Wirkung: Eine oder mehrere Angaben zum Schallleistungspegel dieser WEA ist gewirkt oder bewirkt definiert.

Berechnungsergebnisse**Beurteilungspegel**

Schall-Immissionsort		GK (Bessel) Zone: 2		Anforderungen		Beurteilungspegel		Anforderungen erfüllt?	
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Schall	Von WEA	Schall	
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]		
A	IP A Auf dem Käufchen 10, Ganten	2.585.858	5.588.033	369,2	5,0	40,0	38,7	Ja	
B	IP B Töpferstraße 27, Dingenheim	2.583.716	5.588.887	480,0	5,0	45,0	28,8	Ja	
C	IP C Dingenheimer Str. 6, Eilgen	2.583.925	5.567.895	411,2	5,0	45,0	29,5	Ja	

Abstände (m)

WEA	
Schall-Immissionsort	1 2
A	920 726
B	1735 1834
C	1613 1385



WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Projekt:
SE06020_071207_rev0Ausdruckzeit:
05.06.08 10:08:12LIZENZIERTE ANWENDER:
WINDTEST Grevenbroich GmbH
Frimmersdorfer Strasse 73
DE-41517 Grevenbroich
+49 2181 2278-0Rechnungszeit:
05.06.08 09:18/2.5.6.78**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

Berechnung: SE06020_104_6_104_7 Schallberechnungs-Modell:ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Annahmen
$$\text{Berechneter L(DW)} = \text{LWA}_{\text{ref}} + K + D_c - (\text{Adiv} + \text{Aatm} + \text{Agr} + \text{Abar} + \text{Amisc}) - \text{Cmet}$$

(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist $D_c = D_{\text{omega}}$)

LWA_{ref}: Schalldruckpegel an WEA
K: Einzeltöne
D_c: 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 A Auf dem Kälchen 10, Gamlen**

WEA					95% der Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LwA _{ref} [dB(A)]	D _c [dB]	A _{div} [dB]	A _{atm} [dB]	A _{gr} [dB]	A _{bar} [dB]	A _{misc} [dB]	A [dB]	C _{met} [dB]
1	920	926	29,5	Ja	31,06	104,6	3,01	70,34	1,76	3,70	0,00	0,00	75,79	0,15
2	726	727	40,8	Ja	35,08	104,7	3,00	68,35	1,40	2,87	0,00	0,00	72,62	0,00
Summe		36,71												

Schall-Immissionsort: B IP B Töpferstraße 27, Dungenheim

WEA					95% der Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA _{ref} [dB(A)]	D _c [dB]	A _{div} [dB]	A _{atm} [dB]	A _{gr} [dB]	A _{bar} [dB]	A _{misc} [dB]	A [dB]	C _{met} [dB]
1	1.735	1.735	49,1	Ja	23,68	104,6	3,01	75,79	3,30	3,83	0,00	0,00	82,91	1,02
2	1.834	1.835	60,4	Ja	23,43	104,7	3,01	76,27	3,49	3,67	0,00	0,00	83,43	0,86
Summe		26,58												

Schall-Immissionsort: C IP C Dungenheimer Str. 6, Eulgem

WEA					95% der Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA _{ref} [dB(A)]	D _c [dB]	A _{div} [dB]	A _{atm} [dB]	A _{gr} [dB]	A _{bar} [dB]	A _{misc} [dB]	A [dB]	C _{met} [dB]
1	1.613	1.615	57,2	Ja	24,85	104,6	3,01	75,16	3,07	3,58	0,00	0,00	81,81	0,95
2	1.385	1.387	67,5	Ja	27,62	104,7	3,01	73,84	2,64	3,13	0,00	0,00	79,60	0,48
Summe		29,46												



WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Projekt
SE06020_071207_rev0

Kontaktdaten
05.05.08 10:08 / 4
Lizenznehmer
WINDTEST Grevenbroich GmbH
Frittersdorfer Strasse 73
DE-41517 Grevenbroich
+49 2181 2278-0

Berechnet
05.05.08 09:18/2.5.6.78

DECIBEL - Hintergrundkarte_hb

Berechnung: SE06020_104_6_104_7 Datei: Hintergrundkarte_hb.bml



0 250 500 750 1000m

Karte: Hintergrundkarte_hb, Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum Gauss Krüger (Bessel) Zone: 2 Ost 2.585.187 Nord 5.568.697
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: 95% der Nennleistung ansonsten 10,0 m/s

* Existierende WEA ● Schall-Immissionsort

Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

— 35,0 dB(A) — 40,0 dB(A) — 45,0 dB(A) — 50,0 dB(A) — 55,0 dB(A)

WindPRO: entwickelt von EMD Hübner & Partner AG, Markt Jorheide 11, DK-8220 Aalborg Øst, Tel: +45 96 35 44 44, Fax: +45 96 35 44 40, e-mail: windpro@emd.dk