



**Schalltechnisches Gutachten
für die Errichtung und den Betrieb
von zwei Windenergieanlagen
am Standort Heidenburg**

Gutachten-Nr. 2600-10-L1

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von zwei Windenergieanlagen am Standort Heidenburg

Gutachten Nr.: 2600-10-L1

Auftraggeber:



Auftragnehmer:

IEL GmbH
Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Telefon: 04941 - 9558-0

Telefax: 04941 - 9558-11

email: mail@iel-gmbh.de

Internet: www.iel-gmbh.de

Bearbeiter:



Datum:

11. Mai 2010

Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Örtliche Beschreibung	1
3.	Kartengrundlage	2
4.	Aufgabenstellung	2
5.	Beurteilungsgrundlagen	3
	5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren	3
	5.2 Meteorologie	3
	5.3 Immissionsrichtwerte	4
6.	Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen	4
	6.1 Anlagenbeschreibung	4
	6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit	5
	6.3 Tieffrequente Geräusche	5
	6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen	5
	6.5 Zusammenfassung der schalltechnischen Kennwerte	5
7.	Vorbelastung	6
8.	Einwirkungsbereiche der geplanten WEA und Immissionspunkte	7
9.	Rechenergebnisse und Beurteilung	8
	9.1 Rechenergebnisse	8
	9.2 Qualität der Prognose, Beurteilung der Ergebnisse	8
10.	Zusammenfassung	9

Anhang

1. Einleitung

Am Standort Heidenburg plant der Auftraggeber die Errichtung und den Betrieb von zwei Windenergieanlagen (WEA 14 und WEA 15) vom Typ ENERCON E-82 E2 mit einer Nabenhöhe von 138,38 m.

WEA sind so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, verhindert werden. Unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen müssen mit einem verhältnismäßigen Aufwand auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Dieses Gutachten dient dem Lärmschutznachweis im Rahmen des Genehmigungsverfahrens. Für die maßgeblichen Immissionspunkte werden die Beurteilungspegel rechnerisch ermittelt und den dort geltenden Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

2. Örtliche Beschreibung

Der Standort befindet sich im Bundesland Rheinland-Pfalz (Landkreis Bernkastel-Wittlich), in der Verbandsgemeinde Thalfang am Erbeskopf.

Die geplanten Windenergieanlagen sollen südöstlich der Ortschaft Heidenburg, nördlich der Landesstraße L 150 errichtet werden.

Nördlich und südlich der geplanten Windenergieanlagen befinden sich einzelne Wohnhäuser im Außenbereich. Die nächstgelegene geschlossene Wohnbebauung (Allgemeines Wohngebiet) befindet sich nordöstlich, am südwestlichen Rande der Ortschaft Berglicht.

Die zwei geplanten Windenergieanlagen sollen am Rande eines bestehenden Windparks (WEA 01 - WEA 11) errichtet und betrieben werden. Nördlich des Windparks befinden sich zwei Einzelanlagen (WEA12 und WEA 13) in Betrieb.

Die Standorte der geplanten Windenergieanlagen liegen auf einer Höhe von ca. 420 und 465 m ü. N.N. Das Untersuchungsgebiet liegt auf Höhen von ca. 300 - 550 m ü. N.N. Die Höhenunterschiede werden bei den Berechnungen berücksichtigt.

Die zwei geplanten Windenergieanlagen (WEA 14 und WEA 15) werden der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2^{3.)}, zugeordnet. Die insgesamt 13 weiteren Windenergieanlagen werden als schalltechnische Vorbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 1^{3.)} berücksichtigt.

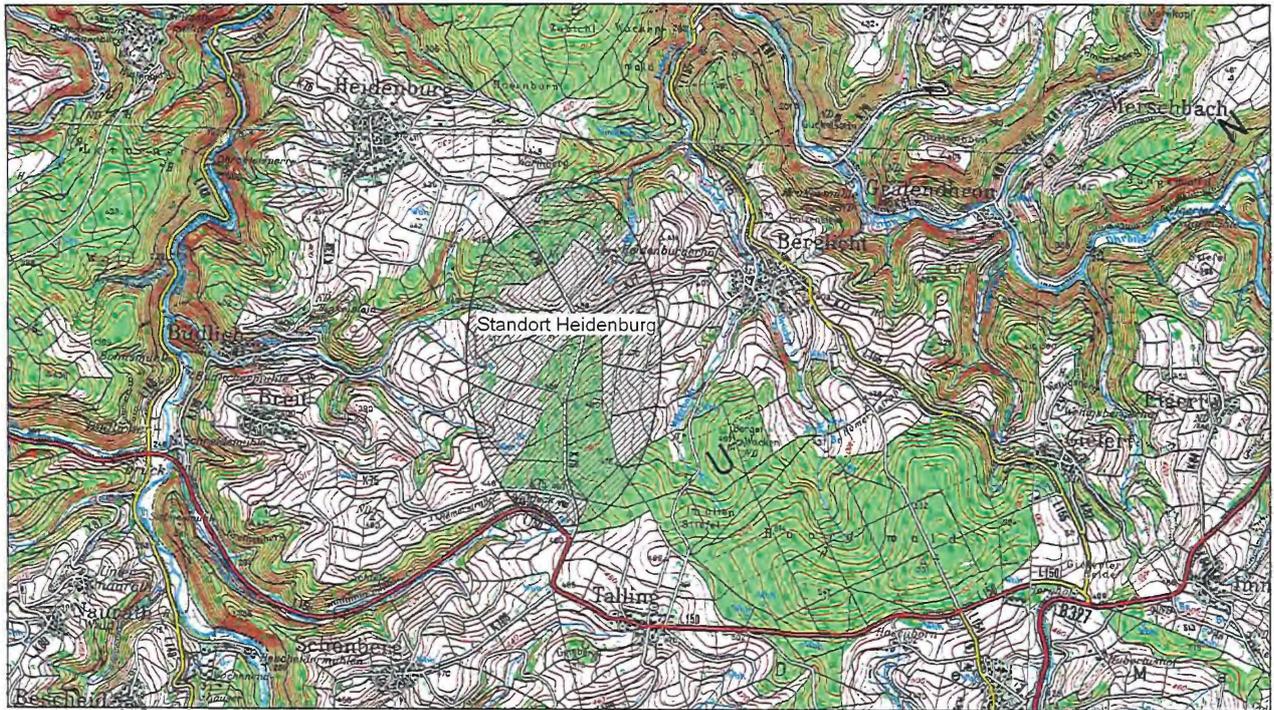


Bild 1: Übersichtskarte

3. Kartengrundlage

Die Koordinaten der geplanten und bestehenden Windenergieanlagen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Die Koordinaten der Immissionspunkte sind der digitalen Topographischen Karte (DTK5) entnommen. Alle Programm-Koordinaten sind rechtwinklig kartesische Gauß-Krüger-Koordinaten und ermöglichen somit eine Kontrolle mit dem amtlichen Kartenmaterial. Die verwendete Karte ist in Tabelle 1 aufgelistet.

	Kartenart
1	DTK 5 © GeoBasis-DE/LvermGeoRP2010-01-07

Tabelle 1: Kartengrundlage

4. Aufgabenstellung

Die geplanten Windenergieanlagen sollen zu allen Tag- und Nachtzeiten betrieben werden. Als Beurteilungssituation gilt für den Betrieb der WEA daher i. d. R. die lauteste Stunde der Nacht, da hier die niedrigsten Richtwerte gelten.

Die geplanten Windenergieanlagen (WEA 14 und WEA 15) werden der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2^{3.)}, zugeordnet.

Gemäß TA-Lärm Nr. 3.2.1, Abs. 6^{3.)} ist die Bestimmung der Vorbelastung (hier: bestehende Windenergieanlagen) in der Regel nach Nr. A.1.2 des Anhangs zur TA-Lärm

durchzuführen. Die Nr. A.1.2 des Anhangs der TA-Lärm legt fest, dass die Vorbelastung nach Nr. A.3 zu ermitteln ist (Immissionsmessung an dem maßgeblichen Immissionsort). Unter bestimmten Bedingungen sind Ersatzmessungen nach Nr. A.3.4 zulässig. Möglichkeiten für Ersatzmessungen sind Rundummessungen und Schalleistungsmessungen mit anschließender Schallausbreitungsrechnung. Für die bestehenden Windenergieanlagen wird zur rechnerischen Ermittlung der Vorbelastung auf vorliegende schalltechnische Messberichte und Daten zurückgegriffen.

Ziel dieses Gutachtens ist es, die aus Sicht des Lärmschutzes resultierenden Umwelteinwirkungen aus dem Betrieb der Windenergieanlagen zu berechnen und hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher Kriterien zu beurteilen.

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die schalltechnischen Berechnungen werden gemäß der TA-Lärm^{3.)} durchgeführt. In der TA-Lärm sind grundsätzlich zwei Prognoseverfahren, die überschlägige und die detaillierte Prognose, angegeben. Die überschlägige Prognose vernachlässigt die Luftabsorption, das Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß und weitgehend alle Abschirmungseffekte. Die Berechnungen erfolgen bei der überschlägigen Prognose frequenzunabhängig. Für eine detaillierte Prognose kann neben einer frequenzabhängigen Berechnung auch eine frequenzunabhängige Berechnung mit A-bewerteten Schalldruckpegeln erfolgen.

Die Berechnungen erfolgen frequenzunabhängig als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung. Die Bodendämpfung A_{gr} wird dabei gemäß DIN ISO 9613-2^{4.)}, Nr. 7.3.2 „Alternatives Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel“ berechnet. Abschirmung und Dämpfung durch Bebauung und Bewuchs bleiben unberücksichtigt. Die Berechnungen werden mit dem Programmsystem IMMI[®] (Vers. 2009) durchgeführt, welches die Anwendung der erforderlichen Berechnungsmethoden ermöglicht.

Für die schalltechnische Beurteilung werden die vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlenen „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen“^{10.)}, das „Windenergiehandbuch“^{25.)} (Windenergiehandbuch, Kreis Borken Stand Dezember 2009) und der „Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen“^{11.)} berücksichtigt.

5.2 Meteorologie

Für die Berechnungen werden folgende meteorologische Parameter berücksichtigt:

Temperatur	T	=	10° C
Luftfeuchte	F	=	70 %
Meteorologie-Faktor	C_0	=	2 dB

5.3 Immissionsrichtwerte

Für die schalltechnische Beurteilung werden die in der TA-Lärm, Nr. 6.1, genannten Richtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden herangezogen.

Die jeweiligen Nutzungsgebiete sind wie folgt zu berücksichtigen:

Nutzung und Immissionsrichtwerte		Tag / dB(A)	Nacht / dB(A)
a)	Industriegebiete	70	70
b)	Gewerbegebiete	65	50
c)	Kerngebiete, Dorf- u. Mischgebiete	60	45
d)	allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55	40
e)	reine Wohngebiete	50	35
f)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte

6. Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen

6.1 Anlagenbeschreibung

Die schalltechnischen Berechnungen werden für den Anlagentyp ENERCON E-82 E2 durchgeführt. Nachfolgend werden die Daten des geplanten Anlagentyps zusammengefasst.

Anlagentyp:	ENERCON E-82 E2
Nabenhöhe:	138,38 m
Rotordurchmesser:	82 m
Nennleistung:	2.300 kW
Leistungsregelung:	pitch

Für den Anlagentyp ENERCON E-82 E2 liegt für den Betrieb mit einer Nennleistung von 2.300 kW ein schalltechnischer Messbericht vor. Laut Messbericht Nr. 209244-03.03 der Firma Kötter Consulting Engineers KG wurde für den Referenzpunkt 95 % Nennleistung ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 103,4$ dB(A) ermittelt (siehe anliegenden Messbericht). Der Hersteller gibt für diese Betriebsvariante einen Schalleistungspegel von $L_{WA} = 104$ dB(A) an (siehe Anhang).

Da bisher erst ein Messbericht vorliegt, wird für die schalltechnischen Berechnungen für die zwei geplanten Anlagen vom Typ ENERCON E-82 E2 für den Betrieb mit einer Nennleistung von 2.300 kW ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 104$ dB(A) (Herstellerangabe) berücksichtigt.

Zur Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze wird die Serienstreuung mit $\sigma_P = 1,22$ dB und die Ungenauigkeit der Schallemissions-Vermessung mit $\sigma_R = 1,5$ dB berücksichtigt.

6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit

Nach Empfehlung des Arbeitskreises "Geräusche von Windenergieanlagen^{10.)}" können im Nahbereich auftretende Tonhaltigkeiten von $K_{TN} \leq 2$ dB unberücksichtigt bleiben. Gemäß Windenergiehandbuch^{25.)} soll bereits ab $K_{TN} > 1$ dB ein Tonzuschlag von 3 dB berücksichtigt werden. Der vorliegende Messbericht kommt zu dem Ergebnis, dass keine immissionsrelevante ton- und impulshaltige Schallemission gegeben ist.

Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass WEA mit einer immissionsrelevanten Tonhaltigkeit nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen und daher nicht genehmigungsfähig wären.

Bei dem Betrieb von WEA treten keine informationshaltigen Geräusche auf, so dass eine besondere Berücksichtigung nicht notwendig ist.

6.3 Tieffrequente Geräusche

Allgemein kann gesagt werden, dass WEA keine Geräusche im Infraschallbereich (vergl. DIN 45680)^{5.)} hervorrufen, die hinsichtlich möglicher schädlicher Umwelteinwirkungen gesondert zu prüfen wären. Die von modernen WEA hervorgerufenen Schallpegel im Infraschallbereich liegen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen^{26.)}. Auch neuere Empfehlungen zur Beurteilung von Infraschalleinwirkungen der Größenordnung, wie sie in der Nachbarschaft von WEA bislang nachgewiesen wurden, gehen davon aus, dass sie ursächlich nicht zu Störungen, erheblichen Belästigungen oder Geräuschbeeinträchtigungen führen^{15.) 18.)}.

6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Spitzenpegel von WEA können u. U. durch kurzzeitig auftretende Vorgänge beim Gieren (Betrieb der Windnachführung) oder Bremsen (z. B. wegen Überdrehzahl) auftreten. Sie dürfen gem. TA-Lärm 6.1 in der Nacht die Richtwerte um nicht mehr als 20 dB überschreiten. Üblicherweise sind bei WEA keine Spitzenpegel zu erwarten, die zu einer Überschreitung dieser Vorgabe führen.

6.5 Zusammenfassung der schalltechnischen Kennwerte

Die Lage der geplanten Windenergieanlagen ist den Übersichtskarten des Anhangs zu entnehmen. In der nachfolgenden Tabelle werden die Koordinaten und die schalltechnischen Kennwerte zusammengefasst.

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Nabenhöhe	L _{WA}
WEA 14 E-82 E2	2567610	5516811	138,38 m	104 dB(A)
WEA 15 E-82 E2	2568607	5516053	138,38 m	104 dB(A)

Tabelle 3: Schalltechnische Kennwerte der geplanten Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-82 E2

7. Vorbelastung

Als schalltechnische Vorbelastung werden bei den Berechnungen 13 bestehende Windenergieanlagen berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle werden die Daten zusammengefasst:

Anlagentyp	Rechtswert	Hochwert	Nabenhöhe	Schalleistungspegel
WEA 01 Nordex S77	2567559	5515795	100 m	102,3 dB(A)
WEA 02 Nordex S77	2567556	5516101	100 m	102,3 dB(A)
WEA 03 Nordex S77	2567581	5516400	100 m	102,3 dB(A)
WEA 04 Nordex S77	2567827	5516781	100 m	102,3 dB(A)
WEA 05 Nordex S77	2568371	5516809	100 m	102,3 dB(A)
WEA 06 Nordex S77	2568336	5516539	100 m	102,3 dB(A)
WEA 07 Nordex S77	2568377	5516265	100 m	102,3 dB(A)
WEA 08 Nordex S77	2568358	5515987	100 m	102,3 dB(A)
WEA 09 Nordex S77	2568431	5515740	100 m	102,3 dB(A)
WEA 10 Nordex N90	2568680	5515306	100 m	103,3 dB(A)
WEA 11 Nordex N90	2568829	5515075	100 m	103,3 dB(A)
WEA 12 Fuhr. 750	2566620	5517800	62 m	102,6 dB(A)
WEA 13 Nordex S70	2567463	5518314	80 m	102,0 dB(A)

Tabelle 4: Schalltechnische Kennwerte der Windenergieanlagen, Vorbelastung

Für die Berechnungen wurden für die Anlagentypen Nordex S77, Nordex S70 und Nordex N90 die Mittelwerte aus den jeweiligen Messberichten ermittelt. Auszugsweise sind die schalltechnischen Daten dem Anhang beigefügt. Für den Anlagentyp Fuhrländer FL 750 liegen dem Gutachter keine Messberichte vor. Es wurde der im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zugrunde gelegte Schalleistungspegel verwendet.

Zur Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze werden in Abhängigkeit der vorliegenden Messberichte folgende Parameter berücksichtigt:

Anlagentyp	Serienstreuung σ_P	Ungenauigkeit der Schallemissions-Vermessung σ_R
Nordex S-77	0,44 dB	0,5 dB
Nordex S-70	0,55 dB	0,5 dB
Nordex N-90	0,38 dB	0,5 dB
Fuhrländer FL 750	1,22 dB	3,0 dB

Tabelle 5: Parameter zur Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze

8. Einwirkungsbereiche der geplanten WEA und Immissionspunkte

Gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 sind die Flächen dem Einwirkungsbereich zuzuordnen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. Das zusätzliche Kriterium der Geräuschspitzen muss im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt werden.

Im Anhang zu diesem Gutachten sind die Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlagen für MI/MD-Gebiete (Misch-Dorfgebiete), WA-Gebiete (Allgemeine Wohngebiete) und WR-Gebiete (Reine Wohngebiete) dargestellt.

Bei den schalltechnischen Berechnungen werden insgesamt vier Immissionspunkte (Wohnhäuser) berücksichtigt. Die Lage der Immissionspunkte wurde bei einer Standortaufnahme vor Ort geprüft. Es konnte festgestellt werden, dass keine Gebäudeanordnungen gegeben sind, die zu möglichen Schallreflexionen führen.

Die Bezeichnung der berücksichtigten Immissionspunkte und die Koordinaten sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Bezeichnung	Höhe ü. Grund	Rechtswert	Hochwert	Richtwert Nacht
IP 1 Heidenburgerhof	5,6 m	2568241	5517353	45 dB(A)
IP 2 Berglicht	5,6 m	2569270	5517131	40 dB(A)
IP 3 Birkenhof	5,6 m	2568995	5514600	45 dB(A)
IP 4 Hof Waldeck	5,6 m	2567983	5515257	45 dB(A)

Tabelle 6: Immissionspunkte

Der Immissionspunkt IP 1 befindet sich nördlich der geplanten Windenergieanlagen, am Heidenburgerhof.

Der Immissionspunkt IP 2 liegt nordöstlich des Windparks, in der Ortschaft Berglicht. Er repräsentiert den zu den Windenergieanlagen nächstgelegene Bereich innerhalb der Ortschaft, welcher als Allgemeines Wohngebiet ausgewiesen wurde.

Der Immissionspunkt IP 3 befindet sich südöstlich der geplanten Windenergieanlagen, am Birkenhof.

Der Immissionspunkt IP 4 liegt südwestlich der geplanten WEA 15, am Hof Waldeck.

Für die schalltechnische Beurteilung wird für die Immissionspunkte IP 1, IP 3 und IP 4 für die Nachtzeit (22.00 - 6.00 Uhr) ein Immissionsrichtwert von 45 dB(A), entsprechend der Schutzbedürftigkeit von "Misch-Dorfgebieten" herangezogen.

Für den Immissionspunkt IP 2 wird für die Nachtzeit für die schalltechnische Beurteilung ein Immissionsrichtwert von 40 dB(A), entsprechend der Schutzbedürftigkeit von "Allgemeinen Wohngebieten", berücksichtigt.

Hinweis: Die Immissionspunkte IP 3 und IP 4 liegen bereits deutlich außerhalb des Einwirkungsbereiches der zwei geplanten Windenergieanlagen.

9. Rechenergebnisse und Beurteilung

9.1 Rechenergebnisse

Gemäß TA-Lärm muss zur schalltechnischen Beurteilung die Gesamtbelastung an dem jeweiligen Immissionspunkt ermittelt werden (Abschnitt 2.4 der TA-Lärm). Sie setzt sich aus der Vorbelastung (13 bestehende Windenergieanlagen) und der Zusatzbelastung (zwei geplante Windenergieanlagen) zusammen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Schallimmissionspegel für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Nachtzeit aufgelistet und den zulässigen Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

Immissionspunkt	IRW / Nacht	Vorbelastung WEA 1 - 13	Zusatzbelastung WEA 14 - 16	Gesamtbelastung WEA 1 - 16	ΔL (IRW-Gesamtbelastung)
IP 1 Heidenburgerhof	45 dB(A)	40,4 dB(A)	34,6 dB(A)	41,4 dB(A)	3,6 dB
IP 2 Berglicht	40 dB(A)	34,8 dB(A)	29,6 dB(A)	35,9 dB(A)	4,1 dB
IP 3 Birkenhof	45 dB(A)	40,3 dB(A)	26,8 dB(A)	40,5 dB(A)	4,5 dB
IP 4 Hof Waldeck	45 dB(A)	41,4 dB(A)	32,2 dB(A)	41,9 dB(A)	3,1 dB

Tabelle 7: Schallimmissionspegel, ohne oberen Vertrauensbereich

Wie die Ergebnisse in Tabelle 7 zeigen, wird der Immissionsrichtwert durch die Gesamtbelastung in der Nachtzeit an keinem Immissionspunkt überschritten. Die Schallimmissionspegel der Gesamtbelastung liegen an allen Immissionspunkten um mindestens 3 dB unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert.

Der Schallimmissionspegel der Zusatzbelastung liegt an allen Immissionspunkten um mindestens 10 dB unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert. Somit befinden sich die Immissionspunkte IP 1 und IP 2 gerade und die Immissionspunkte IP 3 und IP 4 deutlich außerhalb des Einwirkungsbereiches der zwei geplanten Windenergieanlagen.

Um Windenergieanlagen als genehmigungsfähig einzustufen, muss sichergestellt sein, dass die zulässigen Immissionsrichtwerte „sicher“ nicht überschritten bzw. die Schallimmissionspegel der geplanten Windenergieanlage ausreichend niedrig sind. Dies ergibt sich aus der Forderung der TA-Lärm nach einer Aussage zur Prognosequalität. Hierauf wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

9.2 Qualität der Prognose, Beurteilung der Ergebnisse

Für eine Schallimmissionsprognose fordert die TA-Lärm eine Aussage zur Prognosequalität. Anforderungen an Art und Umfang der Prognosequalität werden nicht näher beschrieben. Dies hat zur Konsequenz, dass die Beurteilung einer Schallimmissionsprognose bei Genehmigungsbehörden unterschiedlich gehandhabt wird.

Aus diesem Grund wird in ^{10.)} gefordert, dass bei einer Schallimmissionsprognose der Nachweis zu führen ist, dass die obere Vertrauensbereichsgrenze aller Unsicherheiten (Emissionsdaten und Ausbreitungsrechnung) der nach TA-Lärm ermittelten Beurteilungspegel mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % den jeweils zulässigen

Immissionsrichtwert einhält. Die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze erfolgt entsprechend der in dem „Windenergiehandbuch“ (Windenergiehandbuch, Kreis Borken Stand Dezember 2009) beschriebenen Vorgehensweise mit der Annahme, dass nicht für alle Faktoren eine statistische Unabhängigkeit gegeben ist.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Schallimmissionsprognose und die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze für die Gesamtbelastung zusammengefasst. Die Unsicherheit des Prognosemodells für die Schallausbreitungsrechnung wird mit $\sigma_p = 1,5$ dB berücksichtigt. Alle weiteren Daten sind dem Anhang zu entnehmen bzw. sind in den Abschnitten 6 und 7 dieser Ausarbeitung beschrieben.

Immissionspunkt	IRW / Nacht	Gesamtbelastung	Oberer Vertrauensbereich $L_{o,90}$ (gerundet)	ΔL (IRW- $L_{o,90}$)
IP 1 Heidenburgerhof	45 dB(A)	41,4 dB(A)	44 dB(A)	1 dB
IP 2 Berglicht	40 dB(A)	35,9 dB(A)	38 dB(A)	2 dB
IP 3 Birkenhof	45 dB(A)	40,5 dB(A)	43 dB(A)	2 dB
IP 4 Hof Waldeck	45 dB(A)	41,9 dB(A)	44 dB(A)	1 dB

Tabelle 8: Obere Vertrauensbereichsgrenze (Gesamtbelastung)

Die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze für die Schallimmissionspegel führt zu dem Ergebnis, dass die Immissionsrichtwerte für die Nachtzeit durch die Gesamtbelastung an allen vier Immissionspunkten sicher nicht überschritten werden. Damit ist der Nachweis geführt, dass unter den dargestellten Bedingungen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes keine Bedenken gegen die Errichtung und den Betrieb der zwei geplanten Windenergieanlagen bestehen.

10. Zusammenfassung

Der Auftraggeber plant am Standort Heidenburg die Errichtung und den Betrieb von zwei Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-82 E2 (Nennleistung 2,3 MW) mit einer Nabenhöhe von 138,38 m.

Für den geplanten Anlagentyp ENERCON E-82 E2 liegt für den Betrieb mit einer Nennleistung von 2.300 kW ein schalltechnischer Messbericht vor (vgl. Abschnitt 6). Im Rahmen der schalltechnischen Vermessung wurde für den Betriebspunkt 95 % Nennleistung ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 103,4$ dB(A) ermittelt. Da bisher für den Anlagentyp ENERCON E-82 E2 nur ein Messbericht vorliegt, wurde für die Berechnung der vom Hersteller angegebene Schalleistungspegel von $L_{WA} = 104$ dB(A) berücksichtigt.

Bei den Berechnungen wurden 13 bestehende Windenergieanlagen als schalltechnische Vorbelastung berücksichtigt. Die Daten dieser Windenergieanlagen sind in Abschnitt 7 des Gutachtens zusammengefasst.

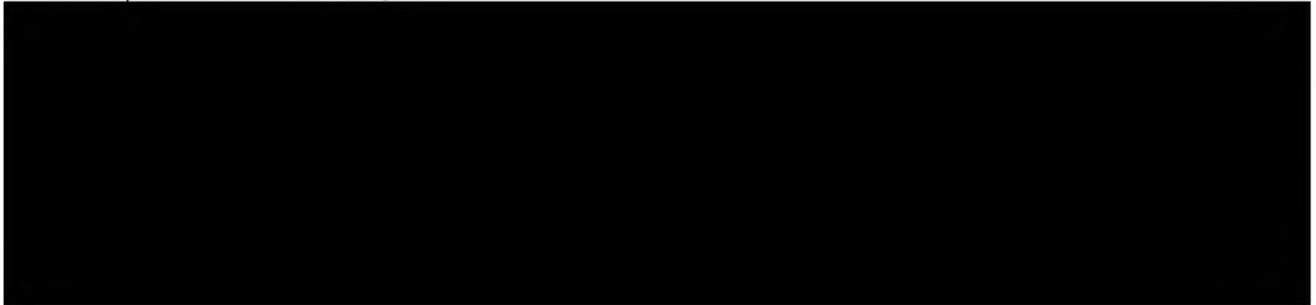
Wie die Berechnungsergebnisse in Abschnitt 9 zeigen, werden die zulässigen Immissionsrichtwerte für die Nachtzeit durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung (Oberer Vertrauensbereich) nicht überschritten.

Die schalltechnische Beurteilung erfolgte jeweils unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensbereichsgrenze $L_{o,90}$.

Damit ist der Nachweis geführt, dass unter den dargestellten Bedingungen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes keine Bedenken gegen die Errichtung und den Betrieb der zwei geplanten Windenergieanlagen bestehen.

Dieses Gutachten umfasst insgesamt zehn Textseiten und zusätzlich den im Anhangsverzeichnis aufgelisteten Anhang. Es darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden.

Aurich, den 11. Mai 2010



Anhang

Übersichtskarten (2 Seiten)

Darstellung der Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlagen
Windenergieanlagen und Immissionspunkte

Schallimmissionsraster (2 Seiten)

Zusatzbelastung
Gesamtbelastung

Datensatz (6 Seiten)

Berechnungsergebnisse

Zusammenfassung (1 Seite)
Zusatzbelastung (1 Seite)
Gesamtbelastung (2 Seiten)

Legende zu den Berechnungsergebnissen (1 Seite)

Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze - Gesamtbelastung (1 Seite)

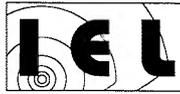
Herstellereklärung ENERCON E-82 E2 (3 Seiten)

Messbericht / ENERCON E-82 E2 (59 Seiten)

Herstellereklärungen - weitere Windenergieanlagen

Nordex S77 (1Seite)
Nordex S70 (1 Seite)
Nordex N90 (1 Seite)

Literaturverzeichnis (2 Seiten)



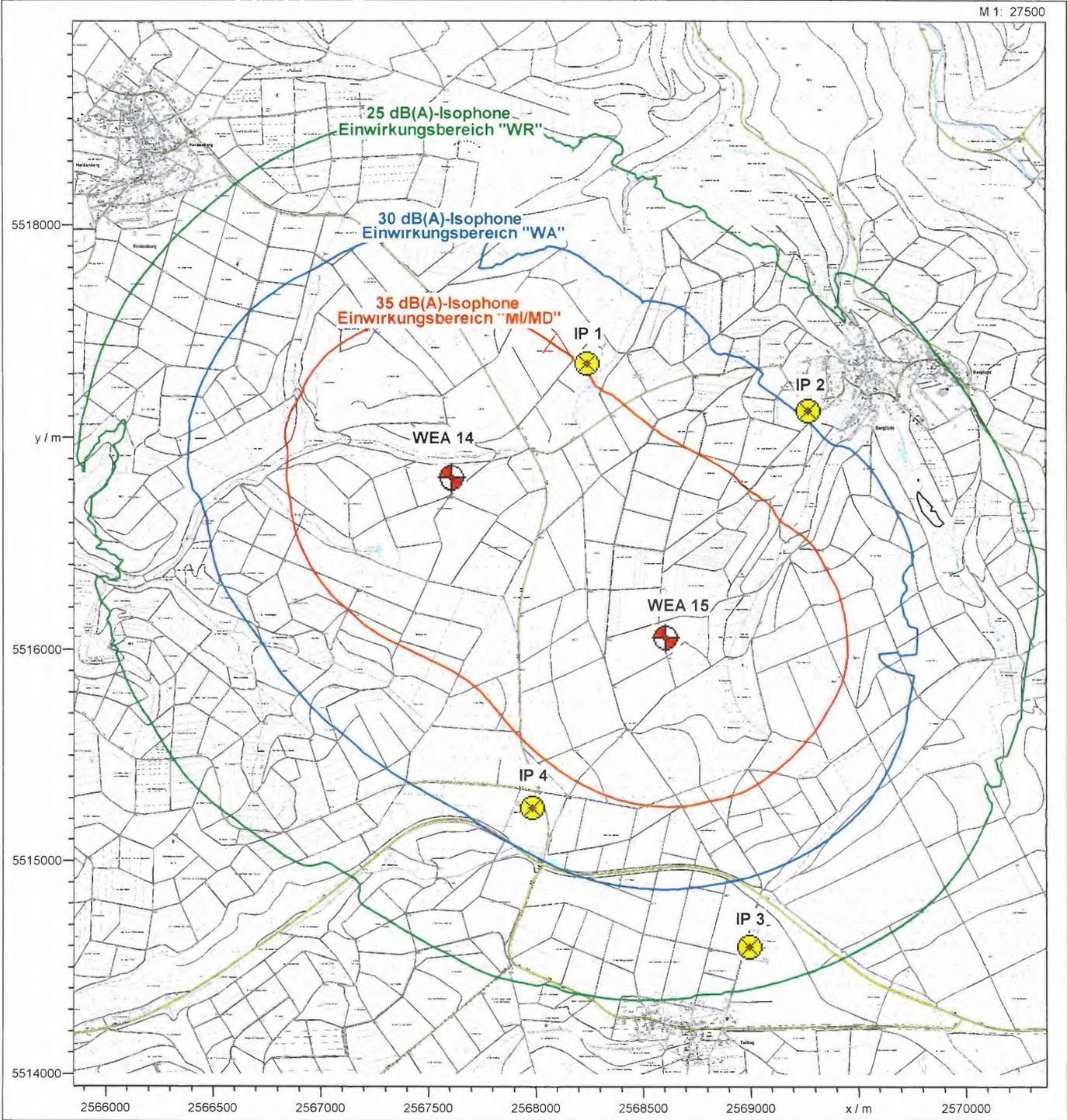
Übersichtskarten

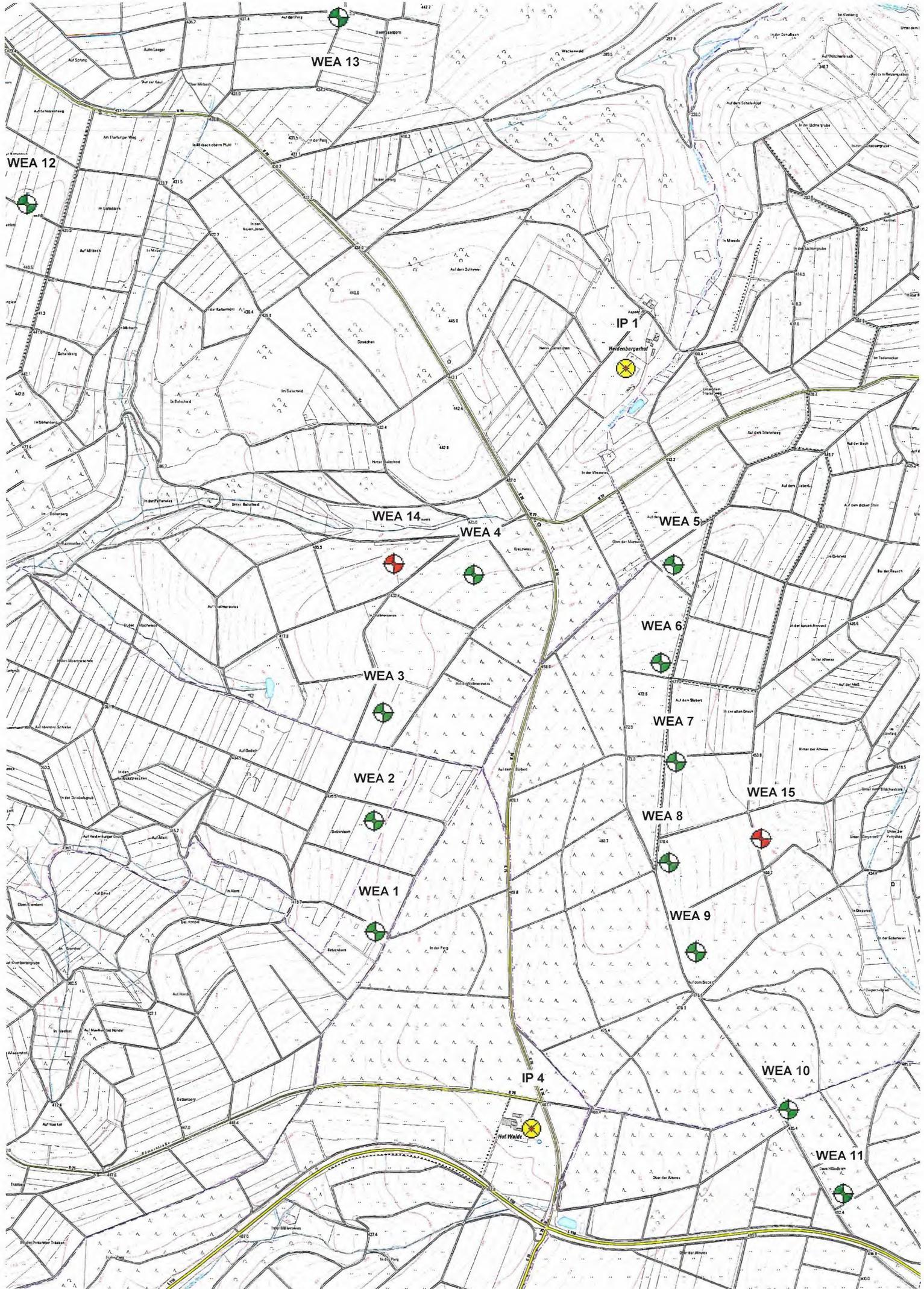
Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Übersichtskarte:



Darstellung der Einwirkungsbereiche der geplanten Windenergieanlagen



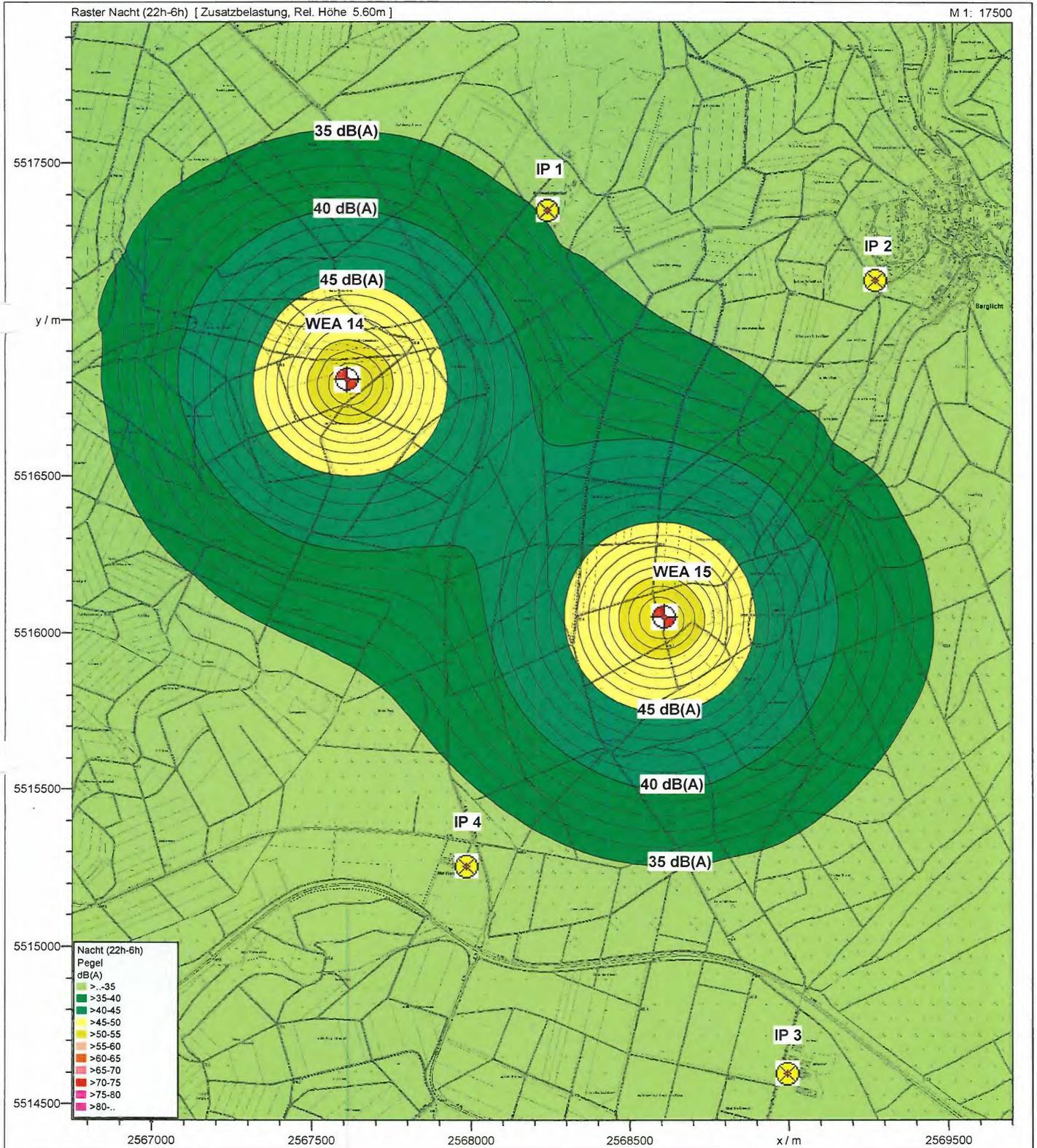




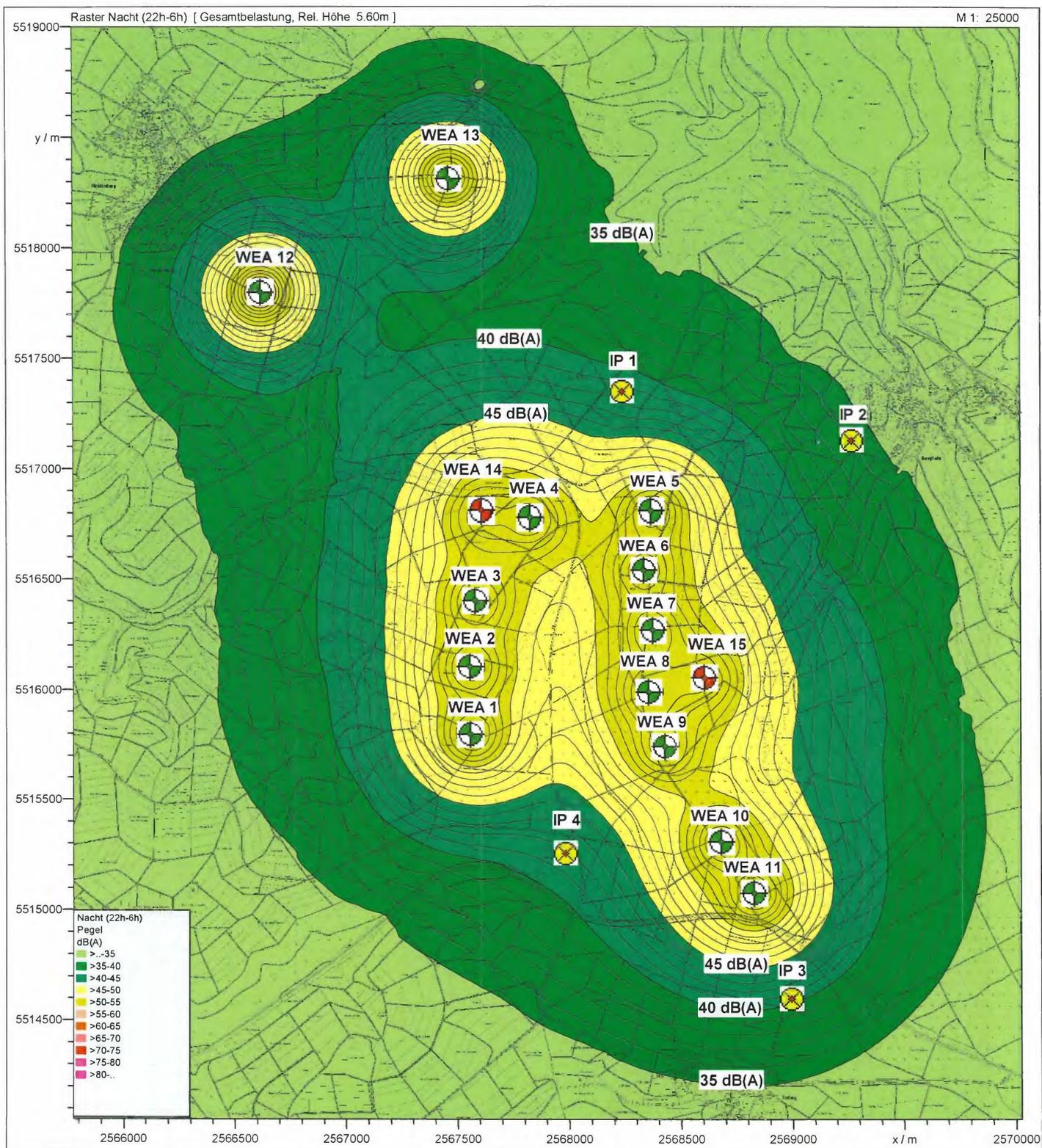
Schallimmissionsraster
Zusatz- und Gesamtbelastung

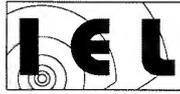
Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Schallimmissionsraster / Zusatzbelastung



Schallimmissionsraster / Gesamtbelastung





Datensatz

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Arbeitsbereich										
x min /m	x max /m	y min /m	y max /m	z min /m	z max /m	z1 /m	z2 /m	z3 /m	z4 /m	
2564000,00	2572000,00	5513000,00	5520000,00	0,00	1000,00	420,00	420,00	320,00	360,00	

Rechenmodell				
Freifeld vor Reflexionsflächen /m	1,00			
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein			
Frequenzen				
Spektrtyp	Summen-Pegel (A)			
Erstes Frequenzband	0 Hz			
Letztes Frequenzband	0 Hz			
Berechnung für IPKT	Referenzeinstellung			
Berechnung für Raster	Referenzeinstellung			
Parameter	Referenzeinstellung	IPKT-Berechnung	Rasterberechnung	
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja	Nein	
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja	Nein	
Mindestlänge für Teilstücke /m	1,0	1,0	1,0	
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1,0	1,0	1,0	
Reichweite von Quellen begrenzen	Nein	Nein	Ja	
Mindest-Pegelabstand /dB	Nein	Nein	30,0	
Einfügungsdämpfung begrenzen	Ja	Ja	Ja	
Grenzwert gemäß Regelwerk	Ja	Ja	Ja	
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613				
Seitlicher Umweg	Ja	Ja	Nein	
Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein	Nein	
Reflexion (max. Ordnung)	1	1	Keine Reflexion	
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Nein		
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja		
Reichweite von Refl. Flächen begrenzen /m	Nein	200,0m		
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein		
Bei Mehrfachreflexion:				
Winkelschrittweite (x-y)*				
Winkelschrittweite (z)*				
maximale Reflexionsweglänge in Vielfachen des direkten Abstandes				
Strahlverzweigung an Refl. Flächen				

Parameter der ISO 9613						
Mitwind-Wetterlage	Mittlere Temperatur	Relative Feuchte	G	Spektrtyp für die Berechnung	Bodendämpfung vereinfacht	C0 /dB
Nein	10 °C	70%	0,00	Summen-Pegel (A)	Ja	2,00

Verfügbare Raster												
Bezeichnung	x min /m	x max /m	dx /m	y min /m	y max /m	dy /m	nx	ny	Bezug	Höhe /m	Bereich	
Raster	2564000,00	2572000,00	20,00	5513000,00	5520000,00	20,00	401	351	relativ	5,60	Arbeitsbereich	

Verfügbare Koordinatensysteme										
Name	P1.x /m	P1.y /m	P1.z /m	P2.x /m	P2.y /m	P2.z /m	P3.x /m	P3.y /m	P3.z /m	
Globales System	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	
Ebene XZ (von vorn)	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	
Ebene YZ (von re)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	

Zuordnung von Elementgruppen zu den Varianten						
Elementgruppen	Basisvariante	VB S-77	VB S-70	VB N90	VB FL 750	Vorbelastung
Immissionspunkte	+	+	+	+	+	+
VB S-77		+				+
VB S-70			+			+
VB N90 2,3 MW				+		+
VB Fuhrl. 750					+	+
ZB E-82 E2						+
Höhenlinien		+	+	+	+	+
Hilfslinien						+

Elementgruppen, Varianten			
Elementgruppen	Zusatzbelastung	Gesamtbelastung	
Immissionspunkte	+	+	
VB S-77		+	
VB S-70		+	
VB N90 2,3 MW		+	
VB Fuhrl. 750		+	
ZB E-82 E2	+	+	
Höhenlinien	+	+	
Hilfslinien	+	+	

Immissionspunkt												Basisvariante
Element	Bezeichnung	Elementgruppe	ZA	x /m	y /m	z /m	Nutzung	Ruhezeit-zuschlag	Emiss.-Variante	Richtwerte /dB(A)		
IPkt001	IP 1 Heidenburgerhof	Immissionspunkte	12	2568241,00	5517353,00	5,60 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		
IPkt002	IP 2 Berglicht	Immissionspunkte	12	2569270,00	5517131,00	5,60 R	Allg. Wohngebiet	Ja	Tag Nacht Ruhe	55,0 40,0 55,0		
IPkt003	IP 3 Birkenhof	Immissionspunkte	12	2568995,00	5514600,00	5,60 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		
IPkt004	IP 4 Hof Waldeck	Immissionspunkte	12	2567983,00	5515257,00	5,60 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		

Punkt-SQ /ISO 9613												Basisvariante
Element	Bezeichnung	Elementgruppe	ZA	x /m	y /m	z /m	hohe Quelle	D0 /dB	Spektrum	Emiss.-Variante	Lw /dB(A)	
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	VB S-77	8	2567559,00	5515795,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	VB S-77	8	2567556,00	5516101,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	VB S-77	8	2567581,00	5516400,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	VB S-77	8	2567827,00	5516781,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	VB S-77	8	2568371,00	5516809,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	VB S-77	8	2568336,00	5516539,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	VB S-77	8	2568377,00	5516265,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	VB S-77	8	2568358,00	5515987,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	VB S-77	8	2568431,00	5515740,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,3 102,3 102,3	
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	VB N90 2,3 MW	8	2568680,00	5515306,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	103,3 103,3 103,3	
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	VB N90 2,3 MW	8	2568829,00	5515075,00	100,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	103,3 103,3 103,3	
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	VB Fuhrf. 750	8	2566620,00	5517800,00	62,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,6 102,6 102,6	
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	VB S-70	8	2567463,00	5518314,00	80,00 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	102,0 102,0 102,0	
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	ZB E-82 E2	4	2567610,00	5516811,00	138,38 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	104,0 104,0 104,0	
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	ZB E-82 E2	4	2568607,00	5516053,00	138,38 R	0	0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe	104,0 104,0 104,0	

Punkt-SQ /ISO 9613												Basisvariante
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.										
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A)	102,3								
			Dämmwert /dB									
			Zuschlag /dB									
			Lw /dB(A)	102,3								
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A)	102,3								
			Dämmwert /dB									
			Zuschlag /dB									
			Lw /dB(A)	102,3								
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A)	102,3								
			Dämmwert /dB									
			Zuschlag /dB									
			Lw /dB(A)	102,3								
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A)	102,3								
			Dämmwert /dB									
			Zuschlag /dB									
			Lw /dB(A)	102,3								
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A)	102,3								
			Dämmwert /dB									

Punkt-SQ /ISO 9613										Basisvariante
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.								
			Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,3						
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,3						
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,6						
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,0						
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,0						
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,0						

Punkt-SQ /ISO 9613										Basisvariante
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.								
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3						
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	Nacht	Emission /dB(A)	103,3						

Punkt-SQ /ISO 9613											Basisvariante
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.									
			Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,3							
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,3							
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,6							
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,0							
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,0							
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,0							

Punkt-SQ /ISO 9613											Basisvariante
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.									
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,3							
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,3							
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,3							
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,6							
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	102,0							
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,0							

Punkt-SQ /ISO 9613										Basisvariante
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.								
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	Ruhe	Emission /dB(A)	104,0						
			Dämmwert /dB							
			Zuschlag /dB							
			Lw /dB(A)	104,0						

Punkt-SQ /ISO 9613										Basisvariante
Element	Bezeichnung	Beurteilungs-Vorschrift	Spitzenpeg. /dB(A)	Impuls-Z. /dB	Info-Z. /dB	Ton-Z. /dB	Extra-Z. /dB			
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0			

Punkt-SQ /ISO 9613										Basisvariante (ohne Ruhezeitzuschlag)			
Element	Bezeichnung	Beurteilungszeitraum	Dauer BZR /h	Zeitzone	Dauer ZZ /h	Emiss.-variante	Lw /dB(A)	n-mal	Einwirkzeit /h	dLi /dB	Lwr /dB(A)		
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	102,3		
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9			
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0			
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1			

Punkt-SQ /ISO 9613			Basisvariante (ohne Ruhezeitzuschlag)								
Element	Bezeichnung	Beurteilungszeitraum	Dauer BZR /h	Zeitzone	Dauer ZZ /h	Emiss.-variante	Lw /dB(A)	n-mal	Einwirkzeit/h	dLi /dB	Lwr /dB(A)
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	102,3	1	1,0000	0,0	102,3
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,3	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,3	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0	102,3
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,3	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	102,3	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	102,3	1	2,0000	-9,0	102,3
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	102,3	1	1,0000	0,0	102,3
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	103,3	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	103,3	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	103,3	1	2,0000	-9,0	103,3
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	103,3	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	103,3	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	103,3	1	2,0000	-9,0	103,3
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	103,3	1	1,0000	0,0	103,3
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	103,3	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	103,3	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	103,3	1	2,0000	-9,0	103,3
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	103,3	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	103,3	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	103,3	1	2,0000	-9,0	103,3
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	103,3	1	1,0000	0,0	103,3
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,6	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,6	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,6	1	2,0000	-9,0	102,6
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,6	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	102,6	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	102,6	1	2,0000	-9,0	102,6
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	102,6	1	1,0000	0,0	102,6
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	102,0	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	102,0	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	102,0	1	2,0000	-9,0	102,0
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	102,0	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	102,0	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	102,0	1	2,0000	-9,0	102,0
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	102,0	1	1,0000	0,0	102,0
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	104,0	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	104,0	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	104,0	1	2,0000	-9,0	104,0
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	104,0	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	104,0	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	104,0	1	2,0000	-9,0	104,0
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,0	1	1,0000	0,0	104,0
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	104,0	1	1,0000	-12,0	
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	104,0	1	13,0000	-0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	104,0	1	2,0000	-9,0	104,0
				So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	104,0	1	5,0000	-5,1	
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h)	9,00	Tag	104,0	1	9,0000	-2,5	
				So, RZ(13h-15h)	2,00	Ruhe	104,0	1	2,0000	-9,0	104,0
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,0	1	1,0000	0,0	104,0



Berechnungsergebnisse

**Zusammenfassung,
Zusatz- und Gesamtbelastung**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Immissionsberechnung					Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
Immissionspunkt	x /m	y /m	z /m	Variante	Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
					IRW /dB(A)	Ges-Peg. /dB(A)	IRW /dB(A)	Ges-Peg. /dB(A)	IRW /dB(A)	Ges-Peg. /dB(A)
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	VB S-77	60,0	40,2	60,0	40,2	45,0	40,2
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	VB S-77	55,0	36,2	55,0	37,9	40,0	34,3
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	VB S-77	60,0	30,7	60,0	30,7	45,0	30,7
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	VB S-77	60,0	39,6	60,0	39,6	45,0	39,6
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	VB S-70	60,0	25,6	60,0	25,6	45,0	25,6
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	VB S-70	55,0	19,1	55,0	20,8	40,0	17,2
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	VB S-70	60,0	8,3	60,0	8,3	45,0	8,3
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	VB S-70	60,0	12,5	60,0	12,5	45,0	12,5
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	VB N90	60,0	21,3	60,0	21,3	45,0	21,3
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	VB N90	55,0	25,6	55,0	27,3	40,0	23,6
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	VB N90	60,0	39,8	60,0	39,8	45,0	39,8
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	VB N90	60,0	36,6	60,0	36,6	45,0	36,6
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	VB FL 750	60,0	20,9	60,0	20,9	45,0	20,9
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	VB FL 750	55,0	16,3	55,0	18,0	40,0	14,3
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	VB FL 750	60,0	8,9	60,0	8,9	45,0	8,9
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	VB FL 750	60,0	14,2	60,0	14,2	45,0	14,2
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	Vorbelastung	60,0	40,4	60,0	40,4	45,0	40,4
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	Vorbelastung	55,0	36,7	55,0	38,4	40,0	34,8
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	Vorbelastung	60,0	40,3	60,0	40,3	45,0	40,3
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	Vorbelastung	60,0	41,4	60,0	41,4	45,0	41,4
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	Zusatzbelastung	60,0	34,6	60,0	34,6	45,0	34,6
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	Zusatzbelastung	55,0	31,5	55,0	33,2	40,0	29,6
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	Zusatzbelastung	60,0	26,8	60,0	26,8	45,0	26,8
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	Zusatzbelastung	60,0	32,2	60,0	32,2	45,0	32,2
IP 1 Heidenburgerhof	2568241,00	5517353,00	416,19	Gesamtbelastung	60,0	41,4	60,0	41,4	45,0	41,4
IP 2 Berglicht	2569270,00	5517131,00	390,55	Gesamtbelastung	55,0	37,8	55,0	39,5	40,0	35,9
IP 3 Birkenhof	2568995,00	5514600,00	496,87	Gesamtbelastung	60,0	40,5	60,0	40,5	45,0	40,5
IP 4 Hof Waldeck	2567983,00	5515257,00	469,23	Gesamtbelastung	60,0	41,9	60,0	41,9	45,0	41,9

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 1 Heidenburgerhof X = 2568241,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5517353,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 416,19
-----------------------	--	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	844,8	69,5	1,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0		33,7	
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1362,7	73,7	2,6	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0		27,4	
													34,6	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 2 Berglicht X = 2569270,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5517131,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 390,55
-----------------------	--	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	1699,4	75,6	3,3	3,9	0,0	0,0	0,8	0,3		23,1	
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1262,4	73,2	2,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0		28,5	
													29,6	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 3 Birkenhof X = 2568995,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5514600,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 496,87
-----------------------	--	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	2609,8	79,3	5,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,9		17,7	
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1507,3	74,6	2,9	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1		26,2	
													26,8	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 4 Hof Waldeck X = 2567983,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5515257,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 469,23
-----------------------	--	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	1600,9	75,1	3,1	3,5	0,0	0,0	0,0	0,2		25,2	
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1019,6	71,2	2,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		31,2	
													32,2	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 1 Heidenburgerhof X = 2568241,00 Y = 5517353,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 416,19
-----------------------	--	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613													
		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet													
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)	
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	102,3	3,0	1705,1	75,6	3,3	4,0	0,0	0,0	0,0	0,8		21,6		
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	102,3	3,0	1432,3	74,1	2,8	3,8	0,0	0,0	0,0	0,5		24,1		
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	102,3	3,0	1165,0	72,3	2,2	3,5	0,0	0,0	0,0	0,2		27,0		
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	102,3	3,0	716,8	68,1	1,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0		33,6		
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	102,3	3,0	577,8	66,2	1,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0		36,7		
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	102,3	3,0	834,0	69,4	1,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0		31,7		
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	102,3	3,0	1106,9	71,9	2,1	3,4	0,0	0,0	0,0	0,1		27,8		
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	102,3	3,0	1380,3	73,8	2,7	3,7	0,0	0,0	0,0	0,5		24,7		
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	102,3	3,0	1631,8	75,2	3,1	4,0	0,0	0,0	0,0	0,7		22,2		
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	103,3	3,0	2100,3	77,4	4,0	4,1	0,0	0,0	0,7	1,0		19,1		
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	103,3	3,0	2359,1	78,4	4,5	4,2	0,0	0,0	0,6	1,1		17,4		
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	102,6	3,0	1683,7	75,5	3,2	4,2	0,0	0,0	0,5	1,2		20,9		
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	102,0	3,0	1241,0	72,9	2,4	3,5	0,0	0,0	0,0	0,6		25,6		
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	844,8	69,5	1,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0		33,7		
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1362,7	73,7	2,6	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0		27,4		
														41,4	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 2 Berglicht X = 2569270,00 Y = 5517131,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 390,55
-----------------------	--	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613													
		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet													
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)	
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	102,3	3,0	2175,8	77,7	4,2	4,5	0,0	0,0	0,2	1,0		17,6		
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	102,3	3,0	2005,1	77,0	3,9	4,5	0,0	0,0	0,3	0,9		18,7		
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	102,3	3,0	1845,8	76,3	3,6	4,5	0,0	0,0	0,3	0,9		19,8		
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	102,3	3,0	1492,3	74,5	2,9	4,2	0,0	0,0	0,6	0,6		22,6		
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	102,3	3,0	970,0	70,7	1,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0		29,3		
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	102,3	3,0	1120,5	72,0	2,2	3,4	0,0	0,0	0,0	0,1		27,6		
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	102,3	3,0	1256,5	73,0	2,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,3		26,2		
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	102,3	3,0	1474,7	74,4	2,8	3,6	0,0	0,0	0,0	0,6		23,9		
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	102,3	3,0	1634,8	75,3	3,1	3,7	0,0	0,0	0,0	0,7		22,5		
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	103,3	3,0	1927,8	76,7	3,7	3,8	0,0	0,0	0,0	0,9		21,2		
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	103,3	3,0	2112,2	77,5	4,1	3,9	0,0	0,0	0,0	1,0		19,9		
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	102,6	3,0	2735,4	79,7	5,3	4,5	0,0	0,0	0,2	1,5		14,3		
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	102,0	3,0	2163,8	77,7	4,2	4,0	0,0	0,0	0,8	1,2		17,2		
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	1699,4	75,6	3,3	3,9	0,0	0,0	0,8	0,3		23,1		
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1282,4	73,2	2,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0		28,5		
														35,9	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 3 Birkenhof X = 2568995,00 Y = 5514600,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 496,87
-----------------------	--	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613													
		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet													
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)	
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	102,3	3,0	1868,6	76,4	3,6	4,0	0,0	0,0	0,0	0,9		20,4		
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	102,3	3,0	2079,8	77,4	4,0	4,1	0,0	0,0	0,0	1,0		18,9		
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	102,3	3,0	2289,2	78,2	4,4	4,2	0,0	0,0	0,0	1,1		17,4		
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	102,3	3,0	2474,4	78,9	4,8	4,2	0,0	0,0	0,0	1,1		16,3		
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	102,3	3,0	2296,3	78,2	4,4	4,0	0,0	0,0	0,0	1,1		17,6		
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	102,3	3,0	2049,3	77,2	3,9	3,9	0,0	0,0	0,0	1,0		19,3		
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	102,3	3,0	1777,4	76,0	3,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,8		21,3		
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	102,3	3,0	1528,3	74,7	2,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,6		23,4		
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	102,3	3,0	1274,2	73,1	2,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,3		25,9		
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	103,3	3,0	778,1	68,8	1,5	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0		33,4		
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	103,3	3,0	511,7	65,2	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0		38,7		
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	102,6	3,0	3985,1	83,0	7,7	4,4	0,0	0,0	0,0	1,7		8,9		
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	102,0	3,0	4017,6	83,1	7,7	4,4	0,0	0,0	0,0	1,6		8,3		
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	2609,8	79,3	5,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,9		17,7		
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1507,3	74,6	2,9	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1		26,2		
														40,5	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 4 Hof Waldeck X = 2567983,00 Y = 5515257,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 469,23
-----------------------	--	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613												
		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet												
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi001	WEA 01 Nordex S77	102,3	3,0	688,5	67,8	1,3	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0		33,6	
EZQi002	WEA 02 Nordex S77	102,3	3,0	948,4	70,5	1,8	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0		29,8	
EZQi003	WEA 03 Nordex S77	102,3	3,0	1213,3	72,7	2,3	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0		26,5	
EZQi004	WEA 04 Nordex S77	102,3	3,0	1533,6	74,7	3,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0		23,2	
EZQi005	WEA 05 Nordex S77	102,3	3,0	1602,4	75,1	3,1	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0		22,5	
EZQi006	WEA 06 Nordex S77	102,3	3,0	1333,6	73,5	2,6	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0		25,2	
EZQi007	WEA 07 Nordex S77	102,3	3,0	1086,8	71,7	2,1	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0		28,0	
EZQi008	WEA 08 Nordex S77	102,3	3,0	827,6	69,3	1,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0		31,5	
EZQi009	WEA 09 Nordex S77	102,3	3,0	667,0	67,5	1,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0		34,3	
EZQi010	WEA 10 Nordex N90	103,3	3,0	708,2	68,0	1,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0		34,7	
EZQi011	WEA 11 Nordex N90	103,3	3,0	873,7	69,8	1,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		32,1	
EZQi012	WEA 12 Fuhrf. 750	102,6	3,0	2885,4	80,2	5,6	4,1	0,0	0,0	0,0	1,5		14,2	
EZQi013	WEA 13 Nordex S70	102,0	3,0	3101,4	80,8	6,0	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4		12,5	
EZQi014	WEA 14 E-82 E2	104,0	3,0	1600,9	75,1	3,1	3,5	0,0	0,0	0,0	0,2		25,2	
EZQi015	WEA 15 E-82 E2	104,0	3,0	1019,6	71,2	2,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		31,2	
													41,9	

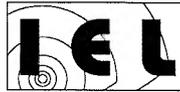


Legende zu den Berechnungsergebnissen

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Legende zu den Berechnungsergebnissen:

ISO 9613	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien	Legende zur Ergebnisliste (Lange Liste)
$L_f T = L_w + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{fol} - A_{hous} - A_{bar} - C_{met}$		
"Abschnitt 1":	Bezeichnung des Teilstücks einer Linienschallquelle	
"Teil 1":	Bezeichnung einer Teilschallquelle, die durch Unterteilung einer Linien- oder Flächenschallquelle entstanden ist	
REFL001/WAND001":	Reflexionsanteil infolge des bezeichneten Elements	
L _w :	Schalldruckleistungspegel	
D _c = D ₀ + D _I + D _{Omega} :	Raumwinkelmaß + Richtwirkungsmaß + Bodenreflexion (frq.-unabh. Berechnung)	
Abstand:	Abstand s des Immissionsortes von der Schallquelle	
A _{div} :	Abstandsmaß	
A _{atm} :	Luftabsorptionsmaß	
A _{gr} :	Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß	
A _{fol} :	Bewuchsdämpfungsmaß	
A _{hous} :	Bebauungsdämpfungsmaß	
A _{bar} :	Einfügungsdämpfungsmaß eines Schallschirms bzw. eines Geländemodells	
C _{met} :	Meteorologische Korrektur	
L _{fT} /dB:	Schalldruckpegel am Immissionsort für ein Teilstück	
L _{fT} /dB(A)	Schalldruckpegel (A-bewertet) am Immissionsort für ein Teilstück	
LAT ges:	Schalldruckpegel am Immissionsort, summiert über alle Schallquellen	



**Ermittlung der oberen
Vertrauensbereichsgrenze
gemäß „NRW-Vorgehensweise“**

Gesamtbelastung

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Projekt: Heidenburg / Gesamtbelastung

ENERCON E-82 E2	Sigma,r	1,5
	Sigma,p	1,22
	Sigma,ges	1,93

Nordex S-77	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	0,44
	Sigma,ges	0,67

Nordex S-70	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	0,55
	Sigma,ges	0,74

Nordex N-90	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	0,38
	Sigma,ges	0,63

Fuhrländer FL 750	Sigma,r	3
	Sigma,p	1,22
	Sigma,ges	3,24

Immissionspunkt: IP 1 Heidenburgerhof

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82 E2	34,60	1,93				
Nordex S-77	40,20	0,67				
Nordex S-70	25,60	0,74				
Nordex N-90	21,30	0,63				
Fuhrländer FL 750	20,90	3,24				
gesamt	41,40		0,65	1,50	1,63	2,09
Lo =	43,5					

Immissionspunkt: IP 2 Berglicht

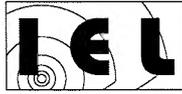
WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82 E2	29,60	1,93				
Nordex S-77	34,30	0,67				
Nordex S-70	17,20	0,74				
Nordex N-90	23,60	0,63				
Fuhrländer FL 750	14,30	3,24				
gesamt	35,90		0,65	1,50	1,63	2,09
Lo =	38,0					

Immissionspunkt: IP 3 Birkenhof

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82 E2	26,80	1,93				
Nordex S-77	30,70	0,67				
Nordex S-70	8,30	0,74				
Nordex N-90	39,80	0,63				
Fuhrländer FL 750	8,90	3,24				
gesamt	40,50		0,55	1,50	1,60	2,04
Lo =	42,5					

Immissionspunkt: IP 4 Hof Waldeck

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82 E2	32,20	1,93				
Nordex S-77	39,60	0,67				
Nordex S-70	12,50	0,74				
Nordex N-90	36,60	0,63				
Fuhrländer FL 750	14,20	3,24				
gesamt	41,90		0,48	1,50	1,58	2,02
Lo =	43,9					



Herstellererklärung
ENERCON E-82 E2

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Schalleistungspegel

der

ENERCON E-82 E2

Betriebsmodus I

(Datenblatt)

Impressum

Herausgeber: ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: 04941 927-0
Fax: 04941 927-109

Copyright: © ENERCON GmbH. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Änderungsvorbehalt: Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern.

Revision

Revision: 1.0
Department: ENERCON GmbH / Site Assessment

Glossar

FGW Fördergesellschaft Windenergie e.V.

Document information:		© Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten.	
Author/Revisor/ date:	Sch/ 03.2010	Dokumentname	SIAS-04-SPL E-82 E2 OM I 2,3MW Rev1_0-ger-ger.doc
Approved / date:	MK/ 04.2010		
Revision /date:	1.0/ April 2010		

Schalleistungspegel der E-82 E2 mit 2300 kW Nennleistung

bezogen auf standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe						
V_s in 10 m Höhe	Naben- höhe	78 m	85 m	98 m	108 m	138 m
5 m/s		96,3 dB(A)	96.6 dB(A)	97.2 dB(A)	97.5 dB(A)	98.2 dB(A)
6 m/s		100.7 dB(A)	101.0 dB(A)	101.6 dB(A)	101.9 dB(A)	102.6 dB(A)
7 m/s		103.3 dB(A)	103.5 dB(A)	103.6 dB(A)	103.6 dB(A)	103.8 dB(A)
8 m/s		104.0 dB(A)				
9 m/s		104.0 dB(A)				
10 m/s		104.0 dB(A)				
95% Nennleistung		104.0 dB(A)				

Vermessener Wert bei
95% Nennleistung

103,4 dB(A)
KCE 209244-03.03

bezogen auf Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe									
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Schalleistungspegel [dB(A)]	96.6	99.9	102.6	103.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0

- Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur standardisierten Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe gilt für alle Nabenhöhen. Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.
- Die Tonhaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei $K_{TN} = 0-1$ dB (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 681).
- Die Impulshaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei $K_{IN} = 0$ dB (gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW Richtlinie und DIN 45 645-1).
- Die oben angegebenen Schalleistungspegelwerte gelten für den **Betriebsmodus I** (definiert durch eine Betriebskennlinie mit dem Drehzahlbereich 6 - 18 U/min). Die zugehörige Leistungskennlinie ist die berechnete Kennlinie E-82 E2 vom November 2009 (Rev. 3.x).

Document information:		© Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten.	
Author/Revisor/ date:	Sch/ 03.2010	Dokumentname	SIAS-04-SPL E-82 E2 OM I 2,3MW Rev1_0-ger-ger.doc
Approved / date:	MK/ 04.2010		
Revision /date:	1.0/ April 2010		

5. Die angegebenen Schalleistungspegel wurden auf Basis offizieller und interner Vermessungen ermittelt. Offiziell vermessene Werte werden soweit vorhanden auf diesem Dokument in kursiver Schrift als Referenz angegeben. Die Schalldatenblätter und Messberichte der offiziellen Vermessungen können auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden; die dort dargestellten Werte ersetzen nicht die Angaben in diesem Dokument. Diese Vermessungen werden gemäß den auf dem Schalldatenblatt und im Messbericht vermerkten national und international empfohlenen Richtlinien und Normen durchgeführt.
6. Aufgrund der Messunsicherheiten bei Schallvermessungen und der Produktserienstreuung gelten die oben angegebenen Werte unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von +/- 1 dB. Wird eine Messung nach gängigen Richtlinien durchgeführt, sind demnach Messergebnisse im Bereich angegebener Wert +/-1 dB möglich. Gängige Richtlinien sind die „Technische Richtlinie Teil 1 Rev. 18 Bestimmung der Schallemissionswerte“ der FGW und die IEC 61 400-11 ed. 2. Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB, so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden.
7. Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit, die E-82 E2 nachts mit reduzierter Drehzahl und Leistung zu betreiben (Nachtbetrieb). Die reduzierten Schalleistungspegel können bei Bedarf angefordert werden.
8. Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

Document information:		© Copyright ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten.	
Author/Revisor/ date:	Sch/ 03.2010	Dokumentname	SIAS-04-SPL E-82 E2 OM I 2,3MW Rev1_0-ger-ger.doc
Approved / date:	MK/ 04.2010		
Revision /date:	1.0/ April 2010		



Messbericht
ENERCON E-82 E2

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 209244-03.03

über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 E2 im Windpark Fiebing bei 26629 Großefehn im Betrieb I

Datum:

18.03.2010

Auftraggeber:

Enercon GmbH

Dreekamp 5

26605 Aurich

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

Dipl.-Ing. Oliver Bunk

1.) Zusammenfassung

Am 20.02.2010 wurden bei 26629 Großefehn die Schallemissionen einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-82 E2 gemessen. Dies ist die WEA Nr. 12 im Windpark Fiebing. Es wurde der Windgeschwindigkeitsbereich von $v_s = 5$ m/s bis 10 m/s im Betrieb I mit der Nennleistung von $P_{\text{Nenn}} = 2.300$ kW untersucht.

Die maximale Schalleistung von $L_{\text{WA}} = 103,4$ dB(A) wurde für die normierte Windgeschwindigkeit $v_s = 8,6$ m/s (entsprechend 95 % der Nennleistung) bestimmt.

Die WEA-Geräusche waren in den untersuchten Windgeschwindigkeitsbereichen subjektiv nicht relevant tonhaltig. Rechnerisch ergibt sich in der 9 m/s-Windklasse ein Tonzuschlag von $K_{\text{TN}} = 1$ dB, in den übrigen Windklassen kein Tonzuschlag. Nach dem subjektiven Höreindruck waren die Anlagengeräusche nicht impulshaltig. Weitere immissionsrelevante, akustische Auffälligkeiten (Azimutverstellung, Lüftergeräusche usw.) lagen im Zeitraum der Messung nicht vor.

Vorliegender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt. *

Dieser Bericht enthält 27 Seiten und sechs Anlagen.

Rheine, 18.03.2010 JW / BB

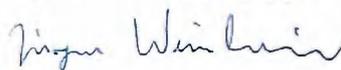
KÖTTER Consulting Engineers KG



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 1 97 10 0 Fax 0 59 71 1 97 10 43



i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer

* Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschrift. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen KCE-Beratungsbedingungen.

INHALTSVERZEICHNIS

1.)	Zusammenfassung	2
2.)	Situation und Aufgabenstellung	4
3.)	Bearbeitungsgrundlagen	5
4.)	Messprotokoll	6
5.)	Ergebnis der Luftschallmessung	11
5.1.	Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt	11
5.2.	Tonhaltigkeit im Nahbereich	20
5.3.	Impulshaltigkeit	21
5.4.	Richtcharakteristik	21
5.5.	Schalleistungspegel	22
6.)	Messunsicherheit	25
7.)	Anlage	27

2.) Situation und Aufgabenstellung

Im Windpark Fiebing bei 26629 Großefehn befindet sich neben mehreren Windenergieanlagen unterschiedlichen Typs eine Windenergieanlage vom Typ Enercon E-82 E2 mit einem Rotordurchmesser von 82 m und einer Nabhöhe von 108 m.

Im Auftrag der Enercon GmbH soll der Schalleistungspegel für die Windenergieanlage Nr. 12 des Windparks im Betrieb I mit der Nennleistung $P_{\text{Nenn}} = 2.300 \text{ kW}$ FGW-konform ermittelt werden. Weiterhin soll die WEA auf Ton- und Impulshaltigkeit im Nahbereich überprüft werden.

Die Ergebnisse sind in Form eines schalltechnischen Berichtes zu dokumentieren.

3.) Bearbeitungsgrundlagen

Für die Ermittlung der Geräuschemissionen werden folgende Normen, Vorschriften und Unterlagen herangezogen:

- [1] DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren; Ausgabe März 2007
- [2] DIN EN 61400-12, Windenergieanlagen, Teil 12: Messverfahren zur Bestimmung des Leistungsverhaltens bei Windenergieanlagen; Ausgabe Juli 1999
- [3] DIN 45645-1, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft; Ausgabe Juli 1996
- [4] DIN 45681, Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen; Ausgabe März 2005
- [5] DIN 45681 Berichtigung 2, August 2006: Akustik – Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen, Berichtigungen zu DIN 45681: 2005-03
- [6] Fördergesellschaft Windenergie e. V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
- [7] Leistungskennlinie der WEA des Typs E-82 E2, berechnet von der Enercon GmbH vom 13.11.2009 und Herstellerbescheinigung vom 05.03.2010 zu spezifischen Daten der vermessenen Anlage des Typs E-82 E2, zur Verfügung gestellt von der Enercon GmbH
- [8] Akustische Ringversuche des LANUV NRW (ehemals LUA NRW) in Essen, Herr Dipl.-Ing. D. Piorr, zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen, November 2000 (KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) war Teilnehmer der Ringversuche)
- [9] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), März 2005

4.) Messprotokoll

Aufgabenstellung: Messung der anlagenbezogenen Geräuschemissionen einer Windenergieanlage des Typs E-82 E2 bei 26629 Großefehn. Messung bei Betrieb I mit der Nennleistung $P_{\text{Nenn}} = 2.300 \text{ kW}$.

Schallmesspunkte: Erster Referenzmesspunkt in 126 m Abstand zur Rotorebene auf einer schallharten Holzplatte von 1 m Durchmesser in Mitwindrichtung nordöstlich der WEA, freie Ausbreitungsbedingungen. Zweiter Referenzmesspunkt ab ca. 15:22 Uhr wegen geänderter Windrichtung in gleichem Abstand östlich der WEA. Bodenbeschaffenheit um die Platte: Wiese mit verharschten Schneeresten, gefrorener Boden. Umgebung: Wiesen, Wallhecken, in weiterer Entfernung Waldstücke.

Die Lage der Schallmesspunkte ist dem Lageplan in Anlage A zu entnehmen.

Windmesspunkt: In Querwindrichtung in 140 m Abstand von der vermessenen WEA (Position und Abstand abweichend zu [1], zulässig nach [6]). Die Lage des Windmesspunktes ist dem Lageplan in Anlage A zu entnehmen.

Datum/Uhrzeit: 20.02.2010, 10:43 bis 17:18 Uhr
Die Messgerätezeit wurde mit der WEA-Zeit synchronisiert.

Messpersonal: Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer (KCE)
Markus Niehues (KCE)

Anlagenbeschreibung:

Typ:	E-82 E2
Serien-Nr.:	82679
Hersteller:	Enercon GmbH
Nabenhöhe über Grund:	108 m
Rotordurchmesser:	82 m
Abstand Rotorflanschmittel- punkt - Turmmittellinie:	4,6 m
Nennleistung:	2.300 kW
Rotornendrehzahl:	18 U/min (Betrieb I)
Leistungsregelung:	Pitch

Weitere spezifische Daten der WEA sind der Herstellerbescheinigung zu entnehmen (siehe Anlage E).

Standort:

Die Windenergieanlage befindet sich bei 26629 Großefehn im Windpark Fiebing. Im Windpark stehen zahlreiche weitere WEA.

Koordinaten des Standortes:

GK RW: 34.15.287

GK HW: 59.14.701

Betriebsweisen:

Messgerätezeiten und Betriebsweisen:

10:43 Uhr bis 12:02 Uhr: Betrieb I

12:05 Uhr bis 12:31 Uhr: WEA abgeschaltet

Messpause

14:33 Uhr bis 14:55 Uhr: WEA abgeschaltet

Messpause

16:08 Uhr bis 16:10 Uhr: WEA abgeschaltet

16:14 Uhr bis 16:32 Uhr: Betrieb I

Messpause

17:07 Uhr bis 17:18 Uhr: WEA abgeschaltet

Die nächstgelegenen WEA Nr. 13 und Nr. 14 des Typs E-82 E2 waren im Messzeitraum nicht in Betrieb. Weitere WEA im Abstand > 500 m waren in Betrieb.

Besonderheit(en) der vermessenen WEA:

Die tatsächlich erreichte maximale elektrische Leistung der WEA lag mit $P_{el} = 2.393$ kW über der vom Hersteller angegebenen Nennleistung. Die Gültigkeit der gemessenen Schalleistung wird dadurch nicht beeinflusst. Denn der gesamte Betriebsbereich der WEA in Bezug auf die Leistung und die Rotordrehzahl wurde durch die Messung erfasst.

Witterungsbedingungen:

- Temperatur (Mittelwert): 2,8 °C (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
- Luftdruck (Mittelwert): 991 hPa (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
- Windgeschwindigkeit v_{10} : 2 bis 14 m/s aus südwestlicher, später westlicher Richtung (Sekundenwerte, Anemometer 10 m Höhe)
- Bewölkung/Niederschlag: 7/8 Bewölkung, überwiegend niederschlagsfrei, zwischenzeitlich Schneegriesel

Fremdgeräusche:

Messwerte mit zeitlich begrenzten Fremdgeräuschen (Fahrzeuge, Flugzeuge, etc.) wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Messwerte mit ständig herrschenden Fremdgeräuschen (z. B. windinduzierte Geräusche durch Bewuchs) wurden berücksichtigt.

Messgeräte:

Der Schallpegelmesser wurde vor und nach der Messung kalibriert. Dabei ergaben sich keine Abweichungen.

Gerät	Hersteller	Typ	Serien-Nr.	Eichung (E) bis bzw. Kalibrierung (K) in
Präzisionsschallpegelmesser	Norsonic	Nor140	140 2976	(E) 2010
Kondensatormikrofon mit Kugelcharakteristik	Norsonic	1225	91877	(E) 2010
Vorverstärker	Norsonic	1209	12411	(E) 2010
Kalibrator	Norsonic	1251	32009	(E) 2010
Messsystem (8-Kanal)	IMC	Cronos-PL3	120671	--
Halber primärer Windschirm	Brüel & Kjaer	UA 0237	--	--
Sekundärer Windschirm	KCE	--	--	--
Entfernungsmesser	Leica	LRF 800	--	--
Anemometer	Thies	CLIMA 4.3303.22.0 40	0103356	(K) 2009
Klimamessgerät	Airflow	THB4130	07900148	--
Messsoftware	IMC	imc Devices, V 2.6	--	--
Signalanalysesoftware	IMC	Famos Sig- nalanalyse, Version 6.0 Rev. 6	--	--

Erfassung der elektrischen Leistung, der Rotordrehzahl und der Gondelwindgeschwindigkeit	
Schnittstelle	<p>Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspannungssignalen von Leistung, Rotordrehzahl und Gondelwindgeschwindigkeit. Leistungsmessung nicht FGW-konform, Begründung:</p> <p>Leistungsmessung per Schnittstelle ist vom Hersteller und von der Kötter Consulting Engineers KG geprüft und die Signale von Rotordrehzahl- und Gondelwind werden von der Schnittstelle mitgeliefert.</p> <p>Zusätzlich stichprobenweise Messen der Rotordrehzahl per Zählverfahren sowie Plausibilitätsprüfung aller aufgezeichneten Messdaten.</p>

5.) Ergebnis der Luftschallmessung

5.1. Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt

Die nachstehende Vorgehensweise entspricht den Regelungen der DIN EN 61400-11 [1] zusammen mit der FGW-Richtlinie [6].

Zur Ermittlung der Schalldruckpegel wurde das Mikrophon nach [1] auf einer schallharten Platte befestigt. Die Position des Mikrofons, genannt Referenzmesspunkt RMP, in Bezug auf die Windenergieanlage veranschaulicht die folgende Prinzipskizze.

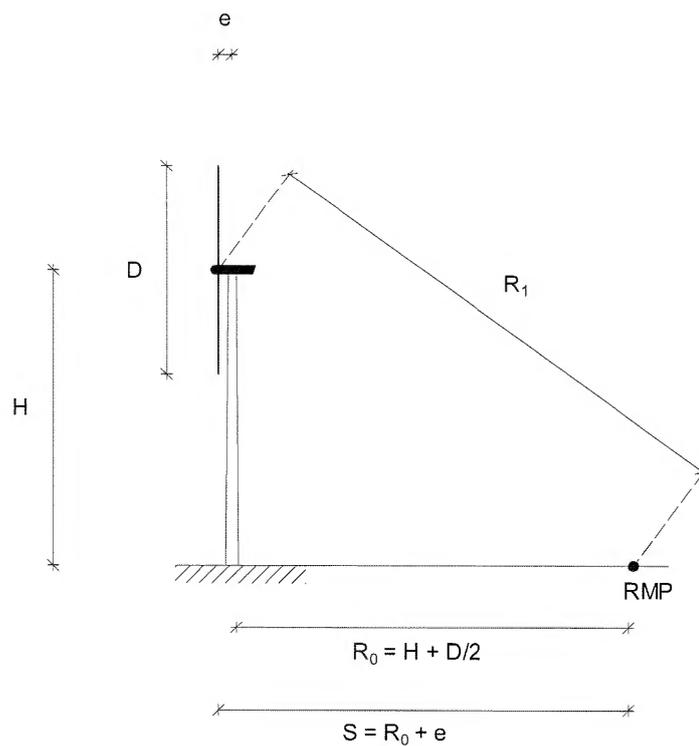


Abbildung 1: Prinzipskizze zur Position des Referenzmesspunktes

D	=	Rotordurchmesser
H	=	Nabenhöhe
e	=	Abstand Rotorflanschmittelpunkt – Turmmittellinie
RMP	=	Referenzmesspunkt (Mikrofon)
R_0	=	horizontaler Abstand von der Turmmittellinie zum RMP
S	=	horizontaler Abstand vom Rotorflanschmittelpunkt zum RMP
R_1	=	schräger Abstand vom Rotorflanschmittelpunkt zum RMP

Die horizontale Entfernung S von der Rotorebene setzt sich standardmäßig zusammen aus der Nabenhöhe H, dem Rotorradius $D/2$ und dem Rotorabstand e zur Turmmittellinie. Der Anteil R_0 von S, bestehend aus Nabenhöhe und Rotorradius, ist gleichbedeutend mit dem Abstand der Turmmittellinie zum RMP und darf um bis zu 20 % gegenüber dem Standardmaß verlängert oder verkürzt werden. Er wurde hier um 19 % verkürzt, um den Störabstand zu erhöhen. Hier ergab sich eine standardmäßige Entfernung von $S = 126$ m.

Während der Messung wurden die Mittelungspegel L_{AFeq} und die Taktmaximal-Mittelungspegel L_{AFTEq} (Taktzeit: 5 s) aufgezeichnet. Aus den gemessenen Pegel-, Leistungs- und Windgeschwindigkeitswerten werden Mittelwerte gebildet und ausgewertet, die gemäß [1] und [6] aus Zeitintervallen zwischen einer Minute und 10 Sekunden bestehen können. In dieser Auswertung werden Minutenmittelwerte gewählt. Minutenmittelwerte sind bevorzugt. Der geforderte Bereich der normierten Windgeschwindigkeit von $v_s = 6$ m/s bis zu $v_s = 10$ m/s wird damit vollständig abgedeckt und von dem vom Auftraggeber gewünschten Bereich $v_s = 3$ m/s bis $v_s = 5$ m/s werden die 5 m/s erfasst.

In einem ersten Auswerteschritt ist in Abbildung 2 der Schalldruckpegel L_{Aeq} am Referenzmesspunkt in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung P_{el} der WEA dargestellt.

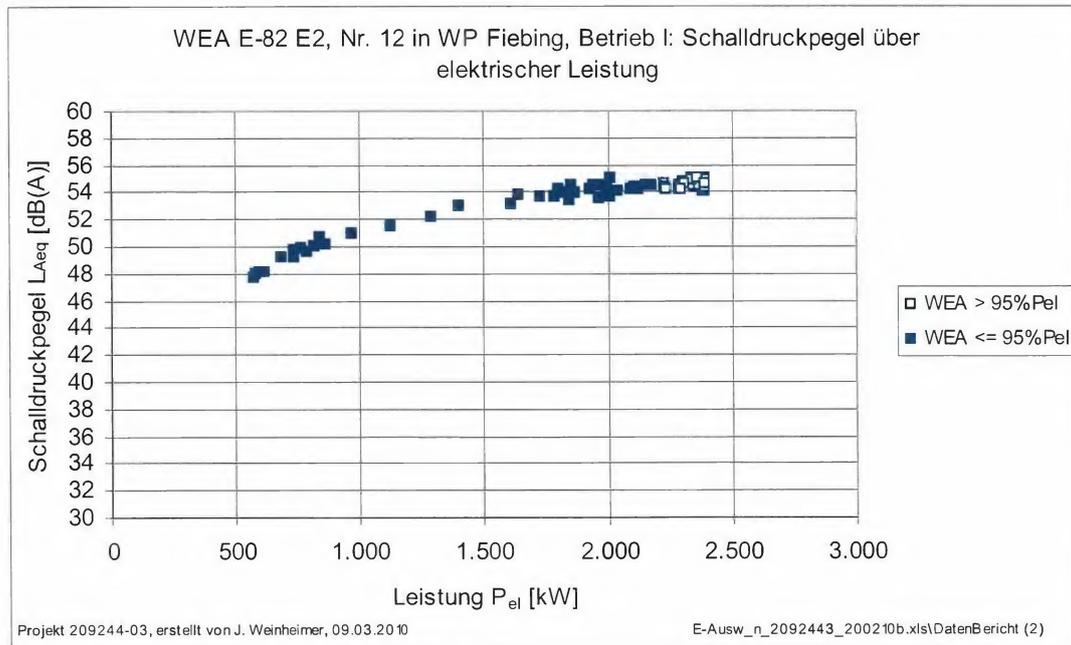


Abbildung 2: Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über elektrischer Leistung (Minutenmittelwerte)

Das Diagramm zeigt, dass ein Leistungsbereich von ca. 500 kW bis über die Nennleistung von 2.300 kW erfasst worden ist und dass der Gesamtgeräuschpegel mit zunehmender Leistung zunimmt.

Nach [6] sollen die Schalldruckpegel ab einer normierten Windgeschwindigkeit von $v_s = 6$ m/s bis zu $v_s = 10$ m/s in 10 m Höhe berücksichtigt werden. Zur Erfüllung der Anforderungen nach [6] sind in jedem BIN (= Windklasse) je drei Minuten Messzeit bei Anlagenbetrieb und Anlagenabschaltung erforderlich. Die normierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe wird nach [6] bei Anlagenbetrieb bis 95 % der Nennleistung (hier $P_{el,95\%} = 2.185$ kW) aus der elektrischen Wirkleistung bestimmt. 95 % der Nennleistung werden mit der zugehörigen Leistungskurve bei der Referenzwindgeschwindigkeit von $v_s = 8,6$ m/s erzeugt.

Mit Hilfe der bereitgestellten Leistungskurve werden aus den aufgezeichneten Daten der elektrischen Wirkleistung die Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe ermittelt. Diese Werte werden bezüglich der Luftdichte nach [1] korrigiert und unter Annahme eines logarithmischen Windprofils mit einer Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,05$ m wie folgt auf eine Referenzhöhe von 10 m umgerechnet:

$$v_s = v_H \cdot \frac{\ln\left(\frac{10}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_{0ref}}\right)}$$

v_s \triangleq normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe

v_H \triangleq Windgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes

z_{0ref} \triangleq Referenzrauigkeitslänge von 0,05 m

H \triangleq Höhe des Rotormittelpunktes (hier: $H = 108$ m)

Da 95 % der Nennleistung unterhalb $v_s = 10$ m/s überschritten werden, wird die normierte Windgeschwindigkeit oberhalb $v_{s,95\%}$ aus einer direkt gemessenen Windgeschwindigkeit ermittelt. Dies ist entweder die mit dem Korrekturfaktor κ zu korrigierende, in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit v_{10} oder die mit dem Gondelanemometer der WEA gemessene, zu korrigierende Windgeschwindigkeit v_n . Hier wird wegen der größeren Genauigkeit die Gondelanemometer-Methode verwendet. Dazu wird aus der bei WEA-Betrieb und Leistungswerten zwischen 5 % und 95 % der Nennleistung gemessenen Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers v_n und der korrigierten, aus der Leistung gewonnenen Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H eine lineare Regression erzeugt (s. Abbildung 3).

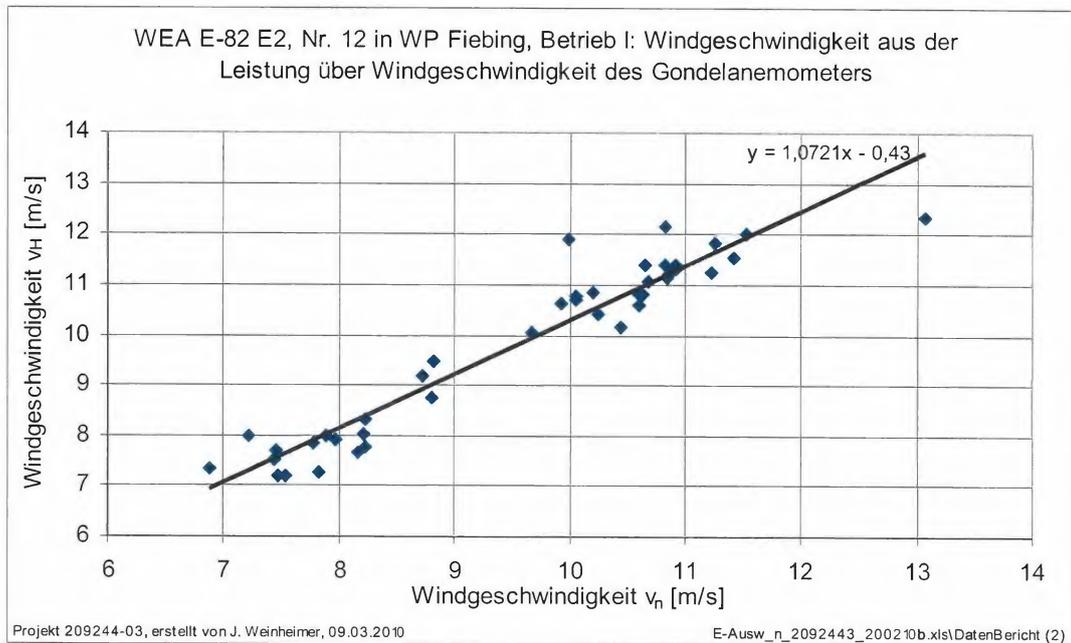


Abbildung 3: Lineare Regression aus den Werten des Gondelanemometers v_n und den Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe v_H (Minutenmittelwerte)

Aus der Regression ergeben sich zwei Koeffizienten c_1 und c_2 . Bei der untersuchten WEA lautet die Geradengleichung:

$$v_H = c_1 \cdot v_n + c_2$$

$$= 1,07 \cdot v_n - 0,43$$

v_n $\hat{=}$ Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers

v_H $\hat{=}$ aus der Leistung berechnete und korrigierte Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (= Höhe des Rotormittelpunktes)

Entsprechend der Geradengleichung werden aus den Gondelanemometerwerten normierte Werte berechnet und zur Auswertung herangezogen.

Zur Ermittlung der normierten Windgeschwindigkeit ohne Anlagenbetrieb (Fremdgeräuschmessung) werden die mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessenen Werte herangezogen und über den Korrekturfaktor κ korrigiert.

Bei der untersuchten WEA ergibt sich der Wert:

$$\kappa = v_s / v_{10} = 1,01$$

v_s \triangleq mittlere normierte Windgeschwindigkeit

v_{10} \triangleq mittlere, mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit

Beide Mittelwerte (v_s , v_{10}) gehen aus den gleichen Messzeiträumen hervor. Der Unterschied zwischen den mittleren v_s und v_{10} (aus Minutenmittelwerten) von 1 % ist durch Abweichung der angenommenen von der tatsächlichen Bodenrauigkeit bedingt.

Die folgende Abbildung 4 zeigt den Schalldruckpegel L_{Aeq} am Referenzmesspunkt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit v_s . Die entsprechenden Regressionskurven mit ihren Gleichungen sind ebenfalls enthalten.

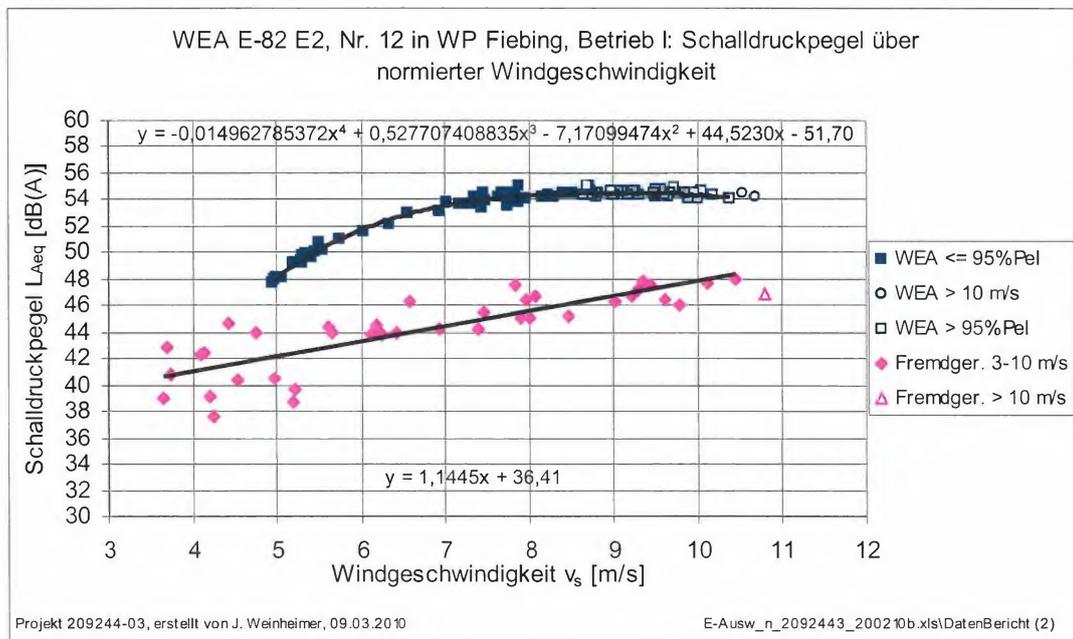


Abbildung 4: Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über normierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch

Entsprechend dem hier vermessenen Anlagentyp einer Pitchanlage wird für die Datenpunkte mit Anlagenbetrieb eine polynomische Regression 4. Ordnung gewählt. Die Regression erfolgt für normierte Windgeschwindigkeiten von $v_s = 5$ m/s bis $v_s = 10$ m/s. Datenpunkte mit Anlagenleistungen über 95 % der Nennleistung bis $v_s = 10$ m/s sind in Abbildung 4 extra gekennzeichnet und in die Regression mit einbezogen. Erkennbar ist weiterhin eine relativ hohe Streuung der Fremdgeräuschpegel im unteren Windgeschwindigkeitsbereich und ein relativ starker Anstieg des Fremdgeräuschpegels mit zunehmender Windgeschwindigkeit, welcher durch die benachbarten eingeschalteten WEA des Windparks bedingt ist.

Ergänzend sind in Abbildung 5 die gemessenen Schalldruckpegel bei WEA-Betrieb über der gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers und bei WEA-Abschaltung über der im Luv der WEA gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit des 10-m-Anemometers aufgetragen. In dieser Abbildung sind auch die Datenpunkte enthalten, die in Abbildung 4 herausfallen, weil zwar der 95 %-Wert $v_{s,95\%} = 8,6 \text{ m/s}$ von der normierten Windgeschwindigkeit überschritten, aber von der gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit des Gondelanemometers unterschritten wird.

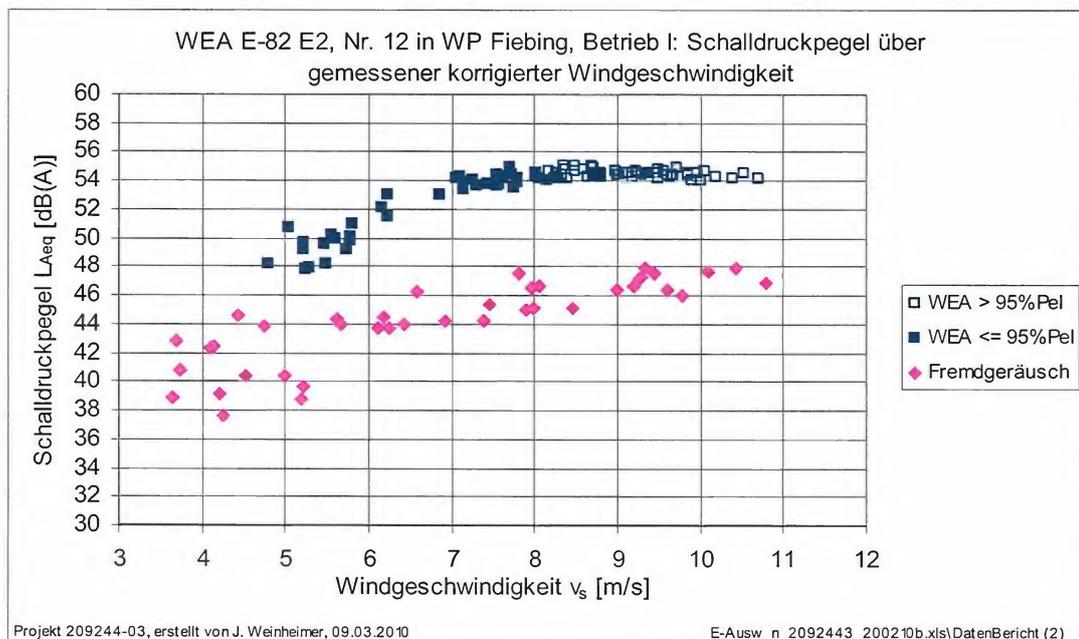


Abbildung 5: Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über gemessener korrigierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch

Die Streuung der Pegelwerte bei Anlagenbetrieb bis zu 95 % der Nennleistung ist höher als in Abbildung 4, da der Schalldruckpegel mit der direkt gemessenen Windgeschwindigkeit weniger korreliert als mit der über die Anlagenleistung gemessenen normierten Windgeschwindigkeit. Die zusätzlich gegenüber Abbildung 4 dargestellten Datenpunkte zeigen keine Auffälligkeit. Als Basis für die Ermittlung des Schalleistungspegels dient Abbildung 4 mit ihren Regressionsfunktionen.

In Tabelle 1 sind die aus der Regression 4. Ordnung bei WEA-Betrieb (L_{s+n}) und aus der linearen Regression bei den Fremdgeräuschen (L_n) ermittelten Schalldruckpegel aufgelistet. Zudem sind die Abstände $\Delta L_{s+n,n}$ zwischen WEA- und Fremdgeräusch sowie die fremdgeräuschkorrigierten Pegel $L_{Aeq,c}$ aufgeführt.

v_s [m/s]	5	6	7	8	9	10 ²⁾	8,6 ¹⁾
Anzahl Werte: WEA an / aus	11 / 5	5 / 6	11 / 4	13 / 6	24 / 6	13 / 4	--
L_{s+n} [dB(A)]	48,3	51,9	53,7	54,4	54,7	54,5	54,6
L_n [dB(A)]	42,1	43,3	44,4	45,6	46,7	47,9	46,3
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	6,1	8,6	9,2	8,9	8,0	6,7	8,4
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	47,0	51,2	53,1	53,8	53,9	53,5	54,0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier $P_{95\%} = 2.185$ kW

Tabelle 1: Emissionsdaten der WEA vom Typ E-82 E2 aus der Regression 4. Ordnung (WEA-Betrieb) und der Regression 1. Ordnung (Fremdgeräusch)

In der Anlage B befinden sich die Zeitverläufe des Schalldruckpegels, der elektrischen Leistung, der Rotordrehzahl, der Gondelanemometerwindgeschwindigkeit und der Anemometerwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Weiterhin ist dort ein Scatterplot der Minutenmittelwerte der Rotordrehzahl über der elektrischen Leistung dargestellt. Aus einer polynomischen Regression 4. Ordnung berechnete Mittelwerte der Rotordrehzahl zu jedem Windgeschwindigkeits-BIN befinden sich in Tabelle 4.

Die Turbulenzintensität wird aus drei Intervallen der Messung der Windgeschwindigkeit von je 10 Minuten ermittelt. Sie beträgt durchschnittlich 26 %.

5.2. Tonhaltigkeit im Nahbereich

Eine Tonhaltigkeitsanalyse erfolgt für den Nahbereich der WEA anhand der Geräuschaufnahme am Referenzmesspunkt. Mit dem Messdatenerfassungssystem Cronos-PL3 wurden Schmalbandfrequenzspektren mit einer Linienbreite von $\Delta_f = 4$ Hz unter Anwendung eines Hanning-Fensters für das WEA- und das Fremdgeräusch während der Messung erzeugt.

Angewendet wird das Auswerteverfahren nach [1]. Es wird der gesamte Frequenzbereich in 10s-Schmalbandfrequenzspektren untersucht, in dem Tonfrequenzen während der Messung aufgetreten sind, die sicher oder möglicherweise von der WEA verursacht worden sind, mindestens aber ein Frequenzbereich von 0 bis 1.600 Hz. Je BIN sind zwölf Frequenzspektren (entsprechend zwei Minuten) des WEA-Betriebes und der WEA-Abschaltung zu untersuchen, welche am nächsten an dem ganzzahligen BIN-Wert der normierten Windgeschwindigkeit liegen.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse zusammengefasst. Angegeben werden dort die Frequenzen, bei denen sich Werte $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$ dB ergeben. Die in der letzten Zeile stehenden K_{TN} -Werte sind für den Tonzuschlag der WEA maßgeblich.

v_s [m/s]	5	6	7	8	9	10	8,6 ¹⁾
f_T [Hz]	≈ 95	--	≈ 120	≈ 123	≈ 130	≈ 132	≈ 130
$\Delta L_{a,k}$ [dB]	-2,7	--	-1,8	-0,7	0,2	-0,4	0,2
$K_{TN,rech}$ [dB]	0	0	0	0	1	0	1
$K_{TN,sub}$ [dB]	0	0	0	0	0	0	0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier $P_{95\%} = 2.185$ kW

Tabelle 2: Tonhaltigkeit im Nahbereich

Die rechnerische Auswertung nach [1] ergibt bei einer Windgeschwindigkeit von $v_s = 9$ m/s einen Tonzuschlag von $K_{TN,max} = 1$ dB, in den übrigen Windklassen keinen Zuschlag.

Die einzelnen Spektren des Frequenzbereichs 0 - 1.600 Hz sowie detaillierte Berechnungsergebnisse können der Anlage C entnommen werden. Dort sind zur Information auch Ergebnisse mit $\Delta L_{a,k} < - 3,0$ dB aufgeführt, die gemäß [1] nicht dokumentiert werden müssen.

Nach der subjektiven Wahrnehmung während des Messzeitraums ist die WEA im Nahbereich zeitweise schwach tonhaltig, in der Art eines dunklen Brummens. Im Fernbereich (ca. 300 m Abstand) trat dies bei einer Hörprobe von ca. 11:45 bis 12:00 Uhr nicht auf.

Eine im Nahbereich ermittelte Tonhaltigkeit ist nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

5.3. Impulshaltigkeit

Nach dem subjektiven Höreindruck während des Messzeitraums liegt keine Impulshaltigkeit im Nahbereich vor. Eine Hörprobe im Fernbereich ergab ebenfalls keine Impulshaltigkeit. Die Blattdurchgangsfrequenz war nicht auffällig. Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse zur Impulshaltigkeit.

v_s [m/s]	5	6	7	8	9	10	8,6 ¹⁾
K_{IN} [dB]	0	0	0	0	0	0	0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier $P_{95\%} = 2.185$ kW

Tabelle 3: Impulshaltigkeit im Nahbereich

5.4. Richtcharakteristik

Durch eine Ortsbegehung im Nahbereich während des WEA-Betriebes wurde mittels des subjektiven Hörempfindens die Schallemission der WEA in unterschiedlicher Richtung untersucht.

Nach dem subjektiven Höreindruck war in Gegen- und Querwindrichtung das Schlagen der Rotorblätter deutlicher, aber nicht lauter wahrzunehmen.

5.5. Schalleistungspegel

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c}$ am Referenzmesspunkt wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel L_{WA} nach [1] wie folgt bestimmt:

$$L_{WA} = L_{Aeq,c} - 6 + 10 \lg \left(4\pi \cdot \frac{R_1^2}{S_0} \right)$$

R_1 \triangleq Abstand zwischen Rotormittelpunkt und Mikrofon (s. Grafik am Beginn des Kapitels 5.), ermittelt aus:

$$R_1 = \sqrt{S^2 + H^2} \quad \text{mit} \quad S \triangleq \text{Abstand des Mikrofons zur Rotorebene}$$

$$H \triangleq \text{Nabenhöhe}$$

(hier: $R_1 = 166 \text{ m}$)

S_0 \triangleq Bezugsfläche ($S_0 = 1 \text{ m}^2$)

Die Konstante von 6 dB in obiger Gleichung trägt der Schalldruckpegelerhöhung auf einer schallharten Platte Rechnung.

In Tabelle 4 sind zusammenfassend nicht akustische Parameter (P_{el} = elektrische Leistung, n_{Rot} = Rotordrehzahl) sowie Schalldruckpegel L_{s+n} , L_n , $L_{Aeq,c}$, Tonzuschläge K_{TN} , Impulzzuschläge K_{IN} und Schalleistungspegel L_{WA} für die vorliegenden normierten Windgeschwindigkeiten v_s angegeben.

v_s [m/s]	5	6	7	8	9	10	8,6 ¹⁾
P_{el} [kW], Mittel Grenzen von - bis	579 (404 - 821)	1.089 (821 - 1.351)	1.612 (1.351 - 1.852)	2.032 (1.852 - 2.160)	2.255	2.300	2.185
n_{Rot} [min ⁻¹]	13,5	15,9	16,7	17,3	17,7	17,8	17,6
L_{s+n} [dB(A)]	48,3	51,9	53,7	54,4	54,7	54,5	54,6
L_n [dB(A)]	42,1	43,3	44,4	45,6	46,7	47,9	46,3
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	6,1	8,6	9,2	8,9	8,0	6,7	8,4
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	47,0	51,2	53,1	53,8	53,9	53,5	54,0
$K_{TN,rechn.}$ [dB]	0	0	0	0	1	0	1
$K_{TN,sub}$ [dB]	0	0	0	0	0	0	0
K_{IN} [dB]	0	0	0	0	0	0	0
L_{WA} [dB(A)]	96,4	100,6	102,5	103,2	103,3	102,9	103,4

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier $P_{95\%} = 2.185$ kW

Tabelle 4: Nicht akustische und akustische Parameter der WEA E-82 E2 Nr. 12 im Windpark Fiebing bei 26629 Großefehn

Die maximale Schalleistung wird für die normierte Windgeschwindigkeit $v_s = 8,6$ m/s mit $L_{WA} = 103,4$ dB(A) bestimmt. Die WEA-Geräusche waren zeitweise schwach tonhaltig (im niedrigen Frequenzbereich von $f = 95 - 132$ Hz) und nicht impulshaltig. Weitere immissionsrelevante, akustische Auffälligkeiten (Azimutverstellung, Lüftergeräusche usw.) lagen im Zeitraum der Messung nicht vor.

Alle Auswerteergebnisse beziehen sich auf die vermessene Anlage unter Zugrundelegung der in Anlage E angegebenen berechneten Leistungskurve. Es ist mit einer geringfügig erhöhten Messunsicherheit zu rechnen, s. Kapitel 6.), Anteil U_{B7} . Die Leistungskurve wurde vom Anlagenhersteller speziell für die vermessene WEA und Betriebsweise zur Verfügung gestellt.

Auf Wunsch des Auftraggebers werden ebenfalls die Schalleistungspegel berechnet, die sich für geradzahlige normierte Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe ergeben. Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse.

$v_{H,n}$ [m/s]	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
L_{WA} [dB(A)]	99,0	101,2	102,4	103,0	103,3	103,3	103,1

Tabelle 5: Schalleistungspegel der WEA E-82 E2 Nr. 12 im Windpark Fiebing bei 26629 Großfehn bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe

6.) Messunsicherheit

Die Messgenauigkeit wird neben der Genauigkeit der verwendeten Messgeräte von den Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen sowie der angegebenen Leistungskurve bestimmt. Die Messunsicherheit wird nach [6] ermittelt. Als Gesamt-Messunsicherheit ergibt sich auf diese Weise:

$$U_C = \sqrt{U_{A,s}^2 + U_{B1}^2 + \dots + U_{B8}^2}$$

aus den einzelnen Messunsicherheiten. Sie entspricht der Messunsicherheit für die Ermittlung des Schalleistungspegels.

Gesucht ist die Messunsicherheit der maßgeblichen, d. h. der maximalen Schalleistung. Sie tritt in dem Windgeschwindigkeits-BIN von $v_s = 9$ m/s auf. Hierfür werden zunächst Standardabweichungen der Regressionswerte aus Abbildung 4 mit und ohne WEA-Betrieb berechnet, genannt $U_{A, s+n}$ und $U_{A, n}$. Die Formel dazu entspricht jeweils:

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (y - y_{est})^2}{N(N-2)}}$$

$$U_{A, s+n} = 0,04 \text{ dB,}$$

$$U_{A, n} = 0,20 \text{ dB.}$$

Mit den Standardabweichungen $U_{A, s+n}$ und $U_{A, n}$ sowie dem Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches $L_{s+n} = 54,7$ dB(A), des Fremdgeräusches $L_n = 46,7$ dB(A) und dem fremdgeräuschkorrigierten Pegel $L_s = 53,9$ dB(A), s. Tabelle 4, errechnet sich eine Unsicherheit des fremdgeräuschbereinigten Anlagenpegels $U_{A, s}$. Sie wird ermittelt als

$$U_{A,s} = \frac{\sqrt{(U_{A,s+n} \cdot 10^{0,1L_{s+n}})^2 + (U_{A,n} \cdot 10^{0,1L_n})^2}}{10^{0,1L_s}}$$

$$= 0,06 \text{ dB.}$$

Die weiteren Messunsicherheiten werden mit den in Tabelle 6 angegebenen Werten abgeschätzt. Hierbei geht die Unsicherheit der Leistungsmessung in die Bestimmung der normierten Windgeschwindigkeit ein.

Fehlerquellen	Bezeichnung	Messunsicherheit [dB]
Akustischer Kalibrator	U_{B1}	0,2
Schallpegelmesser	U_{B2}	0,2
Schallharte Platte	U_{B3}	0,3
Messabstand	U_{B4}	0,1
Luftimpedanz	U_{B5}	0,1
Turbulenz	U_{B6}	0,4
Windgeschwindigkeit	U_{B7}	0,4
Richtung	U_{B8}	0,5

Tabelle 6: Geschätzte Messunsicherheiten U_B

Die Gesamt-Messunsicherheit beträgt damit $U_C = +/- 0,9$ dB.

7.) **Anlage**

Anlage A: Fotos und Lageplan

Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

Anlage C: Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

Anlage D: Weitere Messergebnisse

Anlage E: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur E-82 E2 am Standort Großefehn

Anlage F: Auszug aus dem Prüfbericht

Anlage A: Fotos und Lageplan



Bild 1: Mikrofon am anfänglichen Referenzmesspunkt zur E-82 E2 hin (Standort Großefehn)



Bild 2: Mikrofon am anfänglichen Referenzmesspunkt (Standort Großefehn)

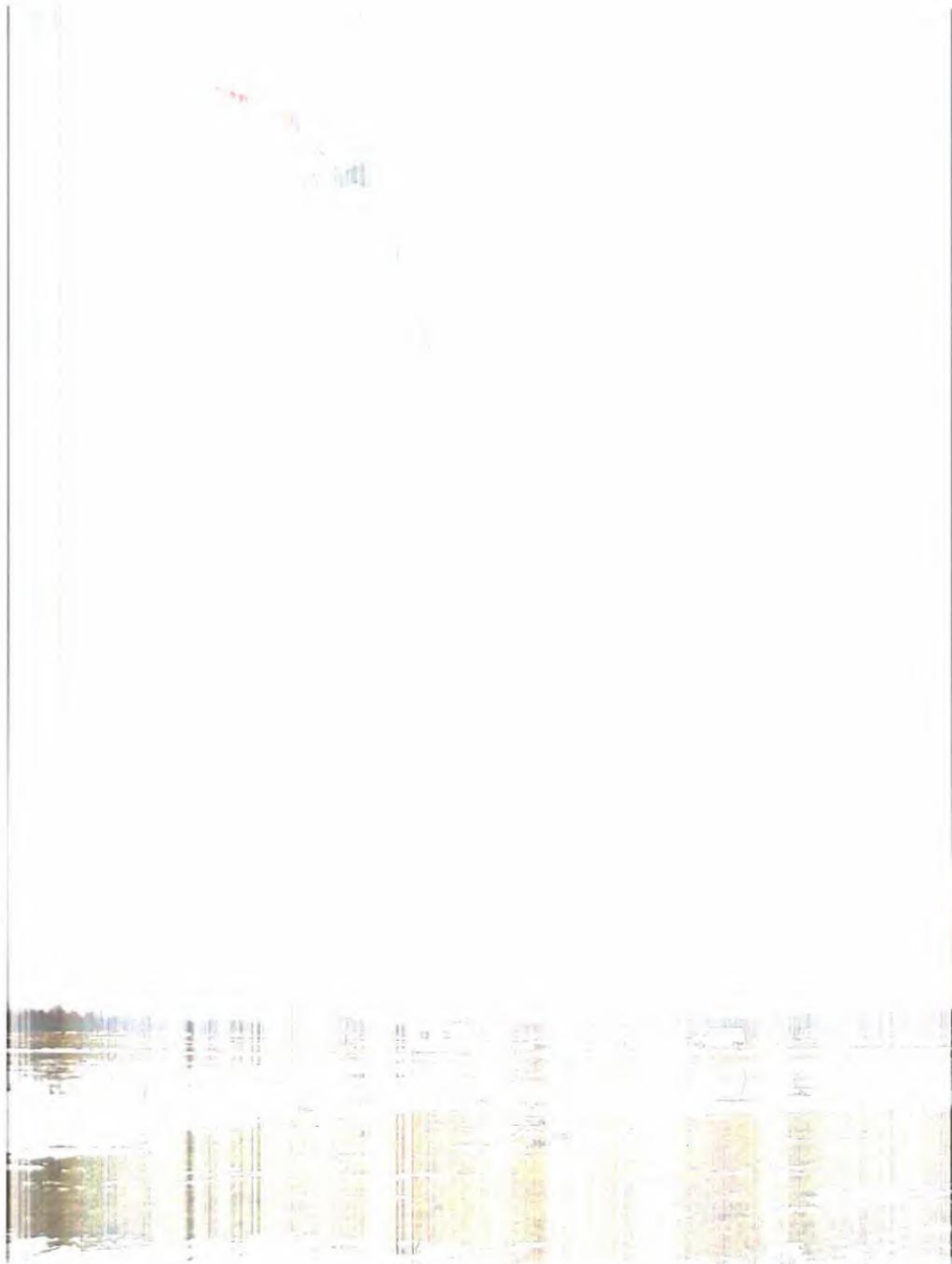


Bild 5:

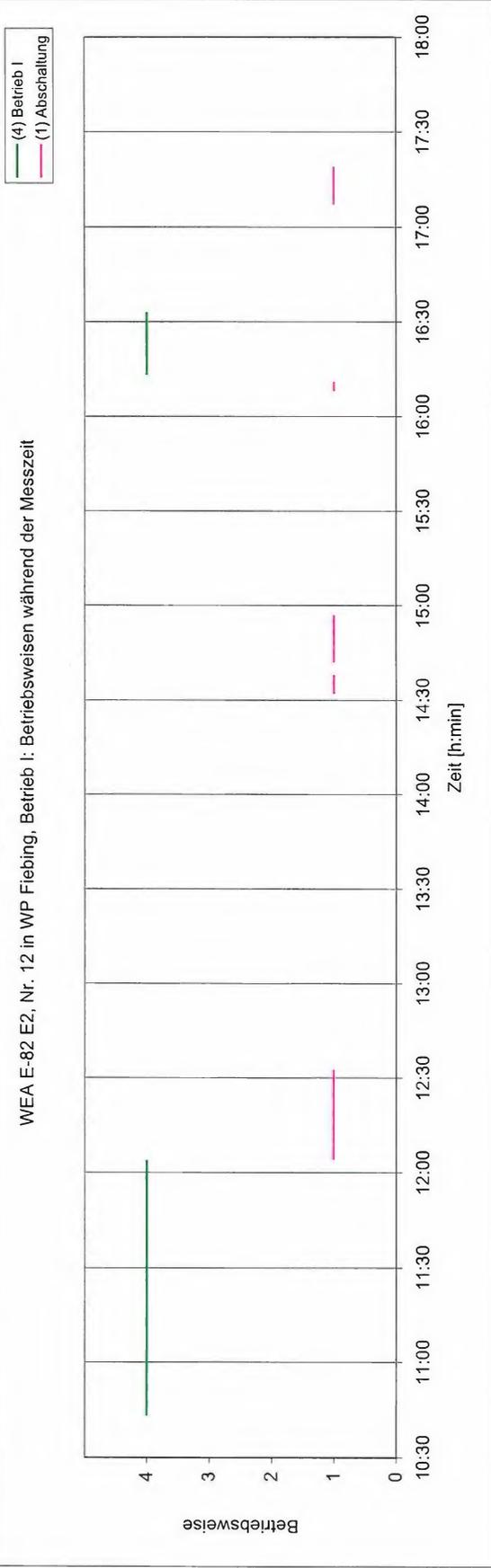
4.12.12 10:00 Uhr 01.12.12

1/1

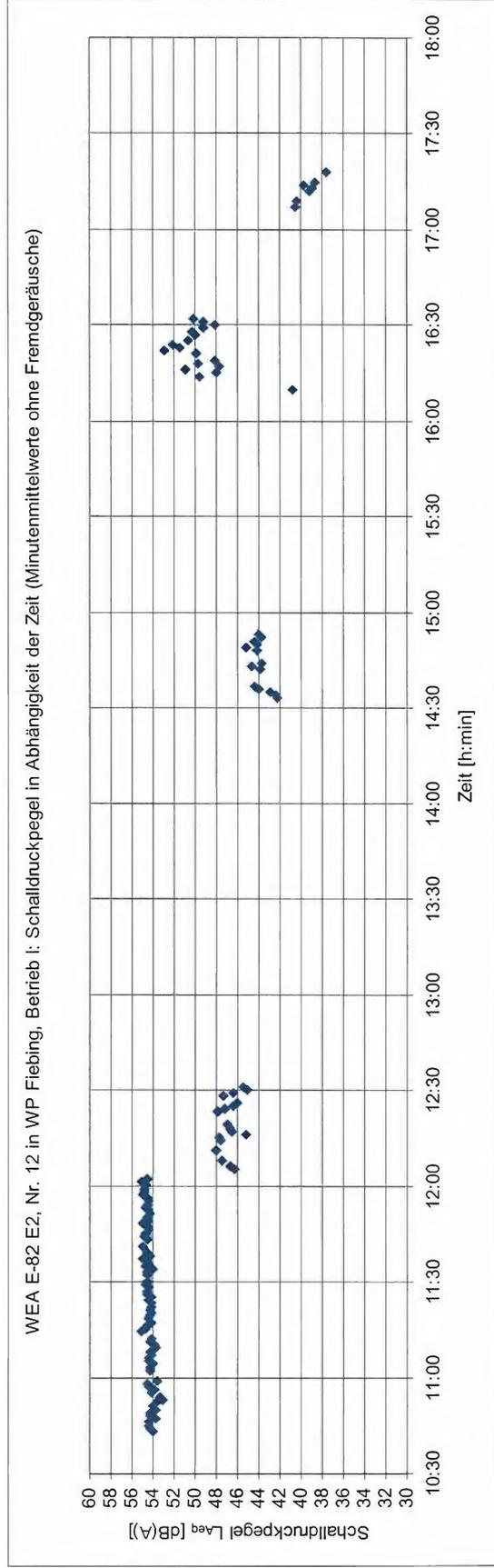


Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

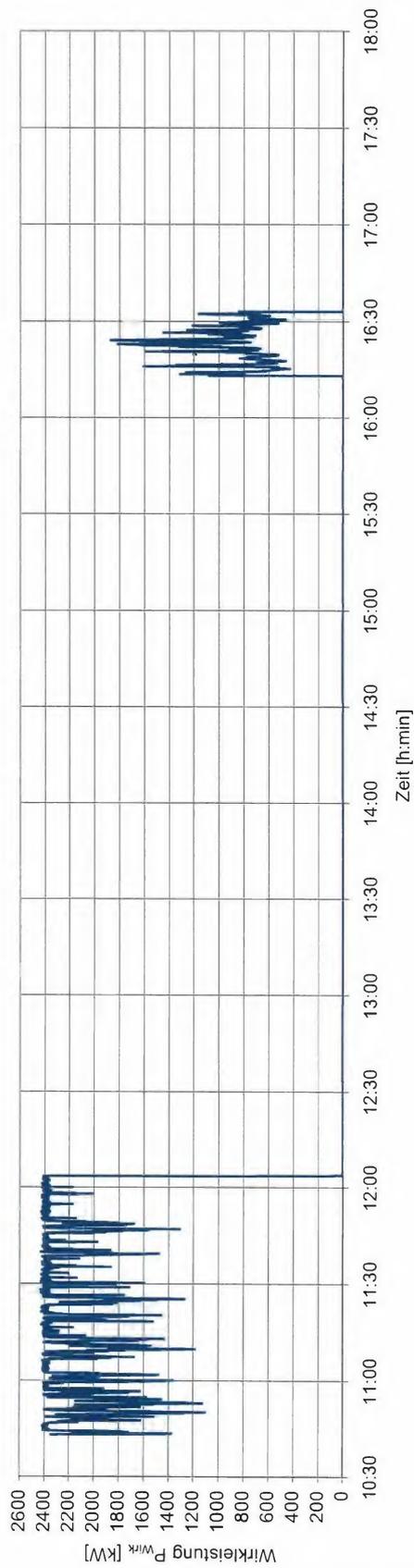
WEA E-82 E2, Nr. 12 in WP Fiebing, Betrieb I: Betriebsweisen während der Messzeit



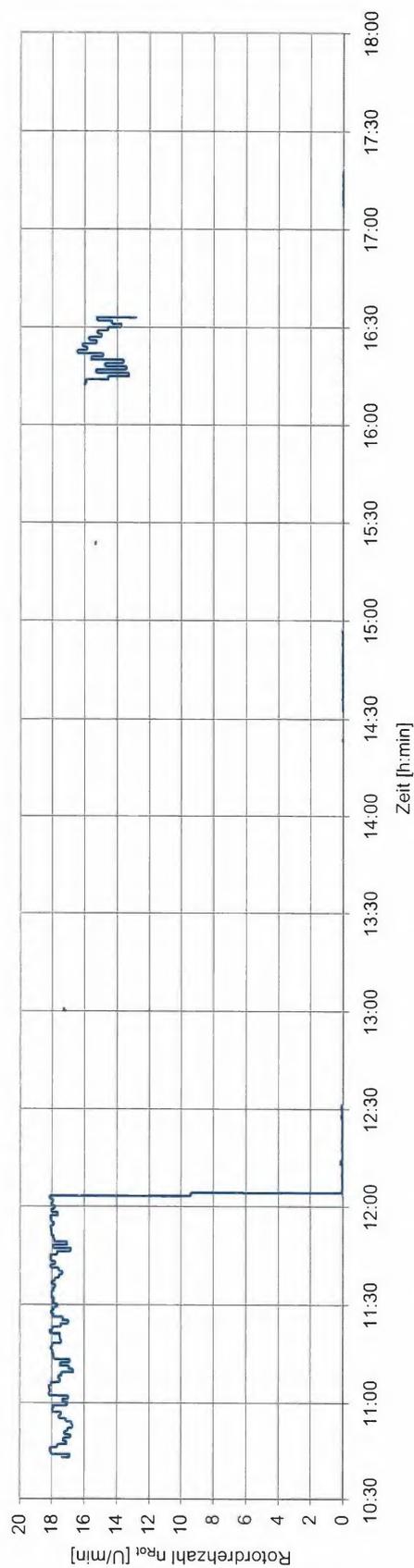
WEA E-82 E2, Nr. 12 in WP Fiebing, Betrieb I: Schalldruckpegel in Abhängigkeit der Zeit (Minutenmittelwerte ohne Fremdgeräusche)



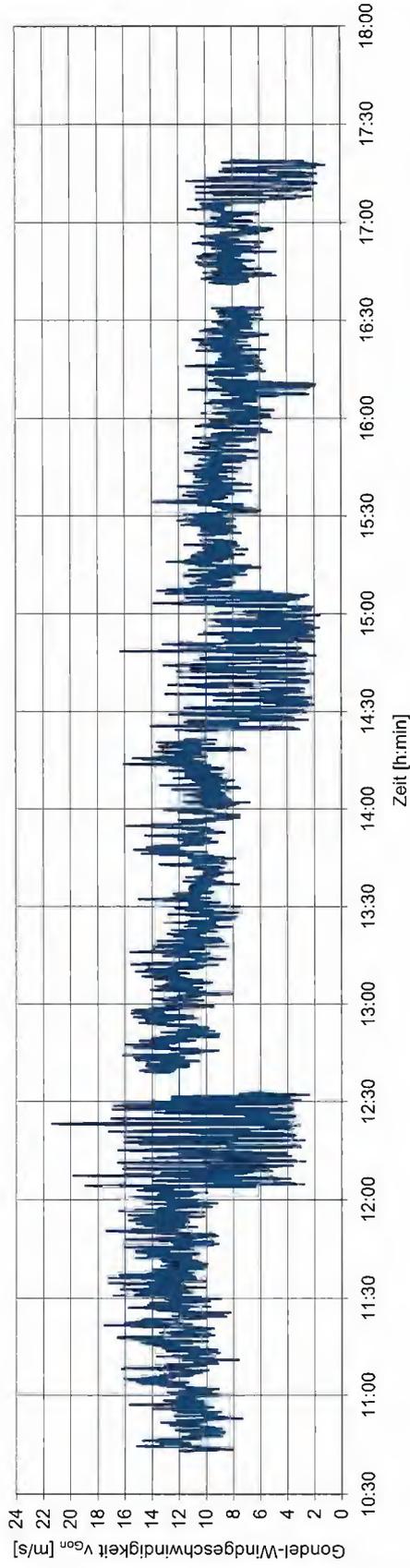
WEA E-82 E2, Nr. 12 in WP Fiebing, Betrieb I: Wirkleistung über der Zeit (Sekundenmittelwerte)



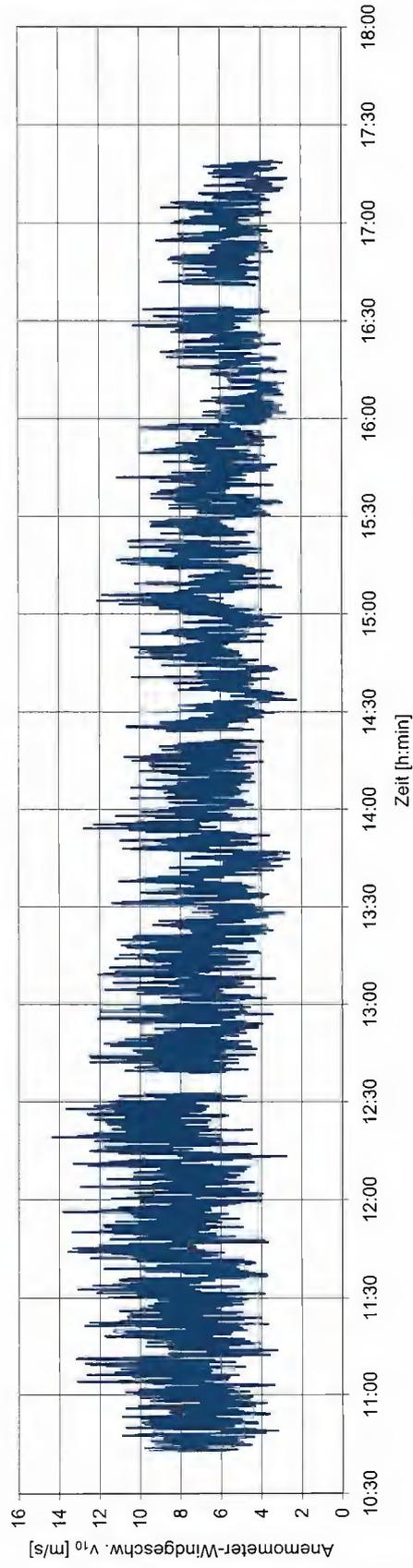
WEA E-82 E2, Nr. 12 in WP Fiebing, Betrieb I: Rotordrehzahl über der Zeit (Minutenmittelwerte)



WEA E-82 E2, Nr. 12 in WP Fiebing, 2.000 kW-Betrieb und Betrieb I: Gondelanemometer-Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)



Windmesspunkt nahe WEA E-82 E2 in 10 m Höhe: Anemometer-Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)

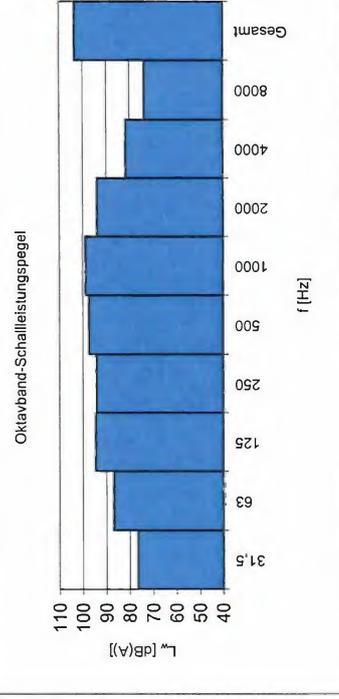
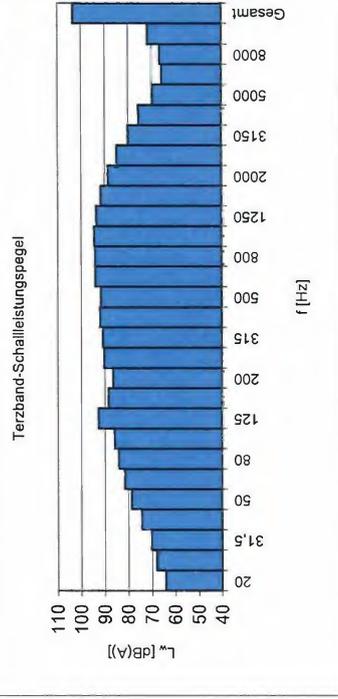


Anlage C: Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

Schallemissionsmessung an E-82 E2 in WP Fiebing, Ser.-Nr. 82679, Betrieb I

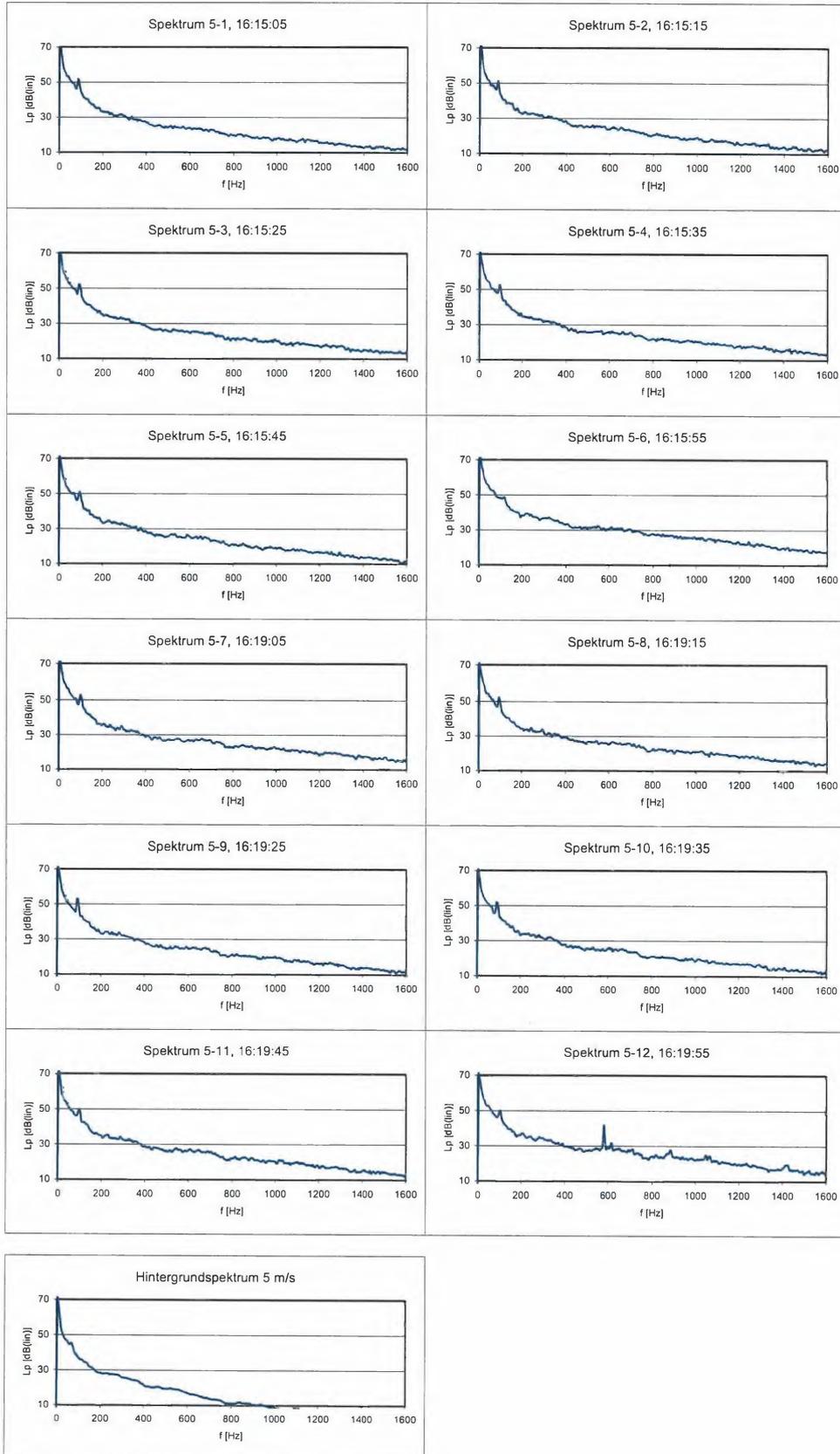
Terzband-Schalleistungspegel für $v_s = 8,6$ m/s entsprechend der maximalen Schalleistung:

f [Hz]	$L_{w, Terz}$ [dB(A)]	$L_{w, Okt}$ [dB(A)]
20	64,1**	
25	68,1**	
31,5	70,3*	76,5*
40	74,4	
50	78,6	
63	81,6	86,7
80	84,1	
100	85,9	
125	92,7	94,7
160	88,3	
200	86,5	
250	90,4	94,4
315	90,8	
400	91,9	
500	91,6*	97,4*
630	94,0	
800	94,1	
1000	94,5	98,8
1250	93,5	
1600	91,6	
2000	88,5	93,9
2500	84,7	
3150	80,0	
4000	75,5	81,6
5000	69,4	
6300	65,6*	
8000	66,5	73,5
10000	71,6	
Gesamt	103,4	

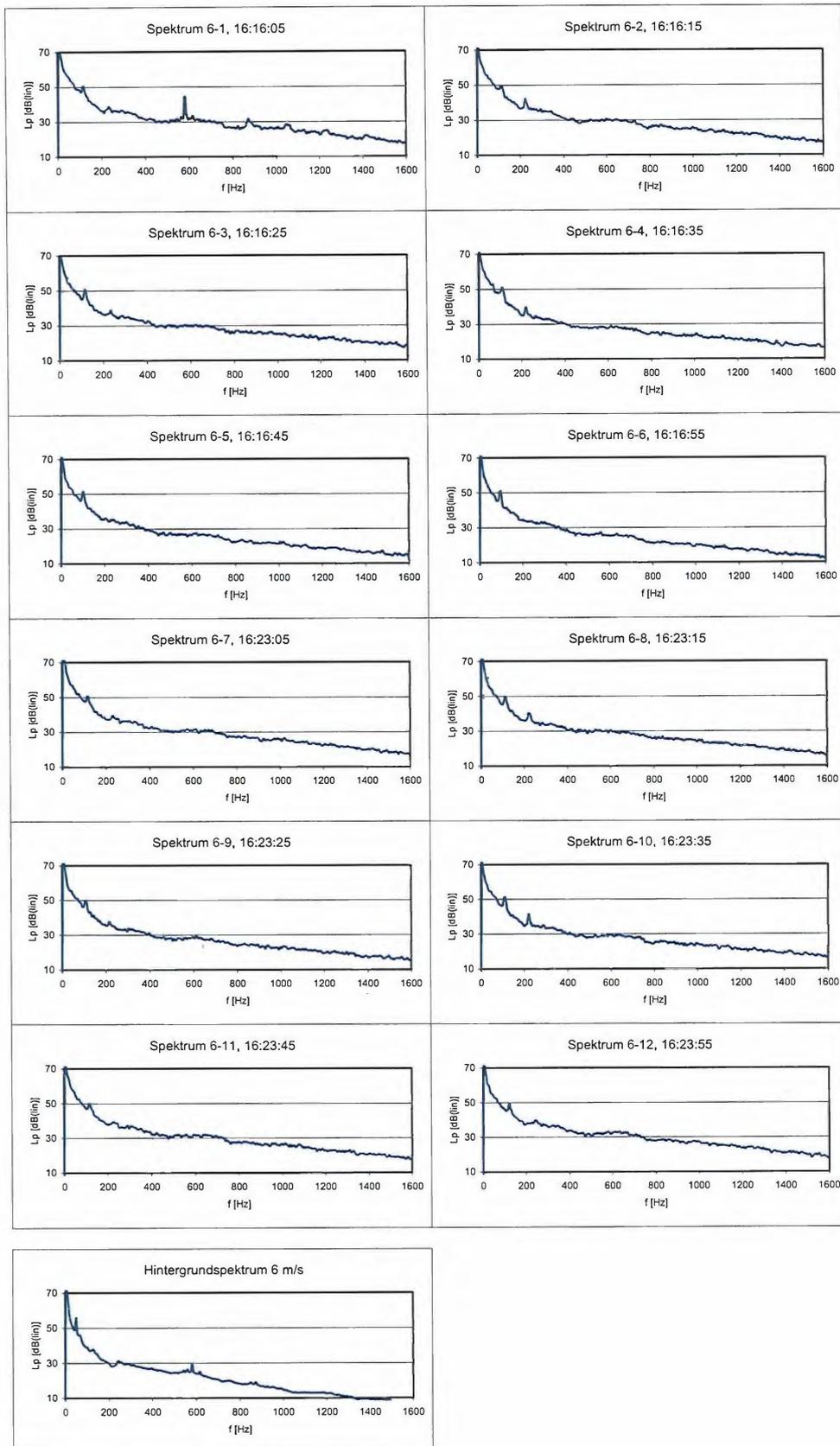


* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB
 ** Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 3 dB, keine Pegelkorrektur

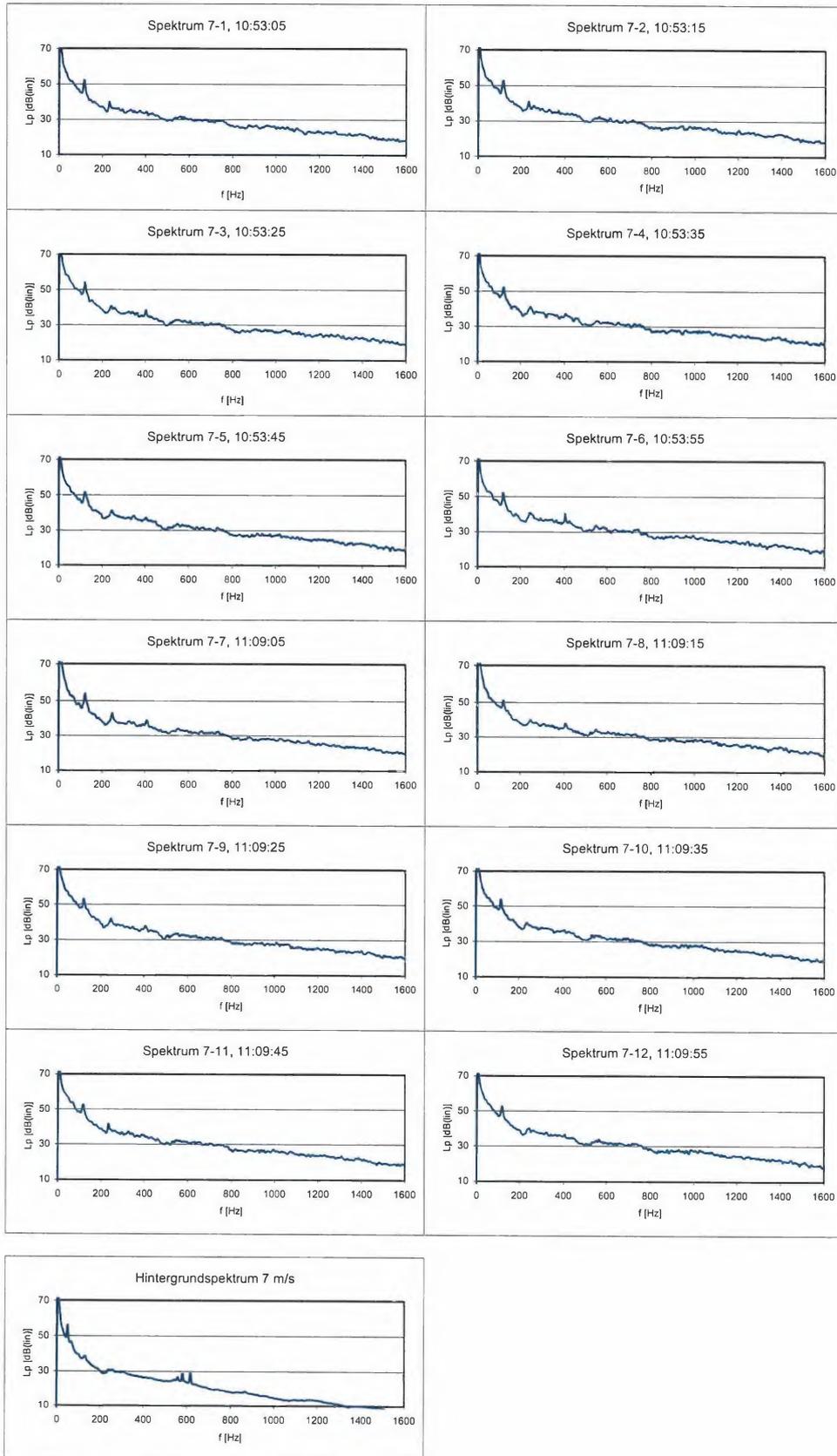
WEA E-82 E2, Ser.-Nr. 82679, in WP Fiebing, Betrieb I
 Spektren, $v_s = 5 \text{ m/s}$



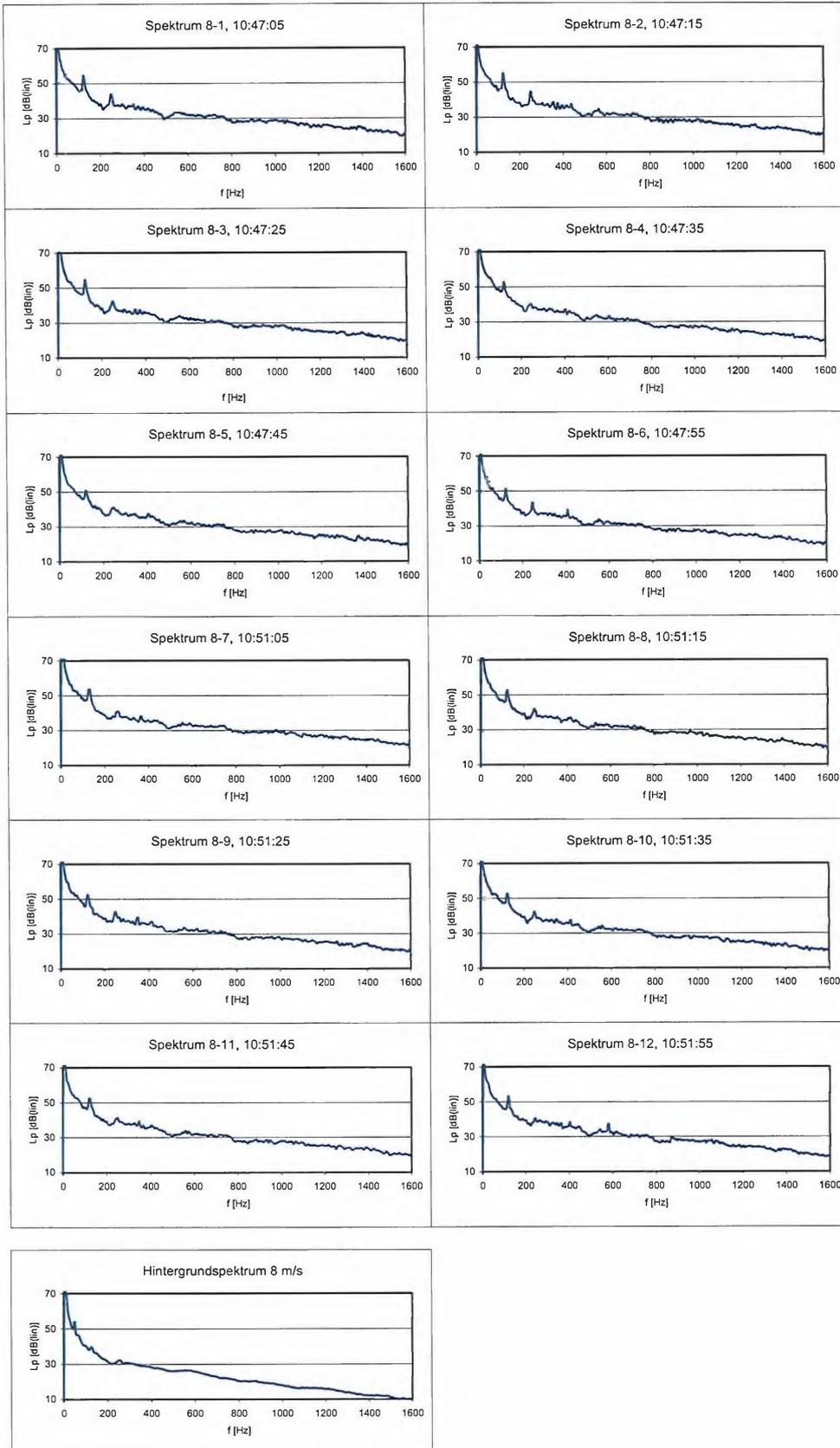
WEA E-82 E2, Ser.-Nr. 82679, in WP Fiebing, Betrieb I
 Spektren, $v_s = 6$ m/s



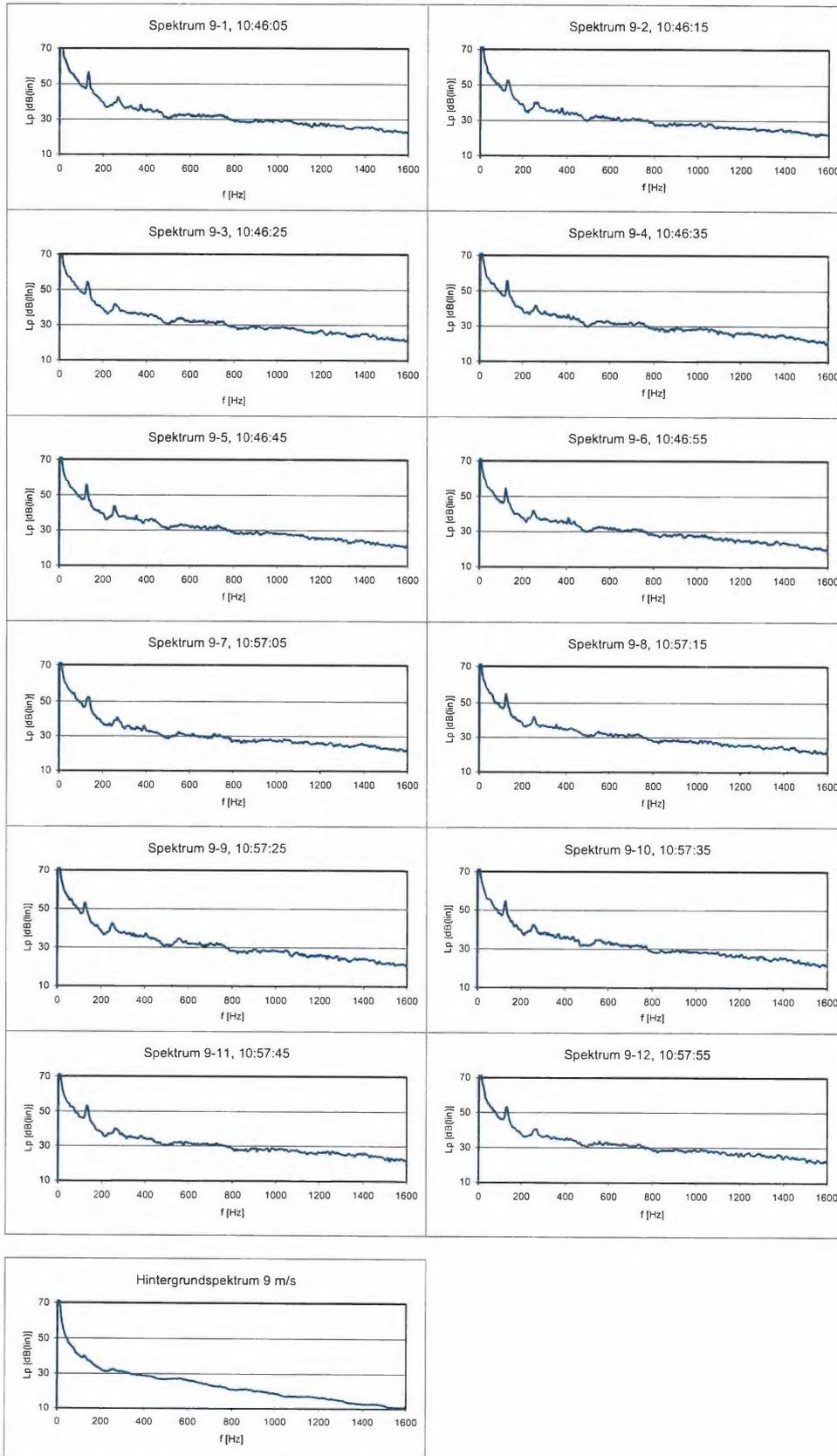
WEA E-82 E2, Ser.-Nr. 82679, in WP Fiebing, Betrieb I
 Spektren, $v_s = 7$ m/s



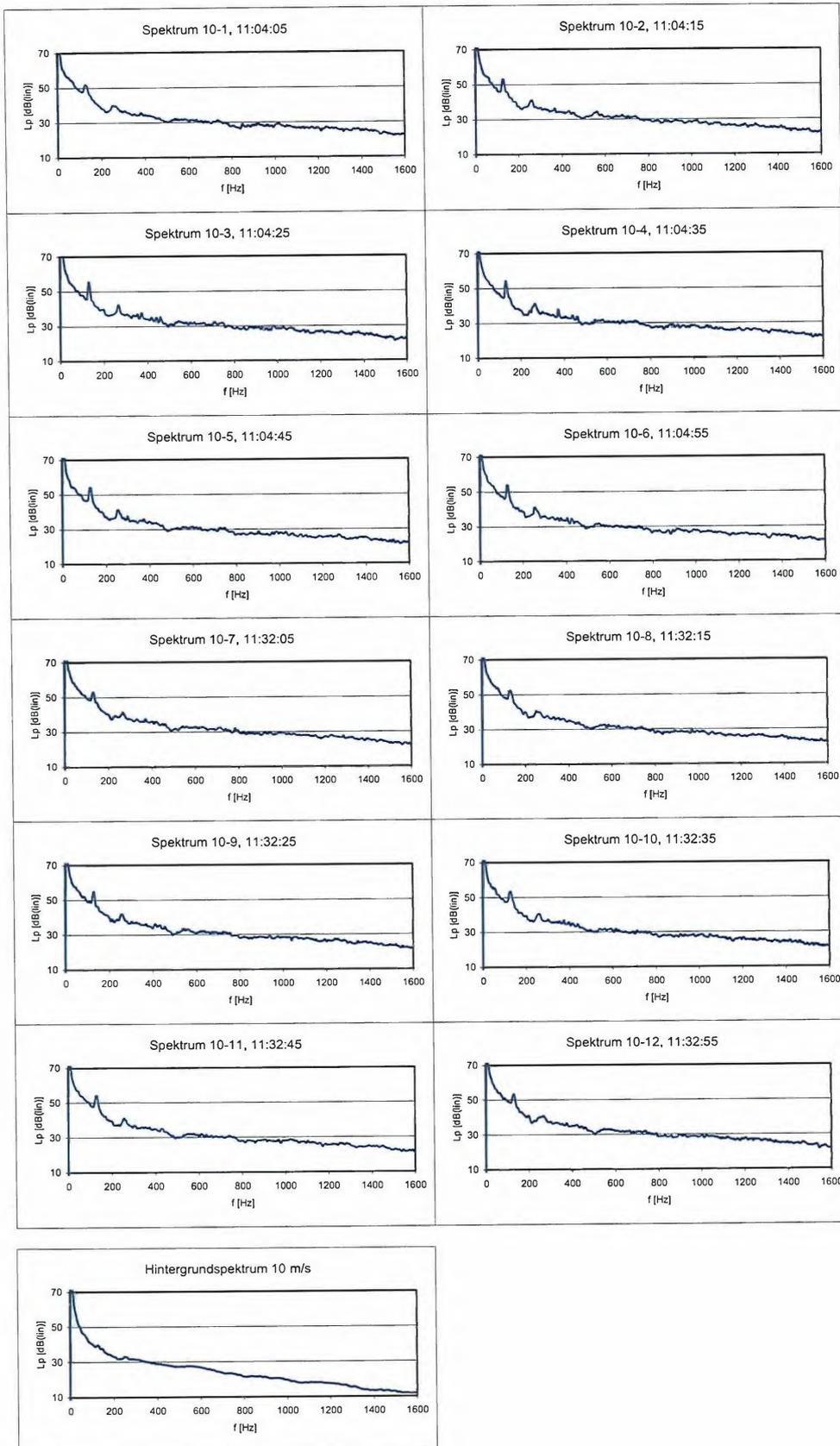
WEA E-82 E2, Ser.-Nr. 82679, in WP Fiebing, Betrieb I
 Spektren, $v_s = 8 \text{ m/s}$



WEA E-82 E2, Ser.-Nr. 82679, in WP Fiebing, Betrieb I
 Spektren, $v_s = 9 \text{ m/s}$



WEA E-82 E2, Ser.-Nr. 82679, in WP Fiebing, Betrieb I
 Spektren, $v_s = 10 \text{ m/s}$



Tonhaltigkeitsbestimmung nach IEC 61400-11

Standort: WP Fiebing
WEA-Typ: E-82 E2

Ser.-Nr.: 82679
Betriebsweise: Betrieb I

Proj.-Nr.: 209244-03
Datum: 08.03.2010

$v_s = 5 \text{ m/s}$		1. Tonfrequenz											
Spektrum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
f_1 [Hz]	88,0	88,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	94,7
Δf_c [Hz]	100,6	100,6	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,6
f_1 [Hz]	37,7	37,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	44,3
f_2 [Hz]	138,3	138,3	146,3	146,3	146,3	146,3	146,3	146,3	146,3	146,3	146,3	146,3	145,0
L_{pt} [dB]	32,2	30,5	33,6	34,2	31,5	-	-	33,8	34,1	33,1	-	-	33,0
$L_{pn,avg}$ [dB]	24,1	23,6	25,6	26,3	25,4	-	-	26,1	24,7	24,8	-	-	25,2
L_{hinter} [dB]	18,2	18,2	18,5	18,5	18,5	-	-	18,5	18,5	18,5	-	-	18,5
$L_{pn,avg} - L_{hinter}$ [dB]	5,9	5,3	7,1	7,8	6,9	-	-	7,5	6,1	6,2	-	-	6,7
$L_{pn,avg,korr}$ [dB]	22,8	22,1	24,7	25,6	24,4	-	-	25,2	23,4	23,6	-	-	24,1
L_{pn} [dB]	35,1	34,3	36,9	37,8	36,6	-	-	37,5	35,7	35,8	-	-	36,4
ΔL_{in} [dB]	-2,9	-3,8	-3,4	-3,6	-5,1	-12,2	-12,2	-3,7	-1,6	-2,8	-12,2	-12,2	-4,8
$U_A(\Delta L_{in})$ [dB]	4,5												
L_{s1} [dB]	-2,0												
$\Delta L_{s,k}$ [dB]	-2,7												
K_{TN} [dB]	0												

Bei 2 FFT-Frequenzspektralen ist der Störabstand < 6 dB. Das maskierende Geräusch ist vom Fremdgeräusch beeinflusst. Das Ergebnis ist ein Anhaltswert.

$v_s = 6 \text{ m/s}$		1. Tonfrequenz											
Spektrum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
f_1 [Hz]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7
Δf_c [Hz]	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7
f_1 [Hz]	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	45,7	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,3
f_2 [Hz]	150,4	150,4	150,4	150,4	150,4	146,3	150,4	150,4	150,4	150,4	150,4	150,4	150,0
L_{pt} [dB]	-	-	-	-	33,7	33,9	-	-	-	-	-	-	33,7
$L_{pn,avg}$ [dB]	-	-	-	-	26,0	23,9	-	-	-	-	-	-	26,0
L_{hinter} [dB]	-	-	-	-	20,9	21,1	-	-	-	-	-	-	20,9
$L_{pn,avg} - L_{hinter}$ [dB]	-	-	-	-	5,1	2,8	-	-	-	-	-	-	5,1
$L_{pn,avg,korr}$ [dB]	-	-	-	-	24,5	-	-	-	-	-	-	-	24,5
L_{pn} [dB]	-	-	-	-	36,7	-	-	-	-	-	-	-	36,7
ΔL_{in} [dB]	-12,2	-12,2	-12,2	-12,2	-3,0	-	-12,2	-12,2	-12,2	-12,2	-12,2	-12,2	-10,0
$U_A(\Delta L_{in})$ [dB]	2,8												
L_{s1} [dB]	-2,0												
$\Delta L_{s,k}$ [dB]	-8,0												
K_{TN} [dB]	0												

Bei einem FFT-Frequenzspektrum ist der Störabstand < 6 dB. Das maskierende Geräusch ist vom Fremdgeräusch beeinflusst. Es gibt ein tonhaltiges FFT-Frequenzspektrum mit Störabstand < 3 dB. Für dieses kann die Höhe der Tonhaltigkeit nicht bestimmt werden. Das Ergebnis ist ein Anhaltswert.

Tonhaltigkeitsbestimmung nach IEC 61400-11

V _s = 7 m/s													
1. Tonfrequenz													
Spektrum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
f _r [Hz]	116,0	120,0	120,0	124,0	124,0	120,0	124,0	116,0	124,0	120,0	116,0	120,0	120,3
Δf _c [Hz]	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
f ₁ [Hz]	65,5	69,5	69,5	73,4	73,4	69,5	73,4	65,5	73,4	69,5	65,5	69,5	69,8
f ₂ [Hz]	166,5	170,5	170,5	174,6	174,6	170,5	174,6	166,5	174,6	170,5	166,5	170,5	170,9
L _{pt} [dB]	36,6	37,3	38,1	37,1	35,6	36,7	38,3	-	37,1	38,1	36,9	36,3	37,2
L _{pp,avg} [dB]	26,8	28,3	29,8	29,1	29,0	28,2	29,2	-	31,0	30,0	29,5	29,9	29,3
L _{pp,avg,korr.} [dB]	20,7	20,7	20,7	20,6	20,6	20,7	20,6	-	20,6	20,7	20,7	20,7	20,7
L _{pn} [dB]	6,1	7,6	9,1	8,5	8,4	7,5	8,6	-	10,4	9,4	8,8	9,2	8,6
L _{pp,avg} - L _{pn} [dB]	25,6	27,4	29,2	28,5	28,3	27,3	28,6	-	30,6	29,5	28,9	29,3	28,6
L _{pn} [dB]	37,9	39,7	41,5	40,7	40,6	39,6	40,9	-	42,8	41,8	41,1	41,6	40,9
ΔL _{pn} [dB]	-1,3	-2,3	-3,4	-3,6	-5,0	-2,8	-2,6	-12,3	-5,7	-3,6	-4,2	-5,3	-3,8
U _A (ΔL _{pn}) [dB]	2,8												
L _a [dB]	-2,0												
ΔL _{a,k} [dB]	-1,8												
K _{TM} [dB]	0												

V _s = 8 m/s													
1. Tonfrequenz													
Spektrum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
f _r [Hz]	124,0	124,0	124,0	120,0	124,0	124,0	124,0	124,0	124,0	124,0	124,0	120,0	123,3
Δf _c [Hz]	101,1	101,1	101,1	101,0	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,0	101,1
f ₁ [Hz]	73,4	73,4	73,4	69,5	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	69,5	72,8
f ₂ [Hz]	174,6	174,6	174,6	170,5	174,6	174,6	174,6	174,6	174,6	174,6	174,6	170,5	173,9
L _{pt} [dB]	39,3	40,2	39,2	36,6	-	35,9	-	38,6	36,6	36,9	37,4	37,3	38,0
L _{pp,avg} [dB]	29,1	28,4	28,7	29,5	-	27,7	-	28,4	29,6	29,8	29,0	28,4	28,9
L _{pp,avg,korr.} [dB]	21,7	21,7	21,7	21,7	-	21,7	-	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7
L _{pn} [dB]	7,4	6,7	7,0	7,8	-	6,0	-	6,7	7,9	8,1	7,4	6,7	7,2
L _{pp,avg} - L _{pn} [dB]	28,3	27,3	27,7	28,7	-	26,5	-	27,4	28,8	29,1	28,2	27,3	28,0
L _{pn} [dB]	40,5	39,6	39,9	41,0	-	38,7	-	39,7	41,1	41,3	40,4	39,6	40,3
ΔL _{pn} [dB]	-1,2	0,6	-0,8	-4,4	-12,3	-2,8	-12,3	-1,0	-4,5	-4,4	-3,0	-2,3	-2,8
U _A (ΔL _{pn}) [dB]	4,2												
L _a [dB]	-2,0												
ΔL _{a,k} [dB]	-0,7												
K _{TM} [dB]	0												

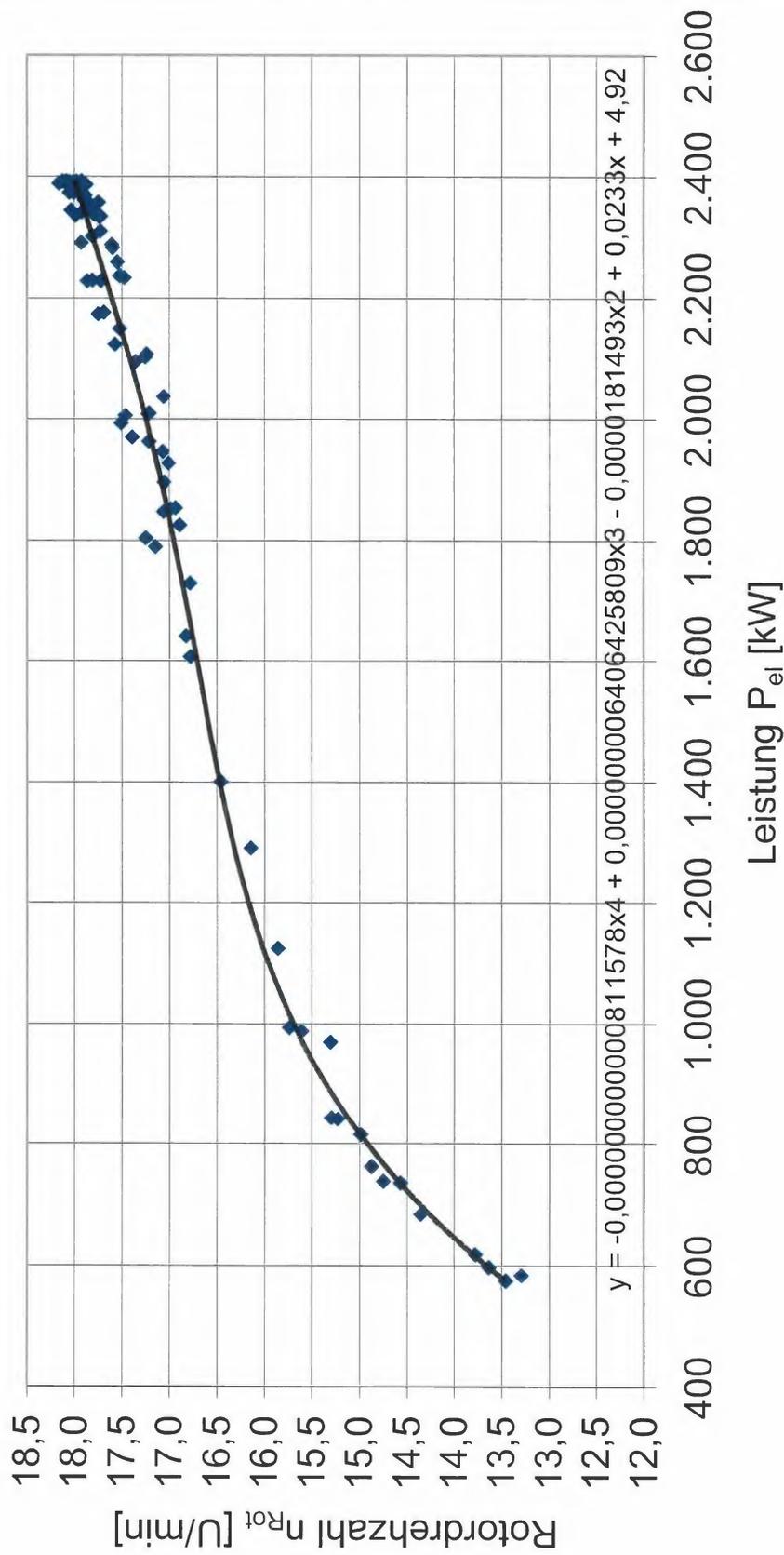
Tonhaltigkeitsbestimmung nach IEC 61400-11

v _s = 9 m/s													
1. Tonfrequenz													
Spektrum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
f ₁ [Hz]	132,0	132,0	128,0	132,0	128,0	124,0	132,0	128,0	128,0	132,0	132,0	132,0	130,0
Δf _c [Hz]	101,3	101,3	101,2	101,3	101,2	101,1	101,3	101,2	101,2	101,3	101,3	101,3	101,2
f ₁ [Hz]	81,4	81,4	77,4	81,4	77,4	73,4	81,4	77,4	77,4	81,4	81,4	81,4	79,4
f ₂ [Hz]	182,6	182,6	178,6	182,6	178,6	174,6	182,6	178,6	178,6	182,6	182,6	182,6	180,6
L _{int} [dB]	42,7	38,3	39,6	41,1	41,0	39,1	-	40,6	38,1	40,0	38,8	40,3	40,2
L _{pn,avg} [dB]	31,0	30,4	30,1	30,5	30,2	29,0	-	29,8	30,3	30,8	29,6	29,4	30,1
L _{hinter} [dB]	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	-	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
L _{pn,avg} - L _{hinter} [dB]	8,7	8,1	7,8	8,2	7,9	6,7	-	7,5	8,0	8,5	7,2	7,1	7,8
L _{pn,avg,korr} [dB]	30,4	29,7	29,4	29,8	29,5	27,9	-	28,9	29,5	30,1	28,7	28,5	29,4
L _{pn} [dB]	42,6	42,0	41,6	42,1	41,8	40,2	-	41,2	41,8	42,4	40,9	40,8	41,6
ΔL _{in} [dB]	0,0	-3,6	-2,0	-0,9	-0,8	-1,1	-12,3	-0,5	-3,7	-2,4	-2,1	-0,5	-1,8
U _A (ΔL _{in}) [dB]	3,3												
L _a [dB]	-2,0												
ΔL _{a,k} [dB]	0,2												
K _{TN} [dB]	1												

v _s = 10 m/s													
1. Tonfrequenz													
Spektrum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
f ₁ [Hz]	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
Δf _c [Hz]	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3	101,3
f ₁ [Hz]	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4	81,4
f ₂ [Hz]	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6
L _{int} [dB]	-	39,0	40,7	40,5	39,9	39,6	38,1	-	40,8	40,4	39,9	38,2	39,8
L _{pn,avg} [dB]	-	29,9	29,5	28,6	29,3	29,4	31,9	-	31,8	30,1	31,0	31,1	30,4
L _{hinter} [dB]	-	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	-	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
L _{pn,avg} - L _{hinter} [dB]	-	7,5	7,1	6,2	6,9	7,0	9,5	-	9,4	7,7	8,5	8,7	8,0
L _{pn,avg,korr} [dB]	-	29,1	28,6	27,4	28,3	28,5	31,4	-	31,3	29,2	30,3	30,5	29,7
L _{pn} [dB]	-	41,3	40,8	39,7	40,6	40,7	43,7	-	43,6	41,5	42,6	42,8	41,9
ΔL _{in} [dB]	-12,3	-2,4	-0,1	0,8	-0,7	-1,1	-5,6	-12,3	-2,8	-1,1	-2,6	-4,6	-2,4
U _A (ΔL _{in}) [dB]	4,4												
L _a [dB]	-2,0												
ΔL _{a,k} [dB]	-0,4												
K _{TN} [dB]	0												

Anlage D: Weitere Messergebnisse

WEA E-82 E2 in WP Fiebing, Ser.-Nr. 82679, Betrieb I: Rotordrehzahl über elektrischer Leistung (Minutenmittelwerte)



Auswertung zur Impulshaltigkeit

Standort: WP Fiebing
 WEA-Typ: E-82 E2
 Ser.-Nr.: 82679
 Betriebsweise: Betrieb I

Projekt-Nr.: 209244-03
 Datum: 08.03.2010

Zeit [h:min:s]	L _{AFeq} [dB(A)]	L _{AFTeq} [dB(A)]	P _{el} [kW]	V _s [m/s]	Mittelwerte je Bin				K _{IN} [dB]
					V _s [m/s]	L _{AFeq} [dB(A)]	L _{AFTeq} [dB(A)]	L _{AFTeq} - L _{AFeq} [dB]	
11:22:05	54,1	55,9	2392	10,4	9,9	54,4	56,3	1,9	0
11:21:05	54,3	56,2	2387	10,2					
12:00:05	54,7	56,7	2378	10,0					
11:04:05	54,0	55,8	2389	10,0					
11:32:05	54,5	56,5	2389	10,0					
11:34:05	54,0	55,8	2385	9,9					
11:56:05	54,5	56,1	2391	9,8					
11:36:05	54,5	56,2	2390	9,8					
11:37:05	54,9	56,7	2352	9,7					
11:05:05	54,4	56,5	2391	9,7					
11:03:05	54,2	56,1	2393	9,7					
11:55:05	54,4	56,1	2390	9,6					
11:53:05	54,7	56,5	2391	9,6					
11:44:05	54,7	56,5	2393	9,5	9,0	54,5	56,3	1,8	0
11:08:05	54,2	55,9	2293	9,5					
11:27:05	54,5	56,4	2390	9,5					
11:52:05	54,4	56,2	2391	9,3					
11:30:05	54,6	56,3	2228	9,3					
11:26:05	54,6	56,5	2338	9,2					
11:15:05	54,6	56,5	2382	9,2					
11:51:05	54,3	55,9	2391	9,2					
12:02:05	54,5	56,2	2390	9,1					
11:43:05	54,6	56,6	2345	9,1					
10:57:05	54,4	56,1	2352	9,0					
10:46:05	54,4	56,2	2358	9,0					
11:45:05	54,6	56,4	2334	9,0					
11:16:05	54,5	56,3	2374	8,8					
11:38:05	54,2	56,0	2283	8,8					
11:28:05	54,4	56,2	2342	8,8					
11:49:05	54,3	56,1	2228	8,8					
11:33:05	54,5	56,1	2373	8,7					
11:54:05	54,5	56,2	2370	8,7					
10:45:05	54,4	56,0	2391	8,7					
11:41:05	55,0	56,9	2391	8,7					
12:01:05	55,0	56,8	2391	8,7					
10:44:05	54,3	56,0	2229	8,6					
11:47:05	54,5	56,5	2174	8,5					
11:18:05	54,5	56,3	2150	8,4	7,9	54,2	56,1	1,9	0
11:07:05	54,2	56,2	2123	8,3					
10:48:05	54,3	56,0	2107	8,2					
11:11:05	54,2	56,1	2095	8,2					
10:51:05	54,0	55,9	2037	8,0					
10:47:05	53,7	55,5	2010	7,9					
11:48:05	55,0	56,6	2008	7,9					
10:56:05	53,9	55,8	2006	7,9					
11:20:05	54,2	56,0	1993	7,8					
11:39:05	54,5	56,4	1970	7,8					
10:59:05	53,5	55,6	1963	7,7					
11:24:05	54,4	56,4	1946	7,7					
11:12:05	54,2	56,1	1927	7,6					
10:43:05	54,0	56,0	1867	7,5	7,2	53,8	55,6	1,9	0
10:49:05	54,2	56,0	1854	7,5					
11:46:05	54,4	56,5	1852	7,4					
10:54:05	53,4	55,2	1847	7,4					
11:10:05	53,9	55,6	1825	7,4					
11:25:05	54,2	56,1	1804	7,3					
10:50:05	53,7	55,5	1790	7,3					
10:52:05	53,7	55,6	1729	7,2					
11:09:05	53,8	55,4	1641	7,0					
10:53:05	53,1	54,7	1607	6,9					
16:22:05	53,0	55,2	1401	6,5					

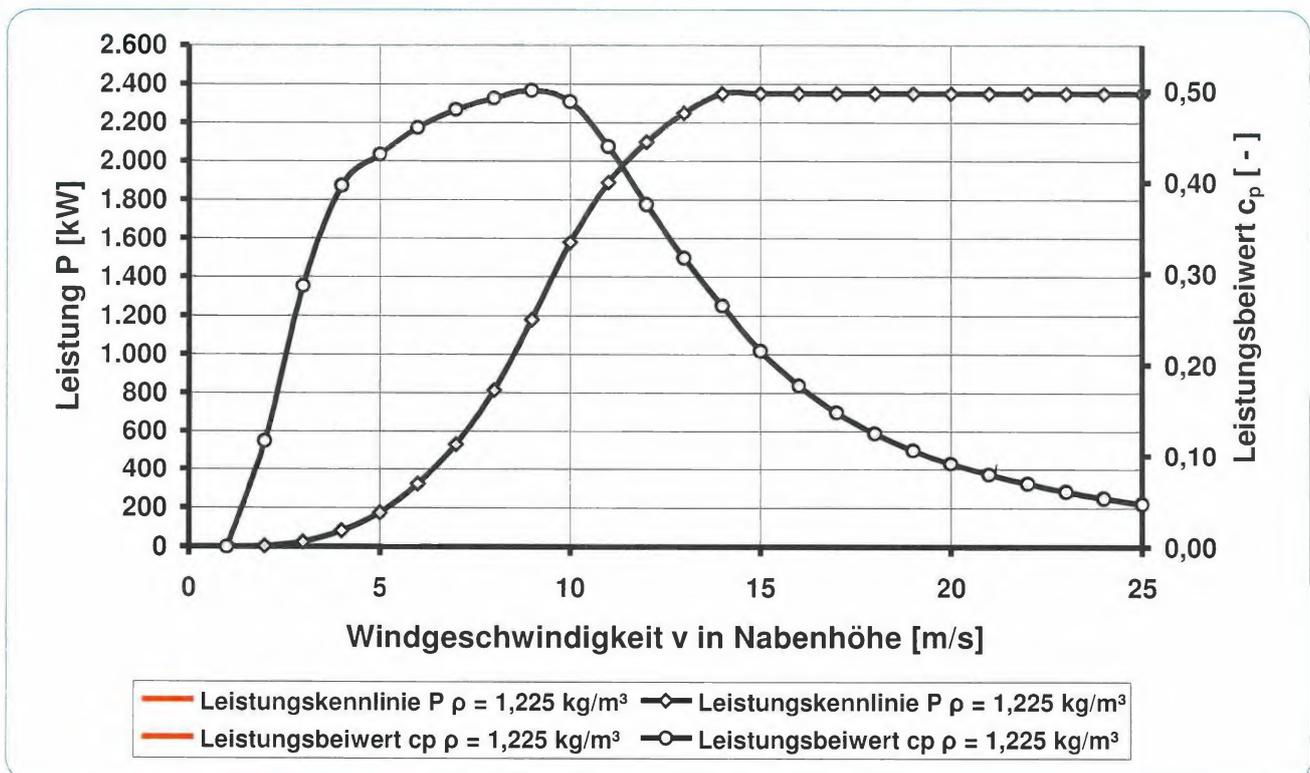
Leistungskennlinie E-82 E2

(in Abhängigkeit der Luftdichte)

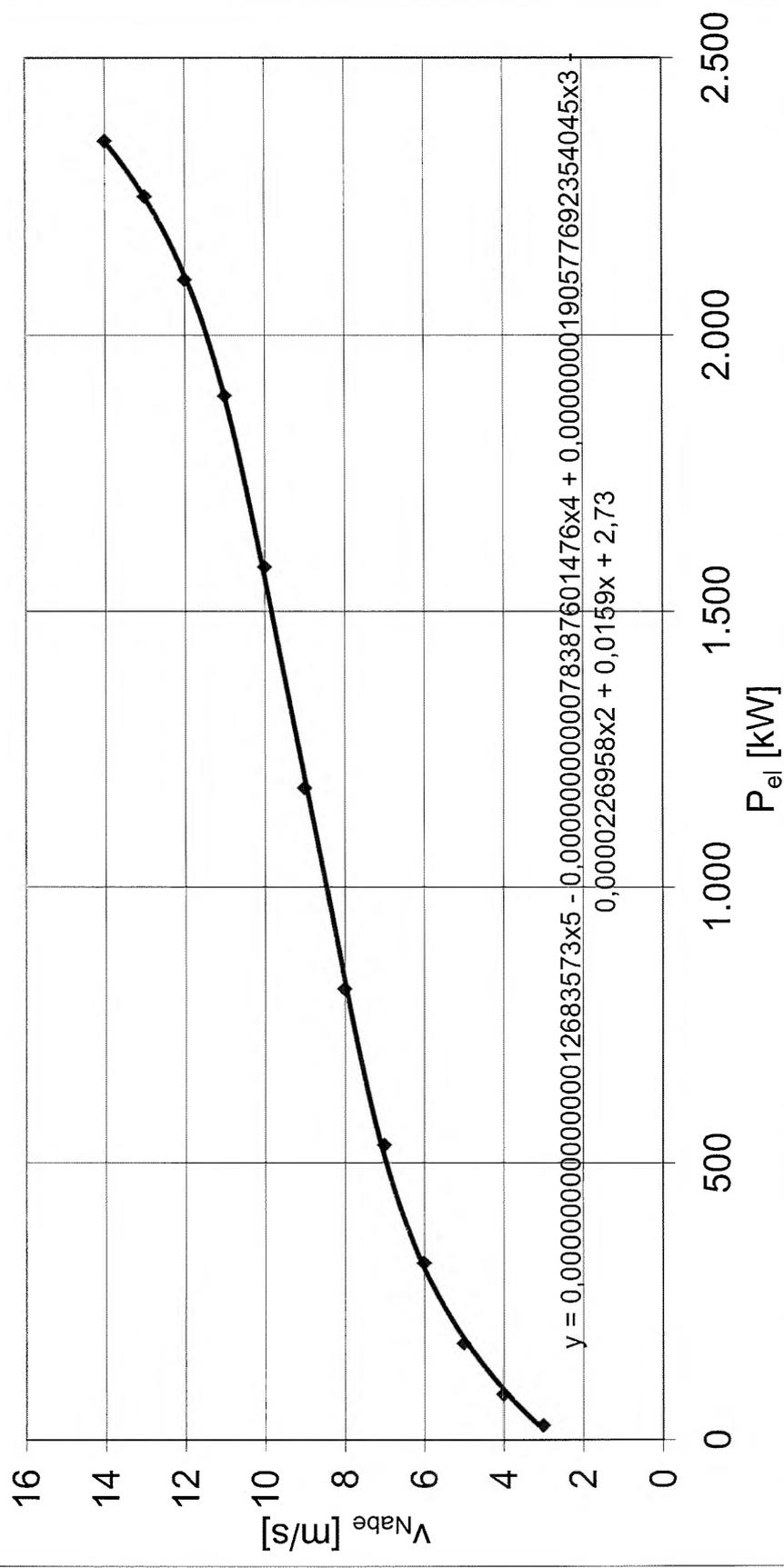


Wind [m/s]	Standardluftdichte $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$		Veränderte Luftdichte $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$	
	Leistungskennlinie P $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [kW]	Leistungsbeiwert c_p $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [-]	Leistungskennlinie P $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [kW]	Leistungsbeiwert c_p $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ [-]
1	0,0	0,00	0,0	0,00
2	3,0	0,12	3,0	0,12
3	25,0	0,29	25,0	0,29
4	82,0	0,40	82,0	0,40
5	174,0	0,43	174,0	0,43
6	321,0	0,46	321,0	0,46
7	532,0	0,48	532,0	0,48
8	815,0	0,49	815,0	0,49
9	1.180,0	0,50	1.180,0	0,50
10	1.580,0	0,49	1.580,0	0,49
11	1.890,0	0,44	1.890,0	0,44
12	2.100,0	0,38	2.100,0	0,38
13	2.250,0	0,32	2.250,0	0,32
14	2.350,0	0,26	2.350,0	0,26
15	2.350,0	0,22	2.350,0	0,22
16	2.350,0	0,18	2.350,0	0,18
17	2.350,0	0,15	2.350,0	0,15
18	2.350,0	0,12	2.350,0	0,12
19	2.350,0	0,11	2.350,0	0,11
20	2.350,0	0,09	2.350,0	0,09
21	2.350,0	0,08	2.350,0	0,08
22	2.350,0	0,07	2.350,0	0,07
23	2.350,0	0,06	2.350,0	0,06
24	2.350,0	0,05	2.350,0	0,05
25	2.350,0	0,05	2.350,0	0,05

Kennlinien E-82 mit Standardluftdichte



Verwendete Leistungskurve, Betrieb I, basierend auf
Kennlinie E-82 E2, 2.3 MW, berechnet Rev 3_0



Herstellerbescheinigung, Kurzfassung für akustische Nachmessungen
Manufacturer's certificate, Short version for control measurements of acoustic noise

1. Allgemeine Informationen – General informations	
Anlagenhersteller – turbine manufacturer :	ENERCON
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name :	E-82 E2
Seriennummer der vermessenen WEA – serial number of tested WT :	82679
Standort der vermessenen WEA – location of tested WT :	26629 Fiebing
Koordinaten des Standortes – coordinates of turbine location :	R: 3.415.287 / H: 5.914.701
Rotorachse – rotor axis :	horizontal – horizontal <input checked="" type="checkbox"/> vertikal – vertical <input type="checkbox"/>
Nennleistung – rated power :	2,3 MW
Leistungsregelung – power control :	pitch <input checked="" type="checkbox"/> stall <input type="checkbox"/>
Nabenhöhe über Grund – hub height above ground :	108,38 m
Nabenhöhe über Fundamentflansch – hub height above top of foundation flange :	108,18 m
Nennwindgeschwindigkeit – rated wind speed :	13 m/s
Ein- / Abschaltwindgeschwindigkeit – cut-in / cut out wind speed :	2,5 m/s / 28 – 34 m/s
2. Rotor – Rotor	
Durchmesser – rotor diameter :	82 m
Anzahl der Blätter – number of blades :	3
Nabenart – kind of hub :	pendelnd – teetered <input type="checkbox"/> starr – rigid <input checked="" type="checkbox"/>
Anordnung zum Turm – position relative to tower :	luv – upwind <input checked="" type="checkbox"/> lee – downwind <input checked="" type="checkbox"/>
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed :	6 – 18 Upm (Betrieb I) – 6 – 18 rpm (mode I)
Rotorblatteinstellwinkel – rotor blade pitch setting :	variabel – variable
Konuswinkel – cone angle :	0°
Achsneigung – tilt angle :	5°
Horizontaler Abstand Rotormittelpunkt - Turmmittellinie – horiz. distance between centre of rotor and tower centre line :	4,62 m
3. Rotorblatt – Rotor blade	
Hersteller – manufacturer :	ENERCON
Typenbezeichnung – type :	E-82-2
Seriennummern der Rotorblätter – serial numbers of rotor blades :	1: R00003 2: R00004 3: R00005
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Gen., Turbulatoren) – additional components (e.g. stall strips, vortex gen., trip strips) :	keine – none
4. Getriebe – Gearbox	
Hersteller – manufacturer :	entfällt – non existent
Typenbezeichnung – type :	entfällt – non existent
Seriennummer des Getriebes – serial number of gear box :	entfällt – non existent
Ausführung – design :	entfällt – non existent
Übersetzungsverhältnis – gear ratio :	entfällt – non existent
5. Generator – Generator	
Hersteller – manufacturer :	ENERCON
Typenbezeichnung – type :	E-82 E2
Seriennummer des Generators – serial number of generator :	Rotor: CF009-0/0001 Stator: DD013-1/0001
Anzahl – number of generators :	1
Art – design :	synchron, Ringgenerator
Nennleistung(en) – rated power value(s) :	2.300 kW
Drehzahlbereich / Drehzahlstufen – rot. speed range / stages of rot. speed :	6 – 18 Upm (Betrieb I) – 6 – 18 rpm (mode I)
6. Turm – Tower	
Ausführung – design :	Gitter – lattice <input type="checkbox"/> Rohr – tubular <input checked="" type="checkbox"/> zylindrisch – cylindrical <input type="checkbox"/> konisch – conical <input checked="" type="checkbox"/>
Material – material :	Beton - concrete
Durchmesser - Turmfuß – foot of the tower diameter:	8,83 m
7. Betriebsführung / Regelung – Control system	
Art der Leistungsregelung – kind of power control :	Pitch
Antrieb der Leistungsregelung – actuation of power control :	elektrisch – electrical
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – manufacturer of control system :	ENERCON
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – control system type :	CS82
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup :	ENERCON E-82 E2 Betrieb I
Bezeichnung / Messbericht der verwendeten Leistungskurve – designation of power curve report :	Leistungskennlinie E-82 E2 berechnet Rev 3.0



Stempel und Unterschrift des Herstellers
 manufacturer's stamp and signature
 Aurich, 05.03.2010

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrische Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, die o. g. Eigenschaften aufweist. – The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports shows the characteristics given above.

Anlage F: Auszug aus dem Prüfbericht

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	2.300 kW									
Seriennummer:	82679	Rotordurchmesser:	82 m									
WEA-Standort (ca.):	26629 Großefehn	Nabenhöhe über Grund:	108,4 m									
Standortkoordinaten:	RW: 34.15.287 HW: 59.14.701	Turmbauart:	Konischer Rohrturm									
		Leistungsregelung:	Pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Ergänzende Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblatthersteller	Enercon	Getriebehersteller	entfällt									
Typenbezeichnung Blatt:	E-82-2	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller	Enercon									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-82 E2									
Rotordrehzahlbereich:	6 - 18 U/min (Betrieb I)	Generatormennndrehzahl:	18 U/min (Betrieb I)									
Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2, 2,3 MW, berechnet Rev 3_0												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	5 ms^{-1}	579 kW	96,4 dB(A)									
	6 ms^{-1}	1.089 kW	100,6 dB(A)									
	7 ms^{-1}	1.612 kW	102,5 dB(A)									
	8 ms^{-1}	2.032 kW	103,2 dB(A)									
	9 ms^{-1}	2.255 kW	103,3 dB(A)									
	10 ms^{-1}	2.300 kW	102,9 dB(A)									
	8,6 ms^{-1}	2.185 kW	103,4 dB(A)	(1)								
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	5 ms^{-1}	579 kW	0 dB									
	6 ms^{-1}	1.089 kW	0 dB									
	7 ms^{-1}	1.612 kW	0 dB									
	8 ms^{-1}	2.032 kW	0 dB									
	9 ms^{-1}	2.255 kW	1 dB bei 130 Hz	(2)								
	10 ms^{-1}	2.300 kW	0 dB									
	8,6 ms^{-1}	2.185 kW	1 dB bei 130 Hz	(1) (2)								
Impulszuschlag für den Nahbereich K_{IN}	5 ms^{-1}	579 kW	0 dB									
	6 ms^{-1}	1.089 kW	0 dB									
	7 ms^{-1}	1.612 kW	0 dB									
	8 ms^{-1}	2.032 kW	0 dB									
	9 ms^{-1}	2.255 kW	0 dB									
	10 ms^{-1}	2.300 kW	0 dB									
	8,6 ms^{-1}	2.185 kW	0 dB	(1)								
Terz-Schalleistungspegel für $v_s = 8,6 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P,max}$	78,6	81,6	84,1	85,9	92,7	88,3	86,5	90,4	90,8	91,9	91,6*	94,0
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P,max}$	94,1	94,5	93,5	91,6	88,5	84,7	80,0	75,5	69,4	65,6*	66,5	71,6
Okta-Schalleistungspegel für $v_s = 8,6 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000				
$L_{WA,P,max}$	86,7	94,7	94,4	97*	98,8	93,9	81,6	73,5				

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 05.03.2010.

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

- Bemerkungen:
- (1) Die normierte Windgeschwindigkeit von $v_s = 8,6 ms^{-1}$ entspricht 95 % der Nennleistung.
 - (2) nach dem subjektiven Höreindruck $K_{TN} = 0$ dB
 - * Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers KG
- Rheine -

Oliver Bunk *Jürgen Weinheimer*

Datum: 18.03.2010

i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk i. A. Dipl.-Ing. Jürgen Weinheimer



**Herstellereklärungen
weitere Windenergieanlagen**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten						
Hersteller	Südwind Energy GmbH Bornbarch 2 D-22848 Norderstedt			Anlagenbezeichnung Nennleistung Nabenhöhe Rotordurchmesser	Südwind S77 1500 kW 100 m 77 m	
	1. Messung*	2. Messung*	3. Messung*			
Seriennummer	70049	70044	70057			
Standort	Hohen Pritz	Hohen Pritz	Hohen Pritz			
vermessene Nabenhöhe	85 m	85 m	85 m			
Meßinstitut	WIND-consult	WIND-consult	WIND-consult			
Prüfbericht	WICO 013SE102/02	WICO 013SE102/03	WICO 087SE302			
Meßdatum	08.02.2002	24.02.2002	04.10.2002			
Getriebe	PEAB 4390	PEAB 4390	PEAB 4390			
Generator	JFRA-580	JFRA-580	JFRA-580			
Rotorblatt	NOI 37.5	NOI 37.5	NOI 37.5			
Schallemissionsparameter						
Windgeschwindigkeit in 10m Höhe	Schalleistungspegel L _{WA,P} :			Energetischer Mittelwert	Standard- Abweichung	K nach /2/
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	\bar{L}_W	S	$\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$
6 m/s	99,4 dB(A)	99,7 dB(A)	99,7 dB(A)	99,6 dB(A)	0,2 dB(A)	1,0 dB(A)
7 m/s	101,0 dB(A)	102,0 dB(A)	101,4 dB(A)	101,4 dB(A)	0,5 dB(A)	1,3 dB(A)
7,6 m/s	101,8 dB(A)	102,6 dB(A)	102,5 dB(A)	102,3 dB(A)	0,4 dB(A)	1,3 dB(A)
	Tonzuschlag** KTN :			Energetischer Mittelwert	Standard- Abweichung	K _{AL} nach /2/
				$\bar{\Delta L}$	S	
6 m/s	0 dB Hz	0 dB Hz	0 dB Hz	-3,6 dB		
7 m/s	1 dB 180 Hz	1 dB 180 Hz	0 dB Hz	-1,0 dB		
7,6 m/s	1 dB 190 Hz	1 dB 190 Hz	0 dB Hz	-0,2 dB		
	Impulszuschlag KIN :			Energetischer Mittelwert		
6 m/s	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB		
7 m/s	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB		
7,6 m/s	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB		

Terz-Schalleistungspegel (energetisches Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt v ₁₀ = 7,6 ms ⁻¹ in dB(A)																
Frequenz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
L _{WA,P}	61,5	62,6	65,5	70,8	73,8	76,8	80,3	84,5	86,4	87,4	89,1	93,2	92,1	92,9	92,5	90,8
Frequenz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
L _{WA,P}	90,5	90,3	90,0	89,5	88,5	87,4	85,9	83,1	79,6	75,7	70,8	65,9	63,4	61,6	57,0	47,9

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

Bemerkungen: * Die Schalleistungspegel sind auf die Nabenhöhe von h_N = 100 m entsprechend den Prüfberichtsaustrügen umgerechnet worden.

** Es wird darauf hingewiesen, daß die Werte für die Tonhaltigkeit nicht bei der Nabenhöhe h_N = 100 m bestimmt wurden und so nicht unmittelbar auf umgerechnete Nabenhöhen übertragbar sind.

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



Datum: 12.12.2002

[Handwritten Signature]
Unterschrift
Dipl.-Ing. R. Haevernick

[Handwritten Signature]
Unterschrift
Dipl.-Ing. W. Wilke

DAP-PL-2756.00

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Schallleistungspegel S70

Nabenhöhe	65 m	85 m		
Messung 1	102,6 dB(A) $K_{TN} = 0$ dB			
	28.02.2002			
Messung 2		102,6 dB(A) $K_{TN} = 1$ dB		
		30.04.2002		
Messung 3		102,0 dB(A) $K_{TN} = 0$ dB		
		18.10.2002		
Messung 4	101,6 dB(A) $K_{TN} = 0$ dB			
	20.05.2003			
Messung 5	101,4 dB(A) $K_{TN} = 0$ dB			
	21.06.2003			
Gewährleistung bei 95 % der Nennleistung	103,0 dB(A)* $K_{TN} \leq 2$ dB			

* Werte bei Wahl des Rotorblattherstellers seitens NORDEX

Die Schallvermessungen sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit beruhen auf den Technischen Richtlinien der Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW).

Die Ergebnisse und Schallgewährleistungen beziehen sich auf den Referenzwert bei 95 % der Nennleistung. Die angegebenen Tonzuschläge K_{TN} sind die maximal gemessenen Werte in den Bins 6 bis 10 m/s.

Schallreduzierte Messungen finden Sie hier.

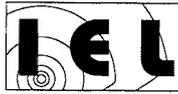
Schalleistungspegel N90

Nabenhöhe	80 m	100 m	105 m (Gittermast)
Messung 1	103,6 dB(A), K _{TN} = 2 dB		
	14.08.2003		
Messung 2	103,0 dB(A) K _{TN} = 0 dB		
	30.04.2004		
Messung 3	103,7 dB(A) K _{TN} = 0 dB		
Messung 4	103,0 dB(A) K _{TN} = 0 dB		
	13.01.2005		
Garantie bei 95 % Nennleistung	104,5 dB(A), K _T = 0 dB		

Die Ergebnisse und Schallgarantien beziehen sich auf eine Windgeschwindigkeit von $v_{10} = 8,7$ m/s in 10 m Höhe (Erreichung von 95 % der Nennleistung). Die garantierten Tonzuschläge K_T sind immissionsrelevante Zuschläge im Fernfeld (im Abstand von mehr als 300 m zur Anlage).

Die Schalleistungspegelvermessungen sowie die Ermittlung der Tonhaltigkeit beruhen auf den Technischen Richtlinien der Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW). Die angegebenen Tonzuschläge K_{TN} sind die maximal gemessenen Werte in den Bins 6 bis 10 m/s. Die garantierten Tonzuschläge K_T sind immissionsrelevante Zuschläge im Fernfeld (im Abstand von mehr als 300 m zur Anlage).

Die Werte der Schalleistungspegel für andere Nabenhöhen, als bei den vermessenen Anlagen, ergeben sich aus einer Hochrechnung der Messung.



Literaturverzeichnis

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Literaturverzeichnis

- 1.) BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge; Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG
- 2.) 4.BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen)
- 3.) TA-Lärm Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm -TA Lärm vom 26.08.1998)
- 4.) DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Oktober 1999
- 5.) DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- 6.) DIN 45681 Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Einzeltonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen, März 2005
- 7.) DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren, November 2003
- 8.) DIN EN 50376. Entwurf Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen, November 2001
- 9.) FGW Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW) v. 01.07.2006
- 10.) AKGerWEA Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen 109. Sitzung des LAI am 08. / 09. März 2005
- 11.) NRW Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen vom 21.10.2005)
- 12.) Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumplanung Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschemissionsprognose und an die Nachweismessung bei Windenergieanlagen / 31.07.2003
- 13.) Niedersächsisches Umweltministerium Hinweise zur Beurteilung von Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren vom 19.05.2005
- 14.) J. Kötter
Dr. Kühner TA-Lärm '98: Erläuterungen/Kommentare. In: Immissionsschutz 2 (2000) S54-63

- 15.) B. Vogelsang TA-Lärm oder wer muss eigentlich wem wie was sicher nachweisen ?
In: DAGA 2002, Bochum S 298-299
- 16.) Dr. Ing. Ulrich J. Kurze Abschätzung der Unsicherheit von Immissionsprognosen
Müller-BBM in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / 48 (2001)
- 17.) Dipl.-Ing. Detlef Piorr Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschemissionsrichtwerten mittels
Landesumweltamt NRW Prognose
In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / 48 (2001)
- 18.) Helmut Klug Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos ?
in: DEWI Magazin Nr. 20, Februar 2002
- 19.) Wolfgang Probst Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose
Ulrich Donner in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / 2002, Nr. 3
- 20.) Baunutzungsverordnung, Kommentar unter besonderer Berücksichtigung des
Umweltschutzes mit ergänzenden Rechts- und Verwaltungsvorschriften,
8. Auflage (Fickert / Fieseler) 1995, Deutscher Gemeindeverlag Kohlhammer
- 21.) Niedersachsen Gemeinsamer Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums und des
Niedersächsischen Ministeriums für Soziales, Frauen, Familie und
Gesundheit
Verfahren für die Genehmigung von Windkraftanlagen vom 05.11.2004
- 22.) Niedersachsen Stellungnahme des Niedersächsischen Umweltministeriums zu 21.)
vom 07.12.2004
- 23.) Nordrhein-Westfalen Schreiben des Umweltministeriums vom 21. Dezember 2005 an die
Bezirksregierungen und Staatlichen Umweltämter NRW
- 24.) Landesumweltamt NRW Materialien Nr. 63 „Windenergieanlagen und Immissionsschutz“, 2002
- 25.) Kreis Borken „Windenergiehandbuch“, Dezember 2009
- 26.) KÖTTER Consulting Vortrag „Infraschalluntersuchungen an Windenergieanlagen“,
Engineers 3. Rheiner Windenergie-Forum, 09./10. März 2005
- 27.) Landesverwaltungsamt Hinweise zur schalltechnischen Beurteilung von Windenergieanlagen (WKA)
Sachsen-Anhalt bei immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren im Landes-
verwaltungsamt Sachsen-Anhalt (LvwA LSA), 24.02.2009

